

89

Juin 2012

# fnrs news

LE MAGAZINE DU FONDS DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - FNRS - TRIMESTRIEL N°89 • Juin 2012



2012

ANNÉE INTERNATIONALE DE  
L'ÉNERGIE DURABLE  
POUR TOUS

## L'énergie durable pour tous, utopie ou réalité ?



ÉDITO

01

NEWS

02



2012  
ANNÉE INTERNATIONALE DE  
L'ÉNERGIE DURABLE  
POUR TOUS

DOSSIER

10 L'énergie au coeur du développement durable  
12 Tous égaux face à l'énergie?  
14 David contre Goliath

08

PORTRAIT

Marek Hudon  
L'évolution de la microfinance

16



CHIMIE

18 Stockage de l'hydrogène pour plus d'autonomie  
22 Biomasse, un tournant dans la chimie?

18



GÉOLOGIE

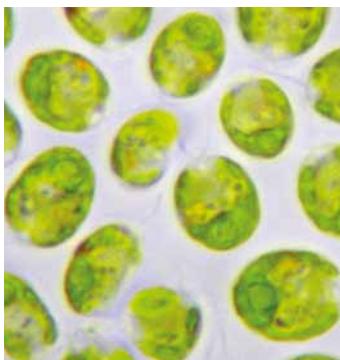
Profiter de la chaleur de la terre

20

BIOCHIMIE

24 Des algues pour alimenter les voitures de demain  
26 Misons sur les basses températures

24



DROIT

Défis énergétiques et justice intergénérationnelle

28



SOCIOLOGIE

Les facteurs sociaux ont toute leur importance

30

ARCHITECTURE

Une architecture adaptée à son climat et à son environnement

32



**fnrS**news

Editeur en Chef : Véronique Halloin  
Secrétaire générale, rue d'Egmont 5 - 1000 Bruxelles

Rédacteur en Chef : Christel Buelens  
christel.buelens@frs-fnrs.be

Rédaction : Audrey Binet, Christel Buelens,  
Elise Dubuisson, Carine Maillard, Luc Ruidant,  
Julie Van Rossom, Jean-Paul Vankeerberghen.

Réalisation : www.chriscom.eu

**Remerciements :**

La rédaction remercie celles et ceux qui ont contribué à l'élaboration des articles et des illustrations.

La reproduction des articles publiés n'est pas autorisée, sauf accord préalable du Fonds de la Recherche Scientifique F.R.S. - FNRS et mention de leur provenance.

fnrS news est édité par le Fonds de la Recherche Scientifique - F.R.S.-FNRS

Une version électronique de fnrS news est disponible sur le site [www.frs-fnrs.be](http://www.frs-fnrs.be)



**fnrS**  
LA LIBERTÉ DE CHERCHER

# Édito

---

## Espérer un avenir plus durable?

Le climat économique, budgétaire, politique et social nous permet-il d'espérer un avenir plus durable ? L'Organisation des Nations Unies y croit et proclame l'année 2012 « Année Internationale de l'Énergie Durable pour Tous ». La Commission européenne en fait même un cheval de bataille en établissant des stratégies et programmes d'actions aux horizons 2020 et 2050.

Depuis de nombreuses années, les chercheurs s'attellent à relever ces défis lancés par l'ONU : un accès universel à des services énergétiques modernes, une réduction de 40% de l'intensité énergétique mondiale, une augmentation de 30% de l'utilisation des énergies renouvelables dans le monde.

L'énergie touche à tous les domaines de la science et envahit notre vie quotidienne. Sans énergie on ne cuisine pas, on ne se chauffe pas, on ne communique pas, on n'a pas accès aux soins de santé, aux conditions d'hygiène de base, à l'éducation, à un emploi...

Cette réflexion socio-économique sur une énergie propre et accessible à tous a certainement été alimentée par une collaboration entre chercheurs et politiques.

Le F.R.S.- FNRS et les Universités de la Fédération Wallonie-Bruxelles sont, en ce qui les concerne, de véritables acteurs dans la course à la durabilité de l'énergie. Sociologues, économistes, ingénieurs, physiciens, philosophes, chimistes, géographes, géologues, biologistes, architectes, tous contribuent à la résolution des nombreux problèmes technologiques mais aussi économiques et géopolitiques posés par l'énergie.

Découvrez au fil des pages de ce numéro un échantillon des recherches faites aujourd'hui dans ce domaine par les chercheurs des universités de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

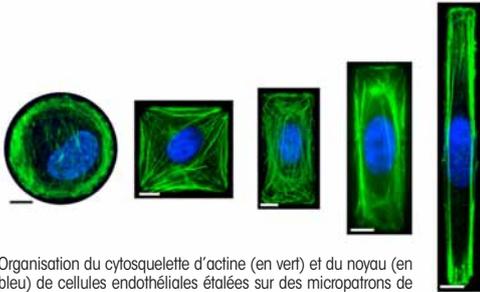
Bonne lecture.

**Véronique Halloin**  
Secrétaire Générale F.R.S.- FNRS



# News

## UN NOYAU À TOUTE ÉPREUVE



Organisation du cytosquelette d'actine (en vert) et du noyau (en bleu) de cellules endothéliales étalées sur des micropatrons de formes variées.

Comment la forme d'un noyau s'adapte-t-elle aux modifications morphologiques d'une cellule? Répondre à cette question est crucial, car le noyau contient notre matériel génétique et une altération de sa forme peut être impliquée dans le développement de certaines pathologies. Le Dr Sylvain Gabriele et son équipe viennent de publier dans Nature une partie de la réponse.

Sylvain Gabriele, PhD  
Laboratoire Interfaces et Fluides Complexes, UMONS  
sylvain.gabriele@umont.ac.be

++ [www.nature.com/naturecommunications](http://www.nature.com/naturecommunications)



© Mark Krasberg/NSF

## LES RAYONS COSMIQUES MIS EN BOÎTE

Alors que les rayons cosmiques ont été découverts il y a 100 ans, leur origine demeure un mystère profond pour les physiciens. L'observatoire IceCube – auquel participent des chercheurs de l'ULB –, un détecteur massif situé en Antarctique, est en mesure d'apporter un début de réponse sur le mécanisme de production des rayons cosmiques les plus énergétiques. Cette recherche est publiée dans la revue Nature.

++ [www.nature.com/icecube.wisc.edu/](http://www.nature.com/icecube.wisc.edu/)

## UNE SUPER-TERRE MISE EN LUMIÈRE

Un groupe de recherche international, à l'initiative de Michaël Gillon, astrophysicien liégeois, a observé pour la première fois l'émission thermique d'une super-Terre. Une nouvelle qui ouvre la voie à une étude plus approfondie des exoplanètes de petite taille.

Michael Gillon, PhD - AGD, ULg  
michael.gillon@ulg.ac.be

++ [www.reflexion.be](http://www.reflexion.be)



© NASA



© Lille, Archives départementales du Nord

## MAITRE QUENTIN DÉMASQUÉ...

L'auteur du célèbre 'Veil rentier' d'Audenarde (1275-1276) vient d'être identifié. Il s'agit d'un certain Maître Quentin, un pionnier de l'écrit de gestion formé dans le nord de la France. Cette découverte apporte un regard nouveau sur ce manuscrit jusqu'ici mal compris, bien qu'essentiel pour l'histoire économique et sociale du Moyen Âge central, et constitue un grand pas dans l'étude des lettrés qui ont révolutionné les pratiques d'écriture à cette époque charnière.

Jean-François Nieux, PhD  
Département d'histoire, FUNDP  
jfnieux@fundp.ac.be

++ [http://belgica.kbr.be/fr/coll/ms/ms1175\\_fr.html](http://belgica.kbr.be/fr/coll/ms/ms1175_fr.html)



## PRIX FRANQUI 2012

Le Prix Francqui 2012 porte cette année sur les sciences exactes. Il est attribué au professeur Conny Aerts de la KU Leuven qui dirige, au sein de l'Institut d'Astronomie, une équipe qui effectue des recherches dans le domaine de l'astérosismologie. Cette science relativement jeune tente, par l'étude des vibrations des étoiles, de déceler leur évolution. Les recherches novatrices du professeur Aerts permettent d'apporter à la science un aperçu fascinant des nombreux mystères de l'univers.

++ [www.francquifoundation.be](http://www.francquifoundation.be)



© William H. Piel and Antonia Monteiro/Courtesy of Yale University

## LES VIEUX ONT LA COTE

Les femelles *Bicyclus anynana*, papillon d'Afrique, préfèrent s'accoupler avec les vieux mâles ceux-ci ayant démontré leurs grandes facultés à survivre. Quel mécanisme guide ces demoiselles vers les élus de leur choix ? Une odeur qui signe l'âge c'est en tout cas ce qu'ont montré le Pr Caroline Nieberding et son équipe en étudiant la composition des phéromones secrétées par la gent masculine de cette espèce. Cette remarquable étude vient d'être publiée dans « Ecology Letters »

Caroline Nieberding, PhD  
Ecologie évolutive et génétique, UCL  
caroline.nieberding@uclouvain.be

++ [www.eu.wiley.com](http://www.eu.wiley.com)



## DBIRD, UN MOTEUR DE LA DIVERSITÉ DES PROTÉINES

Récemment découvert et encore méconnu, l'épissage alternatif joue un rôle prépondérant dans la diversité protéique des organismes. Des chercheurs liégeois, londoniens et munichois ont mis au jour un nouveau complexe protéique, DBIRD, qui intervient dans la régulation de ce processus. Les résultats de leurs travaux sont publiés dans la revue Nature.

Pierre Close, PhD  
Unité Chimie médicale du GIGA, ULg  
Pierre.Close@ulg.ac.be

++ [www.nature.com](http://www.nature.com)  
[www.reflexions.ulg.ac.be](http://www.reflexions.ulg.ac.be)

## PRIX EUROPLANET 2012



Chercheur qualifié F.R.S.- FNRS en Astrophysique à l'ULg, le Dr Yaël Nazé a été récompensée pour ses qualités exceptionnelles dans l'art de communiquer l'astronomie et l'astrophysique.

++ [www.europlanet-eu.org](http://www.europlanet-eu.org)

## PRIX AGATHON DE POTTER

Le Dr Ir Olivier Vandeputte, Chargé de Recherches du FRS-FNRS au Laboratoire de Biotechnologie Végétale de la Faculté des Sciences de ULB, a reçu le Prix Agathon de Potter décerné par la Classe des Sciences de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Ce prix lui a été décerné pour ses recherches menées ces trois dernières années sur les interactions entre les microorganismes et les plantes. Le Dr Vandeputte s'intéresse plus particulièrement aux mécanismes moléculaires de communication utilisés par les microorganismes pour réguler l'expression de leurs facteurs de virulence et au développement de nouvelles stratégies de lutte contre les microorganismes pathogènes basées sur l'inhibition de cette communication.



**ORELA**  Observatoire des Religions et de la Laïcité

Un portail d'information et d'analyse sur le fait religieux contemporain et la laïcité.

++ [www.o-re-la.org](http://www.o-re-la.org)

## A CHACUN SON SYSTÈME...

Les Dr Pierre Delvenne et François Thoreau mettent en avant dans la revue Minerva, en prenant l'exemple de l'Amérique Latine, le fait que tout système n'est pas applicable sans aménagement et que même dans le cas de la science, la technologie et l'innovation il faut prendre en compte différents paramètres spécifiques à ces pays.

Pierre Delvenne, PhD  
 François Thoreau, PhD  
 SPIRAL, ULg  
[pierre.delvenne@ulg.ac.be](mailto:pierre.delvenne@ulg.ac.be)  
[francois.thoreau@ulg.ac.be](mailto:francois.thoreau@ulg.ac.be)



++ <http://www.springerlink.com>  
<http://www.spiral.ulg.ac.be>



## LES ÉNIGMES DE PACHACAMAC

Une équipe du Centre de recherches archéologiques (CreA) de ULB vient de mettre au jour un tombeau exceptionnel contenant plus de 80 défunts de différents âges et avec lui son lot de questions. La découverte, provisoirement datée des alentours de l'an 1000, a été faite à Pachacamac (Pérou), site candidat à l'inscription sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Peter Eeckhout, PhD - CrEA, ULB  
[peeckhou@ulb.ac.be](mailto:peeckhou@ulb.ac.be)

## PRIX INBEV-BAILLET LATOUR 2012

Le Fonds InBev-Baillet Latour a remis le Prix de la Santé 2012 au Professeur Gero Miesenböck, professeur de Physiologie, titulaire de la Chaire Waynflete, à l'Université d'Oxford et y est Directeur du «Centre for Neural Circuits and Behaviour». Cette année, le Prix de la Santé est placé sous le signe des neurosciences.

Le Fonds InBev-Baillet Latour décerne les prix pour la Recherche Clinique 2012 au Professeur Jean-Pascal Machiels de l'UCL pour sa recherche sur de nouveaux traitements anti-cancéreux via des «thérapies moléculaires ciblées», et au Professeur Elfride De Baere de l'Université de Gand pour ses découvertes sur le rôle des variations de la partie non codante du génome dans les maladies héréditaires.

++ [www.inbevbaillatour.com](http://www.inbevbaillatour.com)

## OPTIMISER LE CHARGEMENT DES AVIONS

Une équipe de chercheurs d'HEC-ULg et de l'école d'HEC de Montréal a mis au point un modèle automatique et interactif apportant des solutions de chargement optimal des marchandises destinées à un transport aérien. En tenant compte d'une large palette de contraintes propres au métier, il offre un gain de temps considérable et une moins grande consommation de carburant. Un modèle intéressant, tant économiquement qu'écologiquement...

Sabine Limbourg, PhD  
 QUANTOM, HEC-ULg  
[Sabine.Limbourg@ulg.ac.be](mailto:Sabine.Limbourg@ulg.ac.be)

 **À LIRE**

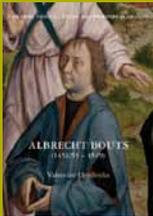
**Controverses climatiques**



Depuis de nombreuses années, beaucoup contestent la réalité du réchauffement de la planète alors qu'il y a consensus parmi les scientifiques. Pourquoi un tel déni ? Quel rôle jouent les médias ? Quels sont les lobbys politiques ?

**Controverses climatiques, sciences et politiques** – Edwin Zaccari (ULB), François Gemenne (ULB), Jean-Michel Decroly (ULB), coll. Développement durable, ed. Presses de Sciences Po, 2012

**Albrecht Bouts**



Première monographie avec catalogue raisonné de l'oeuvre d'Albrecht Bouts. En préambule l'ouvrage retrace la fortune critique du peintre. Il dresse pour suivre la personnalité artistique du maître, l'héritage familial et le cadre de son activité, avec pour objectif de dégager la production qui lui est propre de celle de son atelier.

**Albrecht Bouts (1451/55-1549)** - Valentine Henderiks (ULB) Ed. Brepols, coll. Contributions à l'étude des Primitifs flamands, 2012

**Génocide**



L'histoire du XX<sup>e</sup> siècle a été jalonnée de génocides aussi cruels que divers. Ce phénomène historique est analysé dans ce volume du point de vue de ses conséquences psychologiques et juridiques davantage que dans ses aspects historiques. Une attention toute particulière a été consacrée au martyre des Tutsi du Rwanda ainsi qu'aux séquelles de la Shoah. Dans l'ensemble de la réflexion, l'accent est porté sur une difficulté majeure pour toute victime: son « devoir de mémoire » et ses moyens opérants de rendre témoignage de faits insoutenables et quasiment indicibles.

**Génocide: les Figures de la victime** - Jacques Lemaire (ULB), Ed. La Pensée et les Hommes, 2012

**La Chine depuis 1949**



Remarquable synthèse, l'ouvrage dresse un panorama subtil des évolutions et de la situation contemporaine de la Chine depuis l'accession du parti communiste chinois au pouvoir.

**La Chine depuis 1949** - Pascal, Delwit (ULB), Éditions de l'Université de Bruxelles, 2012

**La vie politique en Belgique de 1830 à nos jours**



Ce livre présente une histoire de la vie politique de 1830 à nos jours, à l'aune des mutations qui ont affecté le système politique belge, le cadre institutionnel et les partis politiques. Il met en évidence les tournants, les moments clés ou les événements majeurs de l'histoire politique belge.

**La vie politique en Belgique de 1830 à nos jours** - Pascal Delwit (ULB), Éditions de l'Université de Bruxelles, 2012

**Eternit**



« S'intéresser à Eternit, c'est s'intéresser à ce que l'économie capitaliste a engendré de plus pervers, de plus pernicieux, de plus hypocrite, c'est également s'intéresser à ce petit monde bourgeois et capitaliste qui fait la une de la presse people et qui vit dans l'opulence et le faste sans se soucier de l'origine de leurs fortunes... »

**Eternit, un outil de destruction massive** - Alain Finet (UMONS) et Romina Giuliano (UMONS) Ed. Estaimpui, 2012.

**La médiation scolaire**



Les auteurs s'intéressent, dans une première étude exploratoire (1), à un nouveau type d'acteurs du milieu scolaire: les « médiateurs ». Des professionnels emblématiques, selon les chercheurs, d'une « attitude culturelle nouvelle », celle de la médiation comme « nouveau mode de régulation des liens sociaux » et ciment du « vivre ensemble ».

**La médiation scolaire. Un regard des acteurs sur leurs pratiques** - O. Kuty(ULg), F. Schoenaers (ULg), Ch. Dubois et B. Dethier (ULg), Presses Universitaires de Liège, coll. Essai, 2012

**Vidéo, art mineur ?**



Historiquement et esthétiquement coincée entre le cinéma et le numérique, elle peut dès lors jouer un rôle de passerelle entre les deux, et plus encore. Dans un ouvrage fleuve livrant un beau panorama de la question, Philippe Dubois ne prend jamais son objet sous l'angle unique de l'image. Car si la vidéo est certes une question d'image, elle n'est pas que cela. Elle est aussi un dispositif. C'est un tout, un ensemble, un état qui pense et qui fait penser au monde et à l'image en général. Elle titille, bouscule les tout-puissants que sont le cinéma, la télévision, l'art en général.

**La Question Vidéo, entre cinéma et art contemporain** - Philippe Dubois (ULg), Ed. Yellow Now, coll. Côté cinéma, 2011

**L'orientation scolaire**



Pourquoi dans des sociétés démocratiques et des systèmes éducatifs ouverts les jeunes de milieux populaires se retrouvent-ils souvent dans des filières et des formes d'enseignement peu valorisées dans la hiérarchie scolaire ? À partir d'une enquête qualitative de longue durée, cet ouvrage propose une relecture de la sociologie de l'éducation en confrontant les interprétations de l'orientation à un corpus empirique inédit.

**L'orientation scolaire** - Géraldine André (ULg) Ed. puf, coll. Éducation et société, 2012

**Année Mosaïque**



L'Année Mosaïque est un « outil » à l'usage des jeunes chercheurs en sciences humaines : créé pour eux, géré par eux. Elle paraît une fois par an et publie exclusivement des numéros. La revue invite au dialogue entredisciplinaires et entre traditions de pensée.

**Objets qui nous hantent, objets qui nous tentent** - Loïc NICOLAS (ULB) et Aline WIAME (ULB), E.M.E. Éditions, 2012

## AGENDA

|  |                      |                |  |
|--|----------------------|----------------|--|
| <b>Summer School:<br/>Technology Assesment</b>   | <b>25-28 juin</b>    | Liège          | benedikt.rosskamp@ulg.ac.be<br>www.pacitaproject.eu  |
| <b>Ghost-rock karst symposium</b>  | <b>7-12 octobre</b>  | Hans-sur-Lesse | caroline.dubois@umons.ac.be<br>http://sites.google.com/site/ghostrockkarstsymposium/accueil/introduction |
| <b>"Conférence Interantionale: Norms in the Margins and Margins of the Norm The Social Construction of Illegality"</b> | <b>25-27 octobre</b> | Belgique       | norms-illegality2012@africamuseum.be<br>http://illegality.africamuseum.be"                               |

### La Belgique et les élections



Un ouvrage très actuel et très complet sur les systèmes électoraux de la Belgique

**Les systèmes électoraux de la Belgique** – Frédéric Bouhon (ULg), Min Reuchamps (ULg), Ed. Bruylant, 2012

### Pour qu'ils s'en sortent



Il n'y a pas de fatalité à la poursuite d'une carrière délinquante qui commencerait à l'adolescence. Etudier pourquoi certains se départissent d'un engagement où ils s'étaient laissés entraîner et s'en sortent, est donc capital. Dans son dernier ouvrage, Michel Born s'attache à comprendre ce qui fonctionne dans la prise en charge des jeunes adolescents délinquants

**Pour qu'ils s'en sortent** - Michel Born (ULg), Ed. De Boeck, coll. Comprendre, 2012

### Sommes-nous tous racistes ?



Un livre qui nous pousse à nous remettre en question sur la perception que nous avons de l'Autre.

**Sommes-nous tous racistes ? Psychologie des racismes ordinaires** - Jacques-Philippe Leyens (UCL), Ed. Mardaga, 2012

### After Qumran



**After Qumran: Old and Modern Editions of the Biblical Texts – The Historical Books** – Hans Austoos (UCL), Bénédicte Lemmelijn (KUL) et Julio Trebolle Barrera (UCM), Ed. Peeters, coll. Bibliotheca Ephemeridum Theologicarum Lovaniensium, 2012

### Le salaire, un enjeu pour l'euro-syndicalisme



Cet ouvrage cherche à comprendre les raisons de la lenteur avec laquelle la négociation salariale s'europanise. L'auteure met en lumière son obstacle fondamental : la dépolitisation du salaire sous la contrainte du cadre macro-économique imposé par l'Union économique et monétaire, aujourd'hui ravivée par le tout récent «pacte pour l'euro». Mais elle révèle aussi, et surtout, l'ampleur du travail syndical déjà accompli. Cet apprentissage croisé, au-delà des frontières est bien le gage d'une capacité future de mobilisation européenne.

**Le salaire, un enjeu pour l'euro-syndicalisme. Histoire de la coordination des négociations collectives** – Anne Dufresne (UCL), Ed PUN, Coll. « Salarial et transformations sociales », 2012

### Mesure de l'écrivain



Qui sont les écrivains belges francophones de l'entre-deux-guerres ? De quoi vivent-ils ? Que publient-ils ? Chez quels éditeurs ? Dans quelles revues ? Sont-ils isolés, entièrement dédiés à leurs œuvres ? Prennent-ils part à une vie littéraire fondée sur des logiques d'opposition de groupes, comme en France ? Peut-on dégager des profils-typés ? Existe-t-il des écrivains sans œuvre ? Quel est leur rôle spécifique ? Ce livre aborde ces questions à partir d'une approche socio-statistique et relationnelle.

**Mesures de l'écrivain. Profil socio-littéraire et capital relationnel dans l'entre-deux-guerres en Belgique francophone** - Björn-Olav DOZO (ULg), Presses universitaires de Liège - Sciences humaines, coll. « Situations », 2011

### Arts et politique sous Sésostriis Ier



Le pharaon Sésostriis Ier règne près de 45 années sur le trône d'Égypte. Bien que présenté comme une forme d'âge d'or, aucune synthèse n'avait vu le jour pour aborder concomitamment les multiples aspects du règne.

Le présent ouvrage se propose donc de dresser un canevas chronologique du règne permettant d'évoquer les nombreux événements ayant trait aux campagnes militaires en Nubie, aux expéditions vers les carrières et aux activités de construction du roi.

**Arts et politique sous Sésostriis Ier Littérature, sculpture et architecture dans leur contexte historique** - David Lorand (ULB), Ed Brepols, 2012

### Le pouvoir au féminin



Dans l'histoire des structures politiques de l'Europe, le rôle des femmes de pouvoir reste encore à l'heure actuelle une réalité trop peu étudiée pour la fin de la période médiévale et le début de l'Époque moderne. Ce volume apporte sa pierre à la nouvelle histoire du pouvoir au féminin. Il tente de répondre à des questions aussi fondamentales que celles des modalités de l'exercice du pouvoir au féminin, de l'accession à ce dernier et de la manière dont la société médiévale perçoit ce pouvoir.

**Femmes de pouvoir, femmes politiques durant les derniers siècles du Moyen Âge et au cours de la première Renaissance** - Eric Bousmar, Jonathan Dumont, Alain Marchandisse et Bertrand Schnerb (FUSL), Ed. De Boeck, coll. Bibliothèque du Moyen Âge, 2012

# Télévie 2012, record battu 8.402.650,94€

marahaba  
 mauruuru  
 rahmat  
 meharbani  
 ke ya leboha  
 gratzias  
 tualumba  
 m-sapo  
 shukriya  
 danki  
 tanmirt  
 nouari  
 hvala  
 bedank  
 asante  
 obligada  
 stuutiya  
 mamnun  
 tau  
 barka  
 takk  
 SSCIENCES  
 Télévie  
 marahaba  
 motashakeram  
 djiere dieuf  
 ngiyabonga  
 kakhulu  
 o sheun  
 yekeniele  
 shukriya  
 sulpáy  
 waita  
 ngiyabonga  
 obligado  
 dank  
 merci  
 miigwetch  
 gratzias  
 faafetai lava  
 chercheurs  
 najis tuke  
 manana  
 waad mahadsantahay  
 dhanyavada  
 nandri  
 ketu'i  
 enkosi  
 marci  
 tack



© RTL TVI

recherche



# Énergie durable pour tous, utopie ou réalité ?



2012

ANNÉE INTERNATIONALE DE  
L'ÉNERGIE DURABLE  
POUR TOUS

Un cinquième de la population mondiale n'a pas accès à l'électricité et près d'un milliard supplémentaire de personnes n'ont accès qu'à un réseau d'électricité peu fiable. Près de trois milliards de personnes utilisent des combustibles solides - bois et charbon- pour cuisiner et se chauffer engendrant déforestation, pollution et problèmes respiratoires. La pauvreté énergétique a un impact écologique et sanitaire grave et freine le développement économique...

Les Nations Unies ont proclamé l'année 2012 « Année Internationale de l'Énergie Durable pour Tous » afin d'augmenter les chances des plus démunis de sortir de la pauvreté. Il est temps d'assurer un meilleur accès à une énergie sûre, abordable, et durable. Les chercheurs de tous horizons y travaillent avec passion et acharnement. La recherche fondamentale est une des clés de voûte d'une énergie accessible, propre et efficace. En repoussant les limites de la connaissance dans tous les domaines de la Science, les scientifiques tentent de relever le défi des Nations Unies.



« Un mode de développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. »

# L'énergie au cœur du développement durable

Pr Edwin Zaccai directeur du Centre d'études du développement durable de l'ULB. Pr Marc Frère, coordinateur académique du Pôle Énergie de la Faculté Polytechnique de l'UMONS. Pr Éric Lambin, professeur de l'UCL spécialisé dans l'étude interdisciplinaire de l'environnement. Trois chercheurs, trois perspectives sur les enjeux énergétiques actuels.

**Dans quelle mesure l'énergie est-elle importante en matière de développement?**

**Edwin Zaccai:** La consommation énergétique, ou plutôt sa surconsommation, a chamboulé les relations que l'Homme entretenait avec son milieu. L'influence de l'industrie sur la raréfaction des ressources, de l'agriculture intensive sur l'utilisation des sols ou du transport sur la pollution de l'air illustrent bien ce changement radical. L'impact de l'humanité sur l'environnement est tel que certains scientifiques utilisent le terme anthropocène pour désigner l'époque dans laquelle nous avons basculé depuis la Révolution industrielle. Une nouvelle ère géologique où l'Homme, en alliant expansion technologique et exploitation des énergies conventionnelles, est devenu le principal moteur des boule-

versements. Au point de mettre en péril les équilibres du système terrestre.

**Marc Frère:** L'énergie apparaît dans tous les processus de transformation de la matière en produits finis et sa disponibilité est directement liée à la qualité de vie. Plus un État est industrialisé, plus il consomme de l'énergie et, par conséquent, plus il est industrialisé, plus l'énergie devient une ressource accessible aux citoyens. L'influence de ces ressources sur la prospérité et le niveau de vie d'un pays est si importante que la transition vers des systèmes énergétiques durables ne peut être considérée comme un problème purement technologique. Elle comporte une dimension sociologique qui implique une profonde remise en question de nos modes de vie. Traditionnellement, les sociétés modernes ont toujours accordé un rôle prépondé-

rant à l'innovation technologique pour résoudre ses problèmes. Mais repenser notre relation avec les ressources énergétiques requiert une approche beaucoup plus fine qui doit combiner recherche fondamentale, sciences appliquées et sciences humaines avec une solide dose de courage politique.

**Éric Lambin:** L'énergie est la clé de voûte du développement industriel moderne. Au cours du 20<sup>e</sup> siècle, sa consommation a été multipliée par 16 alors que la population mondiale quadruplait. Il s'agit là d'une croissance sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Mais la dépendance sur les carburants conventionnels nous confronte aujourd'hui à une impasse, tant environnementale que géopolitique. Car outre le danger qu'impliquent ces énergies sur le climat, leur approvisionnement est limité. Un fait qui créera inévitablement des ten-



## À LIRE

- **Marc Frère**, Énergies renouvelables... société renouvelée?, in Polytech News n°46, novembre 2011
- **Éric Lambin**, Une écologie du bonheur, éditions Le Pommier, 2009
- **Edwin Zaccai**, 25 ans de développement durable, et après?, PUF, 2011

Pr Edwin Zaccai, ULB



Pr Éric Lambin, UCL



vitesse à laquelle les activités humaines dégradent l'environnement. Certes, des solutions locales ont été déployées. Mais dans bien des cas, le problème a été exporté en dehors des frontières nationales. Et souvent, ce sont les populations les plus pauvres qui sont les plus vulnérables face aux impacts des dégradations environnementales et du changement climatique. Dès lors, outre une modification du rapport que l'humanité entretient avec son milieu, la réduction des inégalités existantes au niveau mondial s'impose aussi comme une condition à respecter pour mettre en place un système énergétique plus durable.

**M.F.:** Tout l'enjeu est de déterminer la vitesse de la transition énergétique. D'un côté, des changements doivent être mis en route rapidement pour atténuer le réchauffement climatique. D'un autre, les sociétés ont besoin de temps pour réaliser cette transition de manière intégrée. On le voit: dans nos pays, les mesures politiques adoptées en faveur de la durabilité entraînent bien souvent des effets pervers, en particulier sur les franges les plus défavorisées de la population. Cette difficulté du politique à acquérir une vision assez globale du problème pour répondre efficacement aux enjeux énergétiques se remarque aussi au niveau des modes de financement de la recherche. Bien souvent, les investissements se concentrent sur le développement d'applications immédiates au détriment de projets dont l'aboutissement est plus incertain, mais dont les résultats n'en restent pas moins déterminants sur le long terme.

**E.L.:** La seule manière de parvenir à un développement durable est de remettre totalement en question le système économique actuel. Vouloir préserver son intérêt tout en assurant une transition vers la durabilité énergétique paraît de plus en plus illusoire. Maintenir une croissance économique de 3 à 4% n'est pas tenable sur le long terme, la dégradation effrénée de la biosphère le prouve! En parallèle, je ne crois pas non plus que les solutions avancées par les tenants de la décroissance soient applicables à l'échelle mondiale. Comment peut-on convaincre des pays comme la Chine, l'Inde ou le Brésil de freiner leur croissance alors qu'ils aspirent très légitimement au mode de vie qui a été le nôtre et que nous avons promu depuis plus de deux siècles? Bien sûr, il serait envisageable de réduire la croissance des pays riches au profit d'un meilleur partage des ressources disponibles au niveau mondial. Mais je doute sincèrement qu'un tel scénario se mette en place, tant il serait difficile d'y faire adhérer les acteurs clés de l'économie mondiale.

### Quels impacts pourrait avoir la transition vers un système énergétique durable sur les sociétés de demain?

**E.Z.:** La première répercussion sera certainement une réduction importante de la consommation énergétique des pays riches et une utilisation maximale des ressources disponibles localement. Dans cette optique, nous pourrions imaginer des micro-systèmes de production qui répondent aux besoins énergétiques directs des populations locales. En parallèle, des réseaux électriques centralisés pourraient en être déployés en exploitant, par exemple, l'éolien offshore dans les régions disposant d'un fronton maritime ou le solaire à concentration thermodynamique au sein des zones les plus ensoleillées.

**M.F.:** Pour le citoyen, les aspects les plus tangibles de la révolution énergétique seront la réorganisation de l'espace bâti et la modification profonde des modes d'approvisionnement en énergie. Le secteur du bâtiment possède en effet un potentiel d'éco-

nomie d'énergie très important. En milieu urbain et suburbain, il est désormais quasi acquis que la génération d'énergie pourrait être partagée entre habitations productrices et habitations consommatrices. La production d'énergie sera essentiellement basée sur l'utilisation de sources renouvelables en tenant compte des ressources localement disponibles. Dans cette optique, la production en milieu rural, par exemple, se concentrerait sur l'utilisation de la biomasse. Dans tous les cas, les habitudes de consommation devront être plus flexibles vu l'intermittence propre à la plupart des énergies vertes. L'organisation des nouveaux espaces bâtis devra aussi être pensée de manière à minimiser la consommation: mixité des services pour limiter les déplacements ou encore habitat groupé pour limiter les déperditions calorifiques.

**E.L.:** L'émergence de sociétés plus égalitaires et moins matérialistes me semble être un prérequis indispensable. Car les disparités économiques constituent un des principaux moteurs de la surconsommation des ressources naturelles au niveau mondial. Le bonheur ne doit plus être lié exclusivement à l'accumulation effrénée de biens matériels en vue d'acquiescer un certain statut social. Les indicateurs de bien-être pourraient ainsi se concentrer sur la qualité des rapports sociaux, les activités culturelles ou encore le contact avec la nature. Des valeurs éminemment plus gratifiantes sur le plan humain qui ont l'avantage d'être peu consommatrices en termes de ressources en général et d'énergie en particulier.

Julie Van Rossom

sions sociopolitiques si rien n'est fait pour limiter notre dépendance sur les énergies fossiles.

### Quelles sont les conditions de la transition vers un système énergétique durable?

**E.Z.:** La notion de développement durable popularisée par le Sommet de la Terre de Rio (voir encadré) implique une intégration des mesures politiques, sociales et environnementales en vue de garantir le renouvellement des ressources naturelles pour notre bien-être et celui des générations futures. Reste à définir comment atteindre ces objectifs. Car aujourd'hui, le constat est plutôt pessimiste en considération des objectifs fixés à Rio en 1992. Une situation qui démontre à quel point la réforme du système économique est extrêmement délicate. L'avènement des technologies vertes et l'attention croissante portée aux questions environnementales ont très certainement permis de réduire quelques impacts. Mais ce ne sont que des aménagements de surface si l'on considère la



## UNE DÉFINITION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

«Un mode de développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.»

Cette notion fut consacrée par le Rapport Brundtland de 1987, présenté à Rio de Janeiro en 1992 lors de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (Sommet de la Terre)



Edwin Zaccai - CEDD/IGÉAT, ULB - [edwin.zaccai@ulb.ac.be](mailto:edwin.zaccai@ulb.ac.be)

Marc Frère - Dpt Thermodynamiques, UMONS - [marc.frere@umons.ac.be](mailto:marc.frere@umons.ac.be)

Eric Lambin - GEOG, UCL - [eric.lambin@uclouvain.be](mailto:eric.lambin@uclouvain.be)

# Tous égaux face à l'énergie?

**Selon le GIEC, le monde pourrait produire 77% de son énergie à partir de renouvelables d'ici 2050<sup>(1)</sup>. Mais une telle transition implique une réponse adaptée à l'explosion de la demande au niveau international. Un chantier d'une ampleur vertigineuse...**

Et la lumière fut... D'une simple pression sur un interrupteur, nous réalisons ce petit miracle plus d'une dizaine de fois par jour. Ce geste paraît si anodin en Belgique qu'on en viendrait presque à oublier qu'un habitant de la planète sur cinq ne dispose d'aucun accès au réseau électrique. «Les systèmes énergétiques modernes sont déterminants pour le bien-être des personnes et pour le développement socio-économique d'un pays. Pourtant, au niveau global, plus d'1,3 milliards de personnes n'ont pas accès à l'électricité et plus de 2,7 milliards d'individus ne possèdent pas de systèmes propres pour cuire leurs aliments.» Ces chiffres, publiés en 2011 par l'Agence Internationale de l'énergie<sup>(2)</sup>, montrent à quel point manque d'accès à l'énergie rime avec précarité. Car la grande majorité des personnes frappées par ces disparités se concentre dans les régions les plus pauvres du globe, essentiellement en Afrique subsaharienne et dans les pays asiatiques en développement.

provient du nucléaire. Or, ces centrales sont essentiellement alimentées par de l'uranium provenant du Niger. Un pays où plus de 90% de la population utilise le bois de feu ou le charbon de bois comme principale source d'énergie. Conséquence directe de cette situation: les ressources forestières du Niger ont reculé de près de 40% depuis 1990. Un impact environnemental catastrophique dans cette région semi-aride où le potentiel de régénération des forêts est extrêmement faible.»

De tels paradoxes mettent bien en lumière le rôle crucial de la coopération au développement et du partage de connaissances au niveau mondial. Car le soutien des pays riches est déterminant pour faciliter l'accès à l'indépendance énergétique des pays en développement (PED) dans une optique de développement durable. Comme le remarque très justement le Pr Walter Hecc, directeur du

## L'importance de la coopération internationale

Pour Pierre Ozer, chargé de recherche de l'ULg spécialisé dans les stratégies d'adaptations aux modifications environnementales et climatiques, ces disparités créent d'étonnants paradoxes: «En Belgique, la majeure partie de l'électricité



En savoir plus:

- Le blog de Pierre Ozer : [pierreozzer.blog4ever.com](http://pierreozzer.blog4ever.com)
- Le site du GIEC: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Le site du CEESI-ULB : [dev.ulb.ac.be/ceese/CEESE](http://dev.ulb.ac.be/ceese/CEESE)

**300 GW**

supplémentaires générés au niveau mondial grâce à de nouvelles infrastructures électriques, dont

**140 GW**

proviennent des énergies vertes.



## DES EXEMPLES POLITIQUES À SUIVRE!

**Mexique:** Fin avril 2012, le Mexique a adopté une loi visant à réduire de 50% ses émissions de GES par rapport aux émissions de 2000. D'ici 2024, le pays prévoit de produire 35% de son énergie à partir d'énergies renouvelables.

**Danemark:** En mars 2012, le Danemark a fait sensations en annonçant sa volonté de se passer totalement des énergies fossiles d'ici 2050. Le pays s'est engagé à produire l'intégralité de son énergie à partir de renouvelables et ce dans tous les secteurs d'activités, y compris le transport.

Centre d'études économiques et sociales de l'environnement de l'ULB (CEESE-ULB): «La mise en place d'infrastructures énergétiques requiert des politiques et des investissements cohérents sur le long terme. Mais l'instabilité à laquelle sont confrontés nombre de PED ainsi que les faibles capacités socio-économiques et institutionnelles de ces régions constituent un frein important à cette transi-

tion.» L'enjeu est pourtant de taille. En effet, selon le GIEC, les PED concentrent 53% du potentiel mondial de production électrique à partir d'énergies renouvelables<sup>(1)</sup>. «Pour exploiter ces capacités, il faut impérativement permettre à ces pays d'accéder aux connaissances, aux techniques et aux fonds nécessaires», estime Jean-Pascal van Ypersele, professeur de climatologie et de sciences de l'environnement à l'UCL et Vice-Président du GIEC.

### Une formidable opportunité?

Le contexte énergétique des PED n'en reste pas moins une formidable opportunité pour le développement pour les énergies vertes. Pour le Pr van Ypersele: «ces États partent de presque zéro. Et contrairement aux pays développés, qui doivent réadapter des réseaux électriques basés quasi exclusivement sur les carburants fossiles ou le nucléaire, les pays présentant un faible développement énergétique peuvent d'emblée faire les bons choix.»

Mais Walter Hecq tempère ce propos. «La multiplication des centrales hydroélectriques observée ces dernières années dans les régions en développement peut induire des conséquences sociales et environnementales très néfastes.» La construction du barrage du Belo Monte, entamée au Brésil début en 2012, illustre bien ce phénomène. Outre la destruction de 400km<sup>2</sup> de forêt amazonienne, le projet implique le déplacement de 20 000 à 40 000 personnes, en majorité des indigènes. Des populations ancestrales dont la culture et le mode de vie pourraient disparaître au nom de la sacro-sainte sécurité énergétique.

### Le dynamisme des pays émergents

Les médias ne cessent de le souligner: les pays émergents devancent aujourd'hui les pays développés en matière d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Confrontés à une croissance économique sans précédent, la Chine et l'Inde cotoient en effet les États-Unis dans le top 3 des plus gros émetteurs mondiaux de CO<sub>2</sub>. Un classement qui occulte bien souvent les

grandes disparités existantes au niveau des émissions par habitant. «En moyenne, un Chinois émet 5,2 tonnes de CO<sub>2</sub> par an tandis qu'un Belge en émet 11,9 tonnes», souligne Pierre Ozer. «Et ces chiffres ne tiennent même pas compte des flux de CO<sub>2</sub> en termes de marchandises. Vu le nombre de produits manufacturés en Chine exportés dans nos pays, les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> d'un Belge doivent être majorées de 5 tonnes. A l'inverse, 1,7 tonnes des émissions d'un Chinois lambda sont dues à la production de biens pour l'exportation.»

Autre constat: même si la Chine est le plus gros émetteur de GES au monde, le pays se démarque indéniablement en matière d'énergie vertes. «En 2010, le pays se classait premier à l'échelle mondiale en termes d'investissements dans les renouvelables», signale Jean-Pascal van Ypersele. «Les dirigeants chinois semblent avoir bien intégré le potentiel de ces technologies en matière de sécurité énergétique et de développement économique. Vu l'augmentation actuelle des prix du pétrole, les États qui investissent aujourd'hui dans les énergies alternatives bénéficieront probablement demain des économies les plus compétitives.»

### L'Europe, première de la classe?

Au sein des pays développés, la crise économique aidant, de plus en plus de critiques sont soulevées concernant le coût de la transition vers des réseaux énergétiques durables. Des critiques exagérées, selon Jean-Pascal van Ypersele: «Quoi qu'il arrive, des fonds doivent être débloqués pour moderniser les infrastructures existantes, et ce quelle que soit la source

d'énergie concernée. L'intégration des renouvelables dans les réseaux énergétiques conventionnels implique un surcoût, certes, mais il est beaucoup moins important si l'on tient compte de ce facteur.»

Avec son objectif d'intégrer 20% d'énergies vertes au sein de son réseau d'ici 2020, l'Union européenne peut se targuer d'avoir lancé une des politiques énergétiques les plus ambitieuses au monde en terme de développement durable. «Le succès de ces stratégies ne se cantonne toutefois pas qu'à des questions techniques, il repose aussi sur une modification profonde de nos comportements et nos styles de vie», remarque Walter Hecq. Reste à mettre en place des mesures adaptées pour nous faire transiter vers cette révolution sociale et technologique... Un véritable casse-tête qui requiert de la part de nos dirigeants, mais aussi de nous-mêmes, une audace et un courage sans précédent.

Julie Van Rossom

- (1) Renewable energy sources and climate change mitigation, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Cambridge university press, 2011 ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch))  
(2) World Energy Outlook 2011, Energy for all – Financing energy for the poor, IEA, 2011 ([www.worldenergyoutlook.org](http://www.worldenergyoutlook.org))



Pr Pierre Ozer, ULG



Pr Walter Hecq, ULB



Pr Jean-Pascal van Ypersele, UCL



**Pierre Ozer**  
sc. et gest. environnement, ULG  
[pozer@ulg.ac.be](mailto:pozer@ulg.ac.be)

**Walter Hecq**  
CEESE, ULB  
[walter.hecq@ulb.ac.be](mailto:walter.hecq@ulb.ac.be)

**Jean-Pascal van Ypersele**  
ELI, UCL  
[jean-pascal.vanypersele@uclouvain.be](mailto:jean-pascal.vanypersele@uclouvain.be)



## RAPPORT DU GIEC: CHIFFRES-CLÉS

- Entre 2008 et 2009, sur les 300 GW supplémentaires générés au niveau mondial grâce à de nouvelles infrastructures électriques, 140 GW proviennent des énergies vertes.
- Malgré la crise économique, la capacité énergétique des renouvelables n'a cessé de croître en 2009: Plus de 30% pour l'éolien, plus de 50% pour le photovoltaïque raccordé au réseau électrique, plus de 20% pour les chauffe-eau solaires, 3% pour l'hydroélectrique et 4% pour la géothermie.
- D'après les 4 scénarios étudiés, moins de 2,5% du potentiel technique des énergies renouvelables sont actuellement exploitées au niveau international.
- Toujours selon ces 4 scénarios, les investissements prévus d'ici 2050 en matière d'électricité générée à partir de renouvelables représenteraient moins de 1% du PNB annuel mondial.

# David contre Goliath

La transition vers plus de sources renouvelables d'énergie se fait, mais pas à pas... Beaucoup de freins existent, qu'ils soient politiques, économiques, techniques ou même dans les mentalités. Car il n'est pas facile d'opter pour le changement lorsque « tout va très bien, Madame la Marquise » et que nous disposons tous d'une quantité permanente d'énergie, le plus facilement du monde. Mais est-ce que cela va durer ?

26%  
de l'énergie durable  
provient de l'éolien



« L'énergie est essentielle à l'activité économique, à la vie et à la dignité. Y avoir accès est important, tant pour satisfaire des besoins de première nécessité que pour le travail et le surplus. Mais il faut bien avouer que de grandes quantités sont gaspillées, en particulier dans nos pays de consommation débridée », affirme d'emblée Michel Huart, Secrétaire général de l'APERe, Association pour la Promotion des Énergies Renouvelables (1). Il est aussi Maître de conférences à l'Université Libre de Bruxelles où il dispense un cours sur les « Énergies non conventionnelles ».

Cette utilisation sans compter de l'énergie est probablement due à sa grande disponibilité : « Quelle que soit son origine, et quel que soit son usage, c'est le même prix pour le consommateur ! Qu'elle soit utilisée à bon ou à mauvais escient, l'énergie a la même valeur : entre 3 et 30 cEUR/kWh... »

## Un éventail de solutions alternatives

Pour les énergies d'origine fossile et nucléaire, le chemin de l'énergie est long entre la ressource et l'utilisation

finale. « D'une part, l'extraction, la transformation et le transport ont des impacts conséquents sur l'environnement, sans parler du risque d'accident dont les conséquences sont dramatiques (fuites, marées noires, radioactivités). D'autre part, leur consommation excessive est la cause des changements climatiques et les déchets nucléaires posent des problèmes insolubles. » Il est donc impératif de se tourner vers des alternatives, comme semblent le comprendre progressivement les pouvoirs publics. « Dans les années 80-90, la recherche dans le domaine de l'énergie durable en Wallonie et à Bruxelles n'était nulle part... On misait tout sur le nucléaire, l'énergie fossile... Il est vrai que la recherche était suscitée par ces industries, des géants qui disposaient de gros moyens. Or, la particularité de l'énergie durable est qu'elle repose sur un tissu économique plus proche des PME et dont les moyens sont plus dilués et donc plus difficilement mobilisables pour la recherche universitaire. Mais depuis quelques années, on assiste tout de même à un mouvement : que ce soit aux États-Unis, au Japon, ou plus proche de nous en Europe en Espagne, en Allemagne ou dans les pays



## CHIFFRES DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE EN BELGIQUE

- L'énergie renouvelable représente 7,4% de la consommation finale d'énergie.
- En 2010, la production électrique brute d'origine renouvelable a augmenté de 23%.
- L'électricité renouvelable représente 10% de la consommation finale d'électricité.
- Pour ce qui est de la chaleur d'origine renouvelable, elle représente 8,1% de la consommation finale de chaleur.
- Le biocarburant représente 4,4% de la consommation finale des carburants routiers.
- En matière de production d'électricité durable, la principale source provient des sous-produits végétaux (52%) et de l'éolien (26%). L'énergie solaire est en bas de classement avec seulement 2,4%.
- Pour la production de chaleur renouvelable, les sous-produits végétaux, mais aussi animaux sont aussi la principale source (45%), suivis du bois de chauffage (32%).

Source : Bilan énergétique 2010 du Département de l'énergie et du bâtiment durable de la DG04 du Service public de Wallonie paru en février 2012. <http://energie.wallonie.be>.



Pr Michel Huart, ULB/APeRe

que nous devons faire aujourd'hui », poursuit Michel Huart.

### Quelles motivations possibles ?

Les alternatives existent, mais elles induisent des changements d'habitudes. L'opinion publique est plus sensible à la préservation de l'environnement... et au coût devenu exorbitant de certaines sources d'énergie classiques. Deux voies peuvent dès lors être prises pour limiter notre impact sur l'environnement tout en assurant à tous un accès illimité à l'énergie. « Il faudrait donc consommer moins et mieux, en optant pour une utilisation rationnelle de l'énergie, et produire mieux, via les énergies renouvelables. Et cela pour pouvoir atteindre les 100% d'énergies renouvelables ! », insiste Michel Huart. Un objectif plus qu'ambitieux, comparé aux 20% prônés par l'Europe...

L'utilisation rationnelle de l'énergie passe par différents aspects que l'on peut illustrer par l'exemple de la voiture : « Tout d'abord, il faut améliorer les technologies. C'est le cas actuellement : pour un même travail, les nouveaux moteurs demandent de moins en moins de carburant ; par contre, les voitures, elles, sont de plus en plus lourdes, nécessitant plus d'énergie pour se mouvoir. Le progrès est ainsi réduit à zéro ; mais ces voitures sont présentées comme 'vertes' ! Les informations scientifiques sont ainsi noyées dans le greenwashing. Deuxième condition pour une utilisation plus rationnelle de l'énergie, il faut adapter l'aménagement de territoire : nous vivons aujourd'hui dans un habitat fortement dispersé qui rend la voiture quasi indispensable pour bon nombre de Belges. Pas de problème tant que les carburants sont bon marché, mais cette dépendance est une redoutable épée de Damoclès... Viennent ensuite les matériaux : il faudrait miser sur la longévité des produits et leur entretien. Sans négliger de s'attaquer à l'obsolescence des équipements qui les

composent. Enfin, le plus important, il y a le comportement des utilisateurs : rouler en douceur c'est une chose, mais limiter les déplacements est encore plus important... »

### La recherche pour imaginer la transition énergétique

Michel Huart croit en la recherche pour imaginer des nouvelles pistes. Il invite tous les chercheurs de tous domaines à plancher sur la question : les ingénieurs pour les nouvelles technologies, mais aussi ceux en sciences humaines pour étudier l'impact social d'un nouvel aménagement du territoire, voire des chercheurs en droit, pour repenser certaines législations. « Par exemple, le cadre réglementaire électrique actuel ne reconnaît pas les solutions groupées de consommateurs-producteurs d'électricité qui agiraient collectivement afin de réduire leur prélèvement sur le réseau électrique. Une nouvelle donne favoriserait les dynamiques participatives citoyennes », explique Michel Huart. Il y a aussi des possibilités en termes de recherches sur le plan fiscal : « L'Etat se finance quasi exclusivement sur le revenu du travail et sur la TVA... donc sur la consommation. Il a donc tout intérêt à ce que nous consommons ! Il faut changer cette logique de financement de l'Etat et par ailleurs il est vital de se doter de nouveaux indicateurs de développement économique. Le PIB n'est pas adapté ! »

Bref, il appelle les chercheurs à engager des discussions sur tous les plans, pour participer à un mouvement que l'Europe pourrait mener : vers le changement.

Carine Maillard



Michel Huart  
ULB/APeRe  
mhuart@ulb.ac.be



### MOBILITÉ : DES CHANGEMENTS POSSIBLES ?

Si un changement de mentalités doit se faire, il devra tenir compte de la zone géographique et de l'aménagement actuel du territoire. En effet, d'après la dernière enquête sur la mobilité des Belges (BELDAM\*), si tous les Belges optent avant tout pour la voiture pour leurs déplacements, on voit qu'ils sont 70,6% de Wallons contre 37,5 de Bruxellois... Ceux-ci sont en effet plus nombreux que les autres Belges à choisir les transports en commun (24,3% contre 6,7 à 7,6% respectivement en Flandre et en Wallonie), vu que ceux-ci y sont nettement plus développés. Et comme la Flandre est le « plat pays », elle privilégie comme moyen de transport alternatif la marche et le vélo (ce dernier séduit 13,3% des Flamands, contre 4,2% des Bruxellois et 1,7% des Wallons).

Voilà qui mérite de mener les réflexions sur des modes de transport plus durables...

\* BELgian Daily Mobility, réalisée par BELSPO (SPP Politique Scientifique) et du SPF Mobilité et Transport

scandinaves, on a compris que le géant économique avait des pieds d'argile tant au niveau de la disponibilité des ressources que de l'impact sur l'environnement. Alors oui, l'énergie est abondante par ces méthodes de production, mais jusqu'où leur impact est-il acceptable ? »

La réponse qui doit être trouvée n'est donc pas simple, d'autant qu'elle peut varier selon les moyens : ceux de l'industrie ne sont pas comparables à ceux d'un ménage... Cependant qu'on le veuille ou non, la ressource énergétique de stock dans laquelle nous puisons a une limite.

S'offrent alors deux options : continuer à répondre à un besoin massif immédiatement en utilisant les énergies fossiles, le nucléaire, jusqu'à épuisement avec le risque supplémentaire de voir les problèmes de pollution s'accroître. Ou se tourner dès à présent vers une ressource éternelle, comme l'énergie solaire, éolienne et hydraulique, la biomasse ou la chaleur naturelle (géothermie, chaleur océanique ou solaire indirecte). « Ce virage peut paraître plus difficile que la logique actuelle, mais il permettra une transition plus facile demain quand le stock sera vidé. C'est un choix de société



### EN SAVOIR PLUS

APeRe : [www.apere.org](http://www.apere.org).  
Téléchargez les brochures « Renouvelable » sur le site.



**200**  
millions  
de personnes dans  
le monde bénéficient  
du microcrédit

## Marek Hudon et l'évolution de la microfinance

**Passionné par la microfinance depuis la fin de ses études, Marek Hudon n'a eu de cesse de s'intéresser à ses tenants et aboutissants. Cette fois, c'est au Vietnam qu'il a posé ses valises pour mieux comprendre l'évolution de ses institutions.**

Rêver d'ouvrir une maison des jeunes au Sénégal et mener des études d'Ingénieur de Gestion, voilà deux choses que l'on imagine difficilement retrouver chez une seule et même personne. Et pourtant... Diplômé de la Solvay Brussels School en 2003, l'adolescent Marek Hudon rêvait bel et bien d'aider les jeunes sénégalais. Un rêve qu'il n'a pas balayé au cours de ses études, il a juste pris forme autrement. C'est par le biais de la microfinance que Marek Hudon est resté en adéquation avec ses préoccupations sociales d'adolescent.

génératrices de revenus. Leur permettant ainsi de développer de très petites entreprises de commerce ou d'agriculture, notamment », explique le professeur à la Solvay Brussels School (ULB). Aujourd'hui, 200 millions de personnes bénéficient de ce type de services. Des personnes qui sont pour la plupart des chefs de famille, on imagine donc aisément que le nombre de personnes dont le niveau de vie est amélioré grâce à la microfinance est beaucoup plus grand. « Avec la microfinance, on est au delà du don, on ambitionne une logique d'aide durable. »

### Aider les plus pauvres à développer leurs activités

« La microfinance regroupe l'ensemble des services financiers mis à la disposition des pauvres pour les aider à développer leurs activités. Le microcrédit, par exemple, permet d'offrir de très petits crédits à des familles pauvres pour les aider à conduire des activités productives ou

### Épargnes, assurances et transferts d'argent

Outre les microcrédits, certaines institutions de microfinance proposent aussi des services d'épargne, d'assurances et de transferts d'argent. Mais qui prend le risque de prêter aux plus pauvres ? « Les institutions de microfinance peuvent prendre plusieurs formes. Elles peuvent

### BIO EN BREF

- 2003** Obtention du grade d'Ingénieur de Gestion (Université Libre de Bruxelles)
- 2004** Obtention d'une licence en philosophie (ULB)
- 2005** Lancement de l'European Microfinance Programme (MCC en microfinance)
- 2006-**
- 2007** Séjour doctoral à l'Université d'Harvard et obtention de sa thèse de doctorat « Ethics and Public Policy in microfinance » (ULB)
- 2007** Création du Centre Européen de Recherche en Microfinance avec Marc Labie (UMONS) et Ariane Szafarz (ULB)
- 2008** Professeur Assistant à la Solvay Brussels School of Economics and Management (ULB)



## LE CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHE EN MICROFINANCE (CERMI)

Ce centre est l'unité de recherche en microfinance du Centre Emile Bernheim et des Facultés Warocqué, codirigé avec Marc Labie (UMONS) et Ariane Szafarz (ULB). Il a pour objectif de mener des recherches en microfinance, de favoriser la réalisation de thèses de doctorat et d'appuyer les autorités belges et européennes dans la compréhension de l'ensemble des aspects influençant le développement de la microfinance et la bonne gestion des institutions qui y participent.

Quatre domaines constituent les axes prioritaires:

- le management et la gouvernance des organisations de microfinance,
- les questions éthiques,
- l'analyse des marchés,
- les politiques publiques et les subventions.

Le centre est par ailleurs lié à l'European Microfinance Programme (Master Complémentaire en microfinance). L'un des plus importants masters du genre organisé en Europe.

Plus d'infos : [www.cermi.eu](http://www.cermi.eu)

être à but lucratif ou non, par exemple. Beaucoup d'institutions de microfinance ont commencé leurs activités en tant qu'organisation non gouvernementale. Sauf que pour développer des activités d'épargne, ce qui est de plus en plus demandé par les clients, ces institutions ne peuvent rester telle quelle. Elles se doivent de devenir des sociétés réglementées à but lucratif. Une transformation qui les aide en outre à remplir des objectifs de croissance. » C'est précisément cette transformation qui occupe à présent Marek Hudon.

### Des institutions qui évoluent

En 1970, lorsque les premières institutions de microfinance ont vu le jour, elles étaient loin d'imaginer qu'une trentaine d'années plus tard, elles devraient revoir leur manière de fonctionner pour pouvoir proposer l'ensemble des services de la microfinance. En effet, si à peu près tout le monde peut prêter de l'argent, lorsqu'il s'agit de collecter l'épargne, le régulateur est beaucoup plus strict. « Dans ce cas, il faut être une coopérative ou devenir une société à but lucratif ce qui implique beaucoup de changements institutionnels. Or, nous avons constaté que ces changements ne se déroulaient pas aussi facilement qu'imaginé. Cela prend du temps et parfois, ça échoue d'ailleurs. Beaucoup de gens ont pensé que le changement de statut allait rapidement

se traduire par une meilleure efficacité mais c'était sans estimer correctement les coûts financiers et humains de cette transformation. »

### Direction le Vietnam !

Pour mieux comprendre les changements qu'implique cette transformation, Marek Hudon est parti pour un an en mission scientifique financée par le F.R.S.- FNRS au Vietnam, à Hanoï. « Au Vietnam, peu d'institutions se sont déjà transformées en institutions à but lucratif. La première transformation a eu lieu il y a deux ans, c'est donc l'endroit rêvé pour suivre l'ensemble du processus. Dans le cadre de cette recherche, je vais à la rencontre des différentes parties prenantes : les gestionnaires des institutions de microfinance, leur personnel, leurs bailleurs, investisseurs et leurs clients. » En outre, à Hanoï, la coopération belge au développement est très active comme bailleur de fonds, ce qui permet aussi de s'intéresser au volet belge de la microfinance. Sur place, les premiers résultats de Marek Hudon ne se sont pas fait attendre. « Ils montrent que la performance financière des institutions a tendance à diminuer juste après la transformation à cause des coûts financiers et humains. Le fait de devoir satisfaire les exigences de la banque centrale et de faire intervenir de nouveaux métiers, par exemple, ça change complètement le mode de gestion. »

## « Avec la microfinance, on est au delà du don, on ambitionne une logique d'aide durable. »

### Une transformation en deux temps

Autre constatation du scientifique : contrairement à ce que les experts avaient imaginé, cette transformation ne se fait pas en une seule fois, deux étapes sont généralement nécessaires. Et qui dit plus d'étapes, dit plus de temps. « Quand on passe d'un projet social d'une ONG à une institution à actionnariat, on remarque qu'il y a une étape intermédiaire. Le projet se sépare d'abord de l'ONG et devient une petite institution indépendante. Ce n'est qu'ensuite que cette institution indépendante de l'ONG mère devient une institution sous forme de société à actionnariat. Une institution qui est alors plus proche d'une logique bancaire que d'une logique sociale. » En outre, comme la logique de gestion de l'institution change, le type de profil des personnes qui assureront sa gestion

change aussi : « Dans ce type d'institutions, on fera plus appel à des profils financiers qu'à des profils sociaux ».

Le projet court jusqu'en août 2012, date à laquelle Marek Hudon rentrera en Belgique, les valises remplies de données qu'il lui restera à analyser pour tirer ses propres conclusions sur la transformation des institutions de microfinance. Une fois le travail terminé, gageons que le processus de transformation puisse être mieux compris partout ailleurs !

Elise Dubuisson



Marek Hudon  
CEESE/CERMI, ULB  
[mhudon@ulb.ac.be](mailto:mhudon@ulb.ac.be)



## ETHIQUE ET DÉVELOPPEMENT



Si prêter aux plus pauvres est le but premier de toute institution de microfinance qui se respecte, il arrive parfois un moment où le développement de ses activités permet d'entrevoir un possible bénéfice... C'est là que la question de l'éthique entre en jeu. « Depuis 10 ans certaines institutions se sont beaucoup développées. Lors de ce développement, le risque de dérive

de la mission sociale est bien présent. Il existe d'ailleurs tout un débat par rapport à cette évolution des institutions qui, après un certain temps, veulent faire des bénéfices parallèlement à leur logique sociale. C'est un sujet qui demande autant de recherches que les problèmes liés à leur gestion. »

## ET DANS LE FUTUR ? DES ENTREPRISES SOCIALES AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Marek Hudon n'est pas à un projet près... Alors que sa mission au Vietnam n'est pas encore terminée, il pense déjà à ce qu'il fera ensuite !

- Dans ses cartons on trouve notamment un projet de recherche (en codirection) financé par le F.R.S.- FNRS sur les différences entre le don et le crédit.
- Ainsi qu'un programme PAI sur les entreprises sociales menée en partenariat avec l'ULg, l'UCL et la VUB.
- Outre ses activités en microfinance, il travaille aussi depuis trois ans sur le développement durable au Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement (CEESE). Il y est promoteur d'un projet en partenariat avec la KULeuven sur les outils financiers innovateurs pour les économies d'énergie (INESPO), financé par BELSPO. Il sera par ailleurs co-président du Premier Congrès Interdisciplinaire du Développement Durable qui aura lieu à Namur les 31 janvier et 1<sup>er</sup> février 2013.

# Stockage de l'hydrogène pour plus d'autonomie...

## ... éviter les pannes des énergies alternatives

De nombreux chercheurs sont en quête de solutions pour nous permettre de rouler à l'électricité plus longtemps ou de stocker de l'énergie produite en journée par les panneaux solaires pour l'utiliser la nuit, voire l'été pour l'hiver. Parmi eux, Yaroslav Filinchuk explore la voie du stockage de l'hydrogène...

Les sources d'énergie durables ont le vent en poupe, c'est le cas de le dire. En effet, parmi ces solutions, on peut citer la production d'énergie par les éoliennes ou les panneaux solaires, mais aussi la construction de voitures électriques. Mais ces technologies, encore relativement nouvelles, se heurtent à différents problèmes technologiques. Parmi ceux-ci, il y a le stockage de l'énergie. « Pour ce qui est de la voiture électrique, le problème se situe dans la durée d'autonomie. Actuellement, les batteries fonctionnent au lithium. Elles sont énormes et très lourdes. Avec les voitures électriques roulant avec des batteries à l'hydrogène, on pourrait réduire leur volume et leur poids, mais surtout augmenter leur autonomie », explique Yaroslav Filinchuk, professeur à l'Institute of Condensed Matter and Nanosciences de l'UCL.

### Énergie impossible à stocker

Et pour stocker de l'énergie, il faut d'abord la produire... Parmi les alternatives écologiques et durables, il existe les sources provenant de l'éolien ou des panneaux photovoltaïques. « Il est actuellement impossible de stocker une grande quantité d'énergie sans transformer l'électricité en agents chimiques. Les moyens physiques de stockage de l'énergie, qui utilisent des (super)condensateurs ou les supraconducteurs, ne peuvent, pour l'instant, que compléter le stockage (électro)chimique. » Impossible donc de stocker l'énergie produite par nos panneaux, mais non utilisée.



La question qui se pose alors est : à quoi bon fabriquer une quantité énorme par des panneaux solaires pendant la journée lorsque la consommation est moindre et ne pas pouvoir la stocker pour l'utiliser le soir, période où la demande est plus importante ? D'autant plus que si vous vous trouvez dans une localité où plusieurs maisons disposent de panneaux solaires qui réinjectent en même temps dans le réseau beaucoup d'énergie produite, la capacité de ce dernier étant limitée aussi, la saturation menace... L'exemple de Fosses-la-Ville en mai dernier atteste que le problème se pose déjà...

La solution à ce gaspillage d'énergie, Yaroslav Filinchuk la cherche dans la possibilité de la transformer en hydrogène qui sera ensuite stocké sous forme solide dans une « batterie ». Problème : si l'hydrogène a une densité d'énergie massique élevée, il s'agit surtout d'un gaz très léger... Sous sa forme gazeuse, sa masse volumique est de 0.09kg/m<sup>3</sup>. Autrement dit, pour qu'une voiture puisse avoir une autonomie de 400km, il lui faudrait un volume d'hydrogène d'environ 45m<sup>3</sup>, soit un réservoir équivalent à un cube de 3.5m de côté... Si l'on gardait des réservoirs comme ceux que les voitures ont aujourd'hui, l'autonomie avec l'hydrogène serait de... 600 m !<sup>(1)</sup>

Il fallait donc trouver une méthode pour diminuer le volume de l'hydrogène.

### Méthodes de stockage

Trois possibilités existent : soumettre l'hydrogène à une pression de 700 bars et l'utiliser toujours sous forme gazeuse. Le volume est réduit environ 500 fois, pour arriver à une masse volumique de 42kg/m<sup>3</sup>. C'est une technologie déjà testée sur des autobus allemands. Le problème réside dans la nécessité de comprimer l'hydrogène et d'utiliser des réservoirs à haute pression, qui occupent également un grand volume.

La deuxième possibilité est de transformer l'hydrogène sous forme liquide. Ici, la masse volumique atteint les 71kg/m<sup>3</sup>, ce qui est conforme aux dimensions des réservoirs actuels des voitures. Le problème réside ici dans la nécessité, pour amener l'hydrogène à l'état liquide, de le refroidir et le maintenir à -252.8°C, impliquant de ce fait la présence d'un dispositif pour y parvenir. Le coût énergétique de celui-ci n'en vaut pas la chandelle... Une marque de voitures haut de gamme a néanmoins tenté la cryocompression qui semble tenir ses promesses tant en termes de performances, et de coût énergétique que de coût final (potentiellement acceptable) pour l'utilisateur.

La solution choisie par l'équipe de Yaroslav Filinchuk est celle de l'hydrogène stockée dans les solides. « Cette solution est moins dangereuse que le pétrole, le risque d'explosion est moindre qu'avec le combustible liquide. En outre, les capacités volumétrique et gravimétrique des hydrures sont plus élevées que pour toute autre forme de stockage de l'hydrogène. »

### Technique neuve

Plusieurs techniques ont déjà fait leurs preuves en termes de stockage d'hydrogène solide. Par exemple, celle qui utilise des hydrures métalliques, à savoir des composés chimiques résultant de la réaction de l'hydrogène en contact avec certains métaux : le métal (pur ou un alliage) est choisi en fonction de sa capacité à absorber de l'hydrogène et l'hydrure métallique formé stocke l'hydrogène sous forme atomique, et non plus sous forme moléculaire. L'hydrogène capté peut ensuite être libéré pour être utilisé.

« On peut aussi utiliser des hydrures complexes, qui combinent des métaux avec des complexes formés par les atomes de bore, d'aluminium ou d'azote avec de l'hydrogène pour créer des structures polyatomiques complexes. » Ce groupe de matériaux est un objet important des recherches de l'équipe du Pr Filinchuk.

Mais une autre technologie émerge : l'utilisation de matériaux nanoporeux. Ces polymères inorganiques poreux, connus sous le nom de MOFs (Metal Organic Framework), utilisent donc à la fois des matériaux métalliques et organiques. « Ces matériaux hybrides présentent la particularité d'être constitués d'une grande quantité de pores, dans lesquels il est possible de stocker de l'hydrogène ou d'autres gaz. Et il est tout aussi facile, par une modification de pression, de l'en faire sortir pour l'utiliser. » Dans certains cas, ces solides nanoporeux sont capables de « s'ouvrir » et de se « refermer » en fonction de différentes sollicitations : chaleur, pression, présence de gaz ou de solvants. Lorsqu'ils « s'ouvrent », ils peuvent proposer un espace jusqu'à 3 fois plus important, laissant autant de place pour des molécules ! Récemment, l'équipe de Yaroslav Filinchuk a créé le premier solide poreux constitué d'un hydrure complexe : il combine les deux classes les plus prometteuses des matériaux de stockage d'hydrogène. L'équipe de l'UCL tente de synthétiser de nouveaux hydrures afin de multiplier les possibilités de matériaux de stockage.

« Avec les voitures électriques roulant avec des batteries à l'hydrogène, on pourrait réduire leur volume et leur poids, mais surtout augmenter leur autonomie. »

### L'industrie sur le coup

L'industrie automobile a déjà montré un grand intérêt en proposant un concept-car hybride à pile combustible : en plus d'une batterie au lithium-soufre, elle propose un réservoir d'hydrogène de type MOF. Avec 7,5 kg de composé actif en plus, elle offre une autonomie de 1000 km ! Elle alimente ainsi 4 moteurs situés au niveau de chaque roue.<sup>(2)</sup> « L'intérêt de l'industrie automobile est en effet grand, mais on n'en est qu'au développement, pas encore à la production de masse ! », tempère Yaroslav Filinchuk. Son laboratoire de recherche est en pointe pour trouver des améliorations à ces méthodes, notamment grâce au soutien financier de General Motors. « Ensuite, il appartient à l'industrie de choisir l'option qui lui semble la plus adéquate pour le

développement. » Une conclusion qui vaut aussi pour le stockage, comme on le disait, de l'énergie produite par les particuliers...

En collaborant avec des centres de réputation mondiale, comme l'ESRF (Synchrotron Européen à Grenoble), la recherche belge montre une fois encore son dynamisme...

Carine Maillard

Sources :

1. Wikipedia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Stockage\\_d%27hydrog%C3%A8ne](http://fr.wikipedia.org/wiki/Stockage_d%27hydrog%C3%A8ne)
2. <http://www.afh2.org/fr/index.php?c=70>



Yaroslav Filinchuk  
MOST, UCL  
[yaroslav.filinchuk@uctouvain.be](mailto:yaroslav.filinchuk@uctouvain.be)



Pr Yaroslav Filinchuk, UCL

Yaroslav Filinchuk est originaire de Lviv, une grande ville ukrainienne et a rejoint notre pays fin 2010. Dès 13 ans, il a été en contact avec le monde de la recherche, chose que permettait le type d'enseignement qu'il a suivi. Et en 1995, il reçoit la médaille d'argent des Olympiades de Chimie à Pékin.

Ensuite, c'est l'université en Ukraine, et rejoint après 5 ans le laboratoire de cristallographie à Genève : « Je me suis intégré dans la recherche sur les hydrures. Après j'ai fait parti de l'équipe Suisse-Norvégienne à l'ESRF de Grenoble où avec mes collègues j'ai pu mettre en place un projet qui m'a valu l'ESRF young scientist award 5 ans plus tard, juste avant mon arrivée en Belgique. »

Comme beaucoup de chercheurs, il souligne l'esprit positif qui règne chez nous : « Les chercheurs sont moins animés par un esprit de compétition, mais davantage de collaboration. L'ambiance est meilleure qu'ailleurs et on y sent beaucoup de perspectives, plus de dynamisme. En plus, pour ce qui concerne mon domaine qu'est la cristallographie, les opportunités sont importantes ici. »

Celui qui a voulu être chimiste suite à la lecture de l'Île Fantastique de Jules Verne et qui avait construit son labo dans la cave de son immeuble peut aujourd'hui se dire qu'il a réalisé un rêve d'enfant !

# Profiter de la chaleur de la terre

D'expérimentale, la géothermie pourrait devenir une ressource énergétique importante en Hainaut grâce aux travaux de recherche menés par les géologues et les ingénieurs de la Faculté polytechnique de Mons, soutenus par l'IDEA. Son développement s'appuie sur une meilleure connaissance du sous-sol profond.

La géothermie n'est certes pas une nouveauté. Ses ressources étaient déjà exploitées dans l'Antiquité, par exemple le captage des eaux thermales dans l'Empire romain. Mais les crises énergétiques des dernières décennies ont remis cette ressource à l'ordre du jour. La hausse des prix des combustibles fossiles et la nécessité de réduire nos émissions de gaz à effet de serre rendent la géothermie plus attrayante.

Elle repose sur un principe simple en théorie : exploiter la chaleur naturelle de la Terre, emmagasinée par la planète au moment de sa formation et renforcée par la désintégration des éléments radioactifs. Résultat : plus on s'enfonce sous terre, plus il fait chaud. C'est ce qu'on appelle le gradient géothermique. Chez nous, la température croît de 3°C en moyenne par 100 mètres de profondeur. Dans d'autres régions du globe, cette hausse peut être plus rapide, dans les zones volcaniques notamment.

Cette énergie disponible dans les profondeurs de l'écorce terrestre n'est pas renouvelable au sens strict mais, à l'échelle de l'humanité, c'est une ressource quasiment inépuisable. « On peut donc dire que c'est une énergie durable, et non polluante », souligne le Pr Yves Quinié, chef du Service de géologie fondamentale et appliquée à la Faculté polytechnique de Mons (FPMs). « En outre, son utilisation n'est pas limitée aux zones chaudes de l'écorce terrestre ; on peut faire de la géothermie là où le gradient est normal. »

## De la très basse à la haute température

C'est à Larderello en Toscane, au début du 20<sup>e</sup> siècle, qu'a été mise en œuvre la première exploitation industrielle de la géothermie : les forages qui ont percé les formations géologiques imperméables de surface ont libéré de l'eau chaude sous forme de vapeur qui fait tourner des alternateurs produisant de l'électricité. Depuis lors, la géothermie s'est surtout développée dans des régions à anomalie thermique, comme les zones volcaniques.

Mais la géothermie peut être exploitée ailleurs, car il existe plusieurs catégories de géothermie. A très basse température (10-12°C), la géothermie exploite les aquifères de surface par la technologie de la pompe à chaleur, qui peut être utilisée dans les systèmes de chauffage et de refroidissement. La géothermie de basse température fonctionne à des températures se situant entre 50 et 90°C et est le plus souvent utilisée pour des systèmes de type chauffage urbain. Les géothermies de moyenne température (90 à 150°C) et de haute température (plus de 150°C) permettent de faire fonctionner des turbines et donc de produire de l'électricité, une énergie plus transportable.

En Belgique, les seules expériences de géothermie de basse température se sont faites dans la région de Mons-Borinage, où elles ont profité de l'expertise des ingénieurs et des géologues de la Faculté polytechnique (UMONS). Le Pôle Energie de la faculté mène des recherches dans les domaines de la géothermie de sur-

+de 150°  
pour les géothermies  
de hautes températures



## LE SOCLE DE LA CONNAISSANCE GÉOLOGIQUE

La connaissance des couches géologiques profondes sous le sol de la Belgique reste lacunaire. Etant donné qu'un forage comme ceux réalisés dans les environs de Mons coûte environ 4 millions d'euros, on ne peut pas développer la géothermie au hasard. « La connaissance géologique du sous-sol est un préalable à l'exploitation géothermique », souligne Yves Quinif. « Nous devons développer des études conceptuelles à partir de nos observations de terrain. Nous essayons de mieux cerner le risque géologique, celui de forages non fructueux, par des études géologiques en profondeur. »

Au mois de mai par exemple, une prospection géophysique lourde était programmée sur le bassin de Mons : on fait vibrer des gros camions qui génèrent des ondes se déplaçant à des vitesses variables selon les couches géologiques traversées et dont le signal est récupéré par des géophones. Les données recueillies sont ensuite interprétées par des moyens informatiques très poussés pour produire une image très précise du sous-sol.

Cette cartographie du sous-sol permet non seulement de fournir des précisions utiles aux foreurs, mais d'élaborer des rapports qui soutiendront la recherche de fonds pour le développement de l'exploration.

Les géologues de Mons travaillent aussi avec les sismologues de l'Institut royal météorologique. L'étude du bruit sismique peut en effet fournir des données supplémentaires sur la structure du sous-sol.

Une assistante du Pôle Energie de la FPMs, Luciane Licour, a consacré sa thèse de doctorat à l'étude des relations entre la géologie profonde et le comportement hydrogéologique du réservoir géothermique du Hainaut. Elle avait pour objectif de rassembler et de synthétiser les données géologiques, hydrogéologiques, thermiques et chimiques relatives à cet aquifère, de les réinterpréter et de les compléter.

« Notre travail est enthousiasmant, conclut Yves Quinif. Notre recherche est up-to-date par rapport à l'international, alors que nous sommes très petits. Ce type de programme augmente les capacités de recherche de nos chercheurs. L'étude du sous-sol profond peut d'ailleurs servir à d'autres activités que la géothermie, par exemple au repérage de réservoirs profonds pour le stockage éventuel de gaz ou de CO<sub>2</sub>. Nous sommes en prise avec le futur proche. »



Pr Yves Quinif, UMONS

plus jeunes (celles qui contiennent du charbon) se retrouvent sous des formations du Devonien, à la suite de chevauchements (charrages) consécutifs aux puissants mouvements tectoniques hercyniens. A environ 2.500 mètres de profondeur, le trépan du forage pénétra dans une cavité d'où jaillit une eau à 73°C.

C'était justement l'époque des chocs pétroliers. Et voilà que se présentait une source d'énergie alternative qui pouvait se révéler intéressante. Avec l'appui scientifique et technique de la Faculté polytechnique de Mons, l'Intercommunale de développement économique et d'aménagement du territoire de la région Mons-Borinage-Centre (IDEA) a décidé d'investir dans une installation de chauffage urbain. « Depuis 1986, l'eau chaude du puits géothermique de Saint-Ghislain alimente une centrale de chauffe qui assure le chauffage de trois complexes scolaires, la piscine locale et dix immeubles d'habitation (355 appartements) », explique Alain Rorive, ingénieur principal au Bureau d'études d'IDEA et responsable de la Cellule hydrogéologie IDEA-FPMs. « A la sortie de la chaufferie, l'eau est encore à 40°C. Elle est alors dirigée vers une serre horticole de 4000 m<sup>2</sup>, d'où elle est encore envoyée vers le digesteur de la station d'épuration de Wasmuël, contribuant à la fermentation des boues pour la production de biométhane. Enfin, elle est rejetée dans la Haine, à une température inférieure à 30°C. » Cette installation permet d'économiser l'équivalent de 2,3 millions de m<sup>3</sup> de gaz naturel par an et réduit les émissions de CO<sub>2</sub> de 5.400 tonnes par an.

face et des pompes à chaleur ainsi que de la géothermie de basse température. Il a aussi des projets de recherche pour trouver des gisements de moyenne température.

La géothermie a besoin d'un fluide intermédiaire caloporteur, en général l'eau. Il faut donc rechercher le milieu perméable où ce fluide peut circuler. Il s'agira soit d'un aquifère profond (c'est le cas du Hainaut), soit de formations où l'on peut injecter un fluide et le faire circuler pour qu'il se réchauffe.

L'aventure de la géothermie en Hainaut trouve son origine dans un forage profond entrepris à la fin des années 70 aux environs de Saint-Ghislain par le Service géologique de Belgique. L'objectif était de mieux comprendre les anomalies stratigraphiques de cette région, où des roches

### Bientôt huit puits géothermiques

Toujours dans le même bassin, deux autres puits ont été forés de 1980 à 1982, à Douvrain et à Ghlin. A Douvrain, la géothermie alimente l'hôpital de Hornu. Mais le gisement de Ghlin n'a pas été exploité, en raison de la baisse des prix réels du pétrole, qui a entraîné une baisse d'intérêt des décideurs politiques et économiques pour les énergies alternatives. Avec la nouvelle flambée des prix du pétrole et les préoccupations face au réchauffement climatique, la géothermie a été remise à l'honneur. Du coup, le site de Douvrain va aussi alimenter la clinique Louis Caty à Baudour et celui de Ghlin sera mis en production en 2013 pour y alimenter une zone d'activités économiques.

D'autres projets sont en cours, en particulier Géother-Wall, avec IDEA, pour le forage de cinq nouveaux puits. Le forage du premier démarrera à la fin de 2012, à l'ouest de Mons, derrière la gare. Il alimentera des bâtiments à construire : la nouvelle gare, un centre de congrès, un centre administratif, une grande surface et des logements.

Des projets de géothermie de moyenne température sont en préparation, avec des forages allant à des profondeurs de 4 à 5000 mètres.

« Actuellement, en termes de prix, cette géothermie est compétitive avec l'énergie fossile à condition que les pouvoirs publics subsidient 50 % de l'investissement, note Alain Rorive. Mais en Belgique, la géothermie est face à un vide juridique : les risques financiers et juridiques ne sont pas couverts, car il n'existe pas de système de concession comme c'était le cas pour les mines de charbon. Le risque existe alors de voir des firmes commerciales venir profiter, sur le même aquifère, des prospections fructueuses réalisées par les chercheurs avec le soutien d'argent public. »

Jean-Paul Vankeerberghen



Nettoyage des puits avec de l'eau sous pression



**Yves Quinif**  
Géologie fondamentale et appliquée, UMONS  
[yves.quinif@fpm.ac.be](http://yves.quinif@fpm.ac.be)

Nous sommes  
réellement à un  
tournant, au début  
d'une petite révolution  
qui va nous ouvrir  
d'autres horizons.



« Le but, on le voit, est non seulement de préserver le plus possible l'environnement, mais aussi de trouver des alternatives renouvelables comme sources d'énergie, pour remplacer le pétrole et autres ressources qui vont un jour s'épuiser. »



## Biomasse, un tournant dans la chimie ?

**Que sait le grand public exactement de la biomasse ? Peu de choses à vrai dire... Idem, a fortiori, pour l'énergie tirée de la biomasse. Certains pourront cependant répondre que celle-ci consiste à utiliser des résidus de matières organiques pour fabriquer de l'énergie (bioénergie). Une réponse juste, mais restrictive... Car la biomasse recouvre une variété de réalités bien différentes...**

La biomasse représente l'ensemble des matières organiques d'origine végétale ou animale, y compris des résidus, comme la fraction organique des déchets ménagers, les résidus agro-industriels ou les déchets verts. Elle peut être utilisée pour produire de l'énergie. Il existe différentes formes d'énergie de biomasse : les biocarburants pour le transport (produits essentiellement à partir de céréales, de sucre, d'oléagineux et d'huiles usagées), le chauffage domestique (alimenté au bois) ou encore l'électricité et la chaleur produites, séparément ou simultanément, à partir de la biométhani-

sation de résidus fermentescibles ou de la combustion de bois.

« Depuis qu'il existe, l'Homme exploite la biomasse que la Nature lui offre comme source renouvelable de matériaux (bois de construction, fibres textiles...), de molécules 'actives' (teintures, plantes médicinales...), d'énergie (traction animale) et d'aliments. Les techniques utilisées pour convertir la biomasse en produits utiles ont évolué. Aujourd'hui, elles continuent encore à évoluer, au niveau mondial, en vue de préparer l'ère de l'après-pétrole, tant dans le secteur de l'énergie que dans celui du bioraffinage

et de la chimie verte », explique le Pr Patrick Gerin. Avec le Pr Eric Gaigneaux, tous deux de l'Université catholique de Louvain, ils sont actifs dans le domaine des conversions de la biomasse, avec des méthodes différentes mais dans un objectif commun : mieux convertir différentes formes de biomasse en molécules utilisables, dont certaines présentent un intérêt comme vecteurs énergétiques renouvelables... et in fine réduire notre dépendance aux énergies fossiles comme le pétrole.

### Le principe de base

Certains processus se passent naturellement dans la nature, mais ne permettent pas d'en récupérer de l'énergie ou des molécules utiles (ex. décomposition naturelle des déchets organiques). D'autres ne se passent qu'à des vitesses beaucoup trop lentes pour être utilisables. C'est ici qu'intervient l'homme, notamment par l'utilisation de catalyseurs, histoire d'accélérer les processus souhaités et d'obtenir les produits désirés. Et selon le catalyseur employé, la technique variera et donc son coût, mais aussi son impact environnemental.

Le Pr Patrick Gerin, enseignant de la Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, et menant ses recherches au sein du pôle de Microbiologie appliquée (ELIM) du Earth and Life Institute (ELI), utilise des biocatalyseurs, à savoir des micro-organismes ou des enzymes. « Dans un premier axe de recherche, nous cherchons à améliorer la conversion de la biomasse vers la production de méthane (biométhanisation). Il existe une série de substrats plus difficiles à convertir et nous cherchons donc à optimiser leur 'digestion' pour obtenir plus de 'biogaz', gaz de fermentation composé principalement de méthane (50-75%) et de dioxyde de carbone (25 à 45%). Ce gaz est combustible et peut être valorisé en chaudière, comme carburant de moteurs qui produisent de l'électricité, souvent avec récupération de chaleur (cogénération) ou, après purification, comme carburant automobile, ou encore pour l'injection dans le réseau de distribution de gaz. »

Un deuxième axe de recherche du Pr Gerin vise à convertir certaines biomasses en éthanol, pour arriver à du bioéthanol, utilisable dans les carburants... « L'éthanol produit à partir de sucre ou de céréales pose des questions de compétition avec l'approvisionnement alimentaire. Les biomasses ligno-cellulosiques, telles que le bois ou

la paille, non comestibles, offrent une ressource considérable en cellulose, dont l'hydrolyse permet d'obtenir le sucre nécessaire à la production d'éthanol. L'hydrolyse de la cellulose fait l'objet d'intenses efforts de recherche au niveau international, afin de la rendre technico-économiquement faisable », poursuit le Pr Gerin. La grande spécificité de cette recherche se situe dans la matière première utilisée, à savoir des biomasses herbacées, comme l'herbe et des résidus agro-industriels, au lieu des classiques betteraves et céréales. « Ces matières premières sont largement disponibles, mais humides, fermentescibles et doivent donc être exploitées rapidement et localement. Mais comme elles contiennent nettement moins de sucre que les betteraves, nous cherchons à établir un procédé global qui garde un bilan énergétique et environnemental positif. »

Enfin, le troisième axe de recherche consiste à convertir la biomasse en différents acides organiques à courte chaîne : c'est la fermentation acidogène. « Elle permet de convertir de la biomasse fermentescible en acides acétique, propionique, butyrique, lactique et en éthanol. Actuellement, toutes ces molécules, consommées à grande échelle par l'industrie, sont actuellement dérivées de la pétrochimie. La biomasse pourrait être une source alternative de ces molécules pour certaines applications, et de nouvelles applications (biocarburants, solvants renouvelables et biodégradables, biopolymères) pourraient suivre le développement d'une chimie verte basée sur ces molécules », conclut le Pr Gerin. D'ailleurs, depuis peu, les eaux usées de la région bruxelloise alimentent une installation pilote de production de bioplastiques.

### Et avec l'aide du non-vivant

Quant à l'équipe du Pr Eric Gaigneaux, de la même faculté que le Pr Gerin, mais dans l'Institute of Condensed Matter and Nanosciences (IMCN) - Molecules, Solids and Reactivity (MOST), elle travaille pour sa part avec des catalyseurs « non-vivants », précisément des catalyseurs solides inorganiques. Mais le but est toujours d'utiliser la biomasse pour parvenir à des produits utilisables et présentant une haute valeur ajoutée par l'industrie. D'ailleurs, les deux chercheurs ont eu l'occasion de collaborer sur un même projet, Lignofuel (financé par la Région wallonne), qui consiste à transformer la lignocellulose en biocarburants liquides. Un projet initié par Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).

D'autres projets sont également en cours dans l'équipe du Pr Gaigneaux, comme le projet Novoval « Nouvelle VOie de Valorisation de l'Acide Lactique wallon » réalisé dans le cadre de l'appel Greenomat de la Région Wallonne. « Le projet vise à

développer, en partenariat avec l'équipe du Pr Jean-Paul Pirard de l'ULg, une nouvelle voie pour valoriser l'acide lactique wallon issu de la fermentation de molécules issues de la biomasse. Le but est de le transformer en acide acrylique par déshydratation catalytique, tout en respectant les principes du développement durable. En effet, l'acide acrylique est une molécule importante pour l'industrie chimique. Cet acide est utilisé comme monomère pour la fabrication de plastiques, d'adhésifs, de peintures, de vitri-fiants, etc. Actuellement, l'acide acrylique est produit - via le propylène - à partir du propane, lui-même obtenu par hydrocraquage des dérivés pétroliers. Dans le cadre du développement durable, il est de nos jours crucial pour l'industrie chimique d'utiliser des matières premières ayant une origine autre que les ressources fossiles, et en particulier d'identifier des alternatives bio-sourcées », explique le Pr Gaigneaux. Le tout, toujours dans un bilan énergétique positif...

Enfin, il y a aussi le projet Cathestol, pour « CATalyseurs Hétérogènes d'ESTérification pour l'OLéochimie », réalisé en partenariat avec l'Université de Bordeaux 1 (Pr Rénal Backov) sous les auspices du projet européen IDS-FunMat et soutenu financièrement par la Région wallonne encore. « Le but est de valoriser la biomasse en biolubrifiants, que l'on pourrait utiliser dans des huiles de moteurs, ou des outils mécaniques fortement sollicités, etc. Les huiles actuelles sont d'origine synthétique à par-

tir, toujours, de la pétrochimie. Ces huiles ont l'avantage d'être très résistantes, très stables. C'est utile, mais potentiellement nuisible à l'environnement car justement ces huiles sont très stables... Le but est donc de fabriquer des biolubrifiants, tout aussi efficaces et résistants, mais avec l'avantage d'être biodégradables. L'idée est que ces bio-lubrifiants seraient notamment constitués d'acide oléique, un acide gras naturel d'origine végétale (que l'on retrouve dans toutes les huiles végétales, dont l'huile de pépins de raisin et le beurre de karité, par exemple) », poursuit le Pr Gaigneaux.

### Réinventer la chimie ?

Le but, on le voit, est non seulement de préserver le plus possible l'environnement, mais aussi de trouver des alternatives renouvelables comme sources d'énergie, pour remplacer le pétrole et autres ressources qui vont un jour s'épuiser. « Mais on assiste grâce à cette nouvelle façon de penser à un tournant dans la chimie. Avec le pétrole, notre raisonnement consiste à chercher comment le fonctionnaliser, c'est-à-dire comment ajouter des atomes d'oxygène ou d'azote par exemple, aux molécules qui le constituent pour pouvoir l'utiliser dans l'industrie. Par contre, avec la biomasse, tout l'enjeu est de développer une nouvelle chimie qui permet de faire le chemin inverse ! La biomasse est en effet spontanément plutôt riche en oxygène... pratiquement trop en fait, car cela lui confère fréquemment une certaine instabilité (tendance à solidifier), voire corrosivité. Pour rendre cette biomasse utilisable industriellement, on cherche donc plutôt à enlever de l'oxygène, à l'inverse de ce dont on a besoin en pétrochimie. Bref, on détricotte tout ce qu'on a appris jusqu'à présent pour réfléchir en sens inverse. Je pense qu'en matière de chimie, nous sommes réellement à un tournant, au début d'une petite révolution qui va nous ouvrir d'autres horizons », conclut le Pr Gaigneaux.

Carine Maillard



Eric Gaigneaux, UCL



Pr Patrick Gerin, UCL

#### Sources :

1. [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com)
2. [www.craaq.qc.ca](http://www.craaq.qc.ca)
3. [www.biowanze.be](http://www.biowanze.be)
4. [http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/geb/ documents/ACIDEGENE\\_NON\\_AXENIQUE.pdf](http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/geb/ documents/ACIDEGENE_NON_AXENIQUE.pdf)
5. [www.valbiom.be](http://www.valbiom.be)
6. <http://www.aquiris.be/article.php?ident=576>
7. <http://www.apere.org/index/node/2>



Eric Gaigneaux,  
MOST, UCL  
[eric.gaigneaux@uclouvain.be](mailto:eric.gaigneaux@uclouvain.be)

Patrick Gerin,  
ELIM, UCL  
[patrick.gerin@uclouvain.be](mailto:patrick.gerin@uclouvain.be)

# Des algues pour alimenter les voitures de demain



Pr Fabrice Franck, ULg

**Les microalgues pourraient bien être d'une grande aide pour en finir avec notre dépendance aux énergies fossiles. Des chercheurs de l'ULg, en collaboration avec d'autres équipes, s'y intéressent à la fois pour la production d'hydrogène et pour la production de biodiesel. Si l'étude de la production d'hydrogène est encore à un stade expérimental, la production de biodiesel à partir de ces microorganismes est sur le point d'être économiquement viable.**

Il y a près de quatre milliards d'années, les microalgues ont joué un rôle crucial dans l'évolution de la vie sur notre planète. Grâce à l'oxygène qu'elles produisent par le processus de photosynthèse, elles ont contribué à l'expansion des formes de vie sur Terre.

Ces organismes végétaux de taille microscopique, marins ou d'eau douce, sont responsables à eux seuls de plus de la moitié de la production de l'oxygène que l'on retrouve dans notre atmosphère.

Aujourd'hui, les microalgues sont sur le point de jouer un autre grand rôle pour la planète... en tant que sources d'énergie renouvelables. Elles sont au centre de l'attention de Fabrice Franck, Maître de recherche au F.R.S.-FNRS, qui dirige le laboratoire de

Bioénergétique de l'Université de Liège (ULg). De concert avec le laboratoire de génétique des microorganismes de l'ULg dirigé par Claire Remacle, Fabrice Franck s'intéresse à deux aspects de l'utilisation des microalgues dans le contexte du développement durable : la production d'hydrogène et la production de biodiesel.

## Production d'hydrogène, premiers constats

« Nous avons commencé à nous pencher sur la production d'hydrogène par *Chlamydomonas reinhardtii* en 2007 dans le cadre d'un projet Actions de Recherche Concertées, appelé Micro-H2, financé par la Communauté française », explique Fabrice Franck. « Alors que nous étudions les interactions entre la respiration et la

photosynthèse chez cette microalgue, nous avons découvert une enzyme particulièrement importante pour la production d'hydrogène : la déshydrogénase de type 2. C'est ce qui nous a poussé à nous lancer dans cette recherche », précise le chercheur. Depuis lors, les scientifiques liégeois se sont attelés à mettre au point des photobioréacteurs, dispositifs expérimentaux permettant de cultiver la petite algue verte et de mesurer sa production d'hydrogène. « Les résultats que nous avons obtenus jusqu'ici montrent que la production d'hydrogène par *Chlamydomonas reinhardtii* est insuffisante pour envisager une exploitation industrielle mais il est possible de l'accroître fortement », indique Fabrice Franck.

© ULg

les premiers biodiesels produits à partir de microalgues seront probablement disponibles sur le marché d'ici

**5 ans**



Pr Claire Remacle, ULg

## A la recherche de mutants superproducteurs

Ensemble, les deux laboratoires travaillent dès lors sur deux volets qui pourraient permettre d'augmenter la production d'hydrogène de cette microalgue surnommée Chlamy. Le premier vise à améliorer la technique de culture de la microalgue. « Nous avons récemment découvert que la production d'hydrogène est rapidement inhibée par son propre produit », révèle Fabrice Franck. « Il y a une limitation de la production d'hydrogène à cause de cette autoinhibition. Il faut donc considérer le problème d'échanges liquides-gaz au niveau des photobioréacteurs pour empêcher cette autoinhibition », poursuit le Maître de recherche F.R.S.-FNRS. Le second volet porte sur le métabolisme même de la microalgue. « Grâce au principe de criblage qui permet d'isoler des mutants d'intérêt, nous tentons de sélectionner les mutants de Chlamysomonas reinhardtii qui sont superproducteurs d'hydrogène », indique Fabrice Franck.

## La double casquette des microalgues

Outre la faible production naturelle d'hydrogène par Chlamy, les chercheurs sont confrontés à un autre obstacle pour l'exploitation à grande échelle de cette algue microscopique. En effet, cette dernière produit de l'hydrogène uniquement lorsqu'elle est confrontée à une carence en soufre. Ainsi, Claire Remacle et ses collègues tentent également de mettre la main sur un mutant produisant de l'hydrogène dans des conditions normales de culture. La route vers une exploitation industrielle de la production d'hydrogène par Chlamy est donc encore longue...

Mais l'hydrogène n'est pas la seule corde que les microalgues ont à leur arc pour nous libérer de notre dépendance aux

énergies fossiles. Alors que la production d'hydrogène est encore au stade de recherche fondamentale, la production de biodiesel à partir de ces microorganismes est, elle, sur le point d'être économiquement viable. « La production de biodiesel se fait à partir de microalgues d'eau douce ou marines, et de Cyanobactéries, également appelées algues bleues, qui présentent un rendement de production élevé », indique Fabrice Franck.

## En route vers les biocarburants de troisième génération !

Depuis 2007-2008, il y a un réel engouement pour la production de biodiesel à partir de microalgues, et ce pour deux raisons majeures. La première est que la productivité en biomasse à l'hectare de ces organismes est nettement plus élevée que celle de plantes telle que le colza. La seconde repose sur la possibilité de cultiver les microalgues sur des terres non fertiles et d'éviter ainsi la problématique de la production de biodiesel au détriment de la production alimentaire. Au même titre que le colza et d'autres plantes, la biomasse des microalgues est constituée en partie de lipides utilisables pour produire du biocarburant. La proportion de lipides est variable et dépend des conditions nutritionnelles et environnementales dans lesquelles les algues sont cultivées.

Fabrice Franck et Claire Remacle étudient comment produire du biodiesel à partir des microalgues depuis 2009 dans le cadre des projets interdisciplinaires BEMA et Sunbiopath (voir « En savoir plus »). « La culture à grande échelle de microalgues existe déjà depuis les années 80. Il existe notamment de grande exploitations en Australie et aux Etats-Unis », explique le scientifique. « Ces organismes sont riches en protéines, antioxydants, vitamine A, acides gras insa-

turés et autres composés à haute valeur ajoutée et sont principalement cultivés afin de produire des compléments alimentaires ou de la biomasse brute pour l'élevage d'animaux », précise Fabrice Franck.

## Combiner les usages des microalgues

Ainsi les rouages de la culture en masse des microalgues sont déjà bien huilés ! Reste à développer le processus dans une perspective de production de biocarburant. « Il faut maintenant identifier les bonnes espèces de microalgues et trouver un moyen de diminuer le coût de production à l'hectare », indique Fabrice Franck. En effet, les bassins de culture et les photobioréacteurs actuellement utilisés nécessitent un coût d'installation et de maintenance important. De leur côté, les chercheurs liégeois se focalisent sur la question de la productivité. Si la productivité à l'hectare des microalgues est bel et bien plus élevée que celle des plantes, elle est loin d'avoir atteint son maximum. « Cela touche à l'efficacité photosynthétique de ces microorganismes », explique Fabrice Franck. « Elle pourrait être augmentée d'un facteur 2 », révèle-t-il.

Les modèles étudiés jusqu'ici arrivent à la conclusion que l'exploitation des microalgues à grande échelle dans le seul but de produire du biodiesel n'est pas encore viable, même dans les régions à fort ensoleillement, mais que les cultures peuvent être rentabilisées en combinant diverses utilisations des microalgues. « Si on ex-



**Fabrice Franck**  
biochimie végétale et  
photobiologie, ULg  
[F.Franck@ulg.ac.be](mailto:F.Franck@ulg.ac.be)

**Claire Remacle**  
génétique des  
microorganismes, ULg  
[C.Remacle@ulg.ac.be](mailto:C.Remacle@ulg.ac.be)



© ULg



## EN SAVOIR PLUS

**BEMA** : le projet BEMA (Bio Energy out of Micro Algae) consiste à mettre en oeuvre le développement de systèmes de culture de micro-algues et leur exploitation pour la séquestration du CO<sub>2</sub>, la production de lipides (biocarburants) et de composés de haute valeur ajoutée.  
<http://bemaproject.com/>

**Sunbiopath** : le projet européen FP7 Sunbiopath - towards a better sunlight to biomass conversion efficiency in microalgae - se consacre à l'optimisation de la photosynthèse des microalgues en vue d'une culture en masse.  
<http://www2.ulg.ac.be/genemic/sunbiopath/>

**Micro-H2** : le projet ARC Micro-H2 «Production microbiologique d'hydrogène : étude des processus microalgal et bactérien» vise à étudier les bases scientifiques et à exploiter les processus microbiologiques de production d'hydrogène.  
<http://www.microh2.ulg.ac.be/>

ploite les lipides des microalgues pour la production de biodiesel et les 60% restant de leur biomasse pour l'élevage d'animaux et/ou la production de biogaz, les scénarios tiennent la route », conclut Fabrice Franck. Selon ce dernier, les premiers biodiesels produits à partir de microalgues seront probablement disponibles sur le marché d'ici cinq ans.

Enfin, la culture en masse des microalgues représente un autre avantage environnemental non négligeable puisque ces organismes consomment de grandes quantités de CO<sub>2</sub> pour effectuer leur photosynthèse. Des recherches sont actuellement en cours, notamment dans le cadre du projet BEMA, pour étudier la possibilité de capturer directement du CO<sub>2</sub> d'origine industrielle par des microalgues en culture. Décidément, les biocarburants de troisième génération, contrairement à leurs prédécesseurs, pourraient bien trouver grâce aux yeux de tous et faire partie des solutions de demain pour nous défaire des carburants fossiles.

Audrey Binet

**« Il faut maintenant identifier les bonnes espèces de microalgues et trouver un moyen de diminuer le coût de production à l'hectare. »**

# Misons sur les basses températures

Il y a des découvertes qui doivent attendre que leur heure vienne pour accéder au-devant de la scène. A l'instar des psychrophiles, des organismes vivants à basse température découverts il y a une cinquantaine d'années. Economiques, peu polluants et verts... Ils sont tout à fait dans l'air du temps !

Imaginez les pôles... Une étendue de glace, lisse, calme où la faune et la flore se font rares. Pourtant, en y regardant de plus près, cet écosystème grouille de microorganismes, de vertébrés et d'invertébrés dits psychrophiles. Comprenez qu'ils ne craignent pas le froid. Loin de là ! « Aux pôles, on trouve notamment un poisson polaire qui est capable de supporter des températures très basses, explique Georges Feller, responsable du Laboratoire de Biochimie (Centre d'Ingénierie des Protéines) de l'Université de Liège. Des conditions environnementales qu'il supporte sans geler grâce à la production d'une protéine agissant à la manière d'un antigel. » Voilà le genre de découvertes qui n'a pas laissé de marbre les scientifiques. Reste que là-bas, lors des premières expéditions de Georges Feller il y a une trentaine d'années, les conditions de recherches ne sont pas simples : « Lors de mes premières expéditions, les stations polaires n'étaient pas suffisamment équipées pour faire de la recherche à proprement parler et il était, en outre, impossible de ramener des ani-

maux vivants comme le poisson polaire dans nos laboratoires. Ce sont donc les bactéries qui ont retenu notre attention. Il suffit, en effet, de les congeler lors du trajet, pour les ramener intactes à Liège ».

## Du chaud au froid

A l'époque, les industries de biotechnologie se concentraient principalement sur les mécanismes se déroulant à hautes températures. « Puisque les hautes températures semblaient si intéressantes, nous nous sommes demandés, Charles Gerday, actuellement retraité, et moi-même, dans quelles mesures l'autre extrême, c'est-à-dire les basses températures pouvaient-elles aussi être une source d'innovation », poursuit le chercheur. S'en sont suivies une quinzaine d'expéditions en Terre Adélie, presque exclusivement financées par le FNRS, pour ramener du matériel de recherche. « Dès le début, nous avons choisi de travailler selon deux axes : d'une part la recherche fondamentale pour comprendre les adaptations moléculaires des

psychrophiles tout en gardant à l'esprit le champ d'applications que ces organismes et leurs biomolécules pouvaient offrir. »

## Une activité exacerbée à froid

Fonctionner à froid c'est possible, puisque des organismes parviennent à vivre et se développer aux pôles. Pourtant, de manière générale, lorsque la température diminue, l'activité des molécules diminue et celles-ci sont plus lentes pour réaliser les tâches qu'elles sont habituellement capables d'assurer. Ou elles en deviennent tout simplement incapables. Chez les psychrophiles c'est tout l'inverse : « Les enzymes qu'on trouve au sein de ces organismes sont plus instables et donc plus mobiles à basse température. C'est à ces basses températures qu'elles confèrent à l'organisme qui les synthétise la plus grande efficacité. Une activité qu'elles conservent jusqu'à 25°C, passée cette température, elles se dénaturent ».



## Des poudres à lessiver efficaces à 0°C

Au début de leurs recherches, Georges Feller et son équipe ont choisi de se concentrer sur une enzyme psychrophile proche d'une enzyme mésophile (c'est-à-dire active à des températures modérées) déjà bien connue : la subtilisine. Il s'agit de l'enzyme industrielle la plus utilisée dans le monde, on la retrouve notamment dans la poudre à lessiver. « Notre objectif était de réussir à obtenir des produits d'entretien efficaces sans avoir besoin d'utiliser une eau excessivement chaude. » Un pari réussi puisqu'aujourd'hui les lessives efficaces à froid se multiplient. Si l'économie d'énergie réalisée grâce à une efficacité à basse température est déjà un bel avantage économique et écologique, elle n'est pas la seule. « Les enzymes psychrophiles sont plus actives que leurs équivalents mésophiles ou thermophiles, nous avons donc besoin de moins d'enzymes pour une même efficacité. Ce qui permet également de faire des économies. En outre, pour les inactiver, il suffit d'une rapide hausse de température. Pas besoin de l'intervention d'une autre substance ou d'un mécanisme coûteux. »

## Un peu de poisson polaire dans nos glaces ?

Le poisson polaire supportant des températures particulièrement basses a lui



## MIEUX COMPRENDRE L'ACTION DES PSYCHROPHILES

Le mécanisme général de ces enzymes, dites froides, est désormais connu, mais pour pouvoir tirer parti de tous les avantages des psychrophiles, il faut que les chercheurs puissent tirer au clair les zones d'ombres qui persistent encore chez chacun d'entre eux. « L'étude de leur dynamique moléculaire demande des moyens biophysiques très puissants comme la microcalorimétrie, les cinétiques rapides ou la résonance magnétique nucléaire, explique Georges Feller. Récemment, nous avons, par exemple, pu plonger au cœur de certaines enzymes grâce à la diffusion de neutrons. Ce processus nécessite un réacteur nucléaire, ce qui est loin d'être disponible partout. Nous avons d'ailleurs dû nous rendre à l'Institut Laue-Langevin de Grenoble pour y avoir accès. »



Pr Georges Feller, ULg

© Georges Feller

**« Puisque les hautes températures semblaient si intéressantes, nous nous sommes demandés, dans quelles mesures les basses températures pouvaient être elles-aussi, une source d'innovation. »**

aussi inspiré les industries. « Pour vivre dans l'eau glacée, ce poisson produit une protéine, appelée « antifreeze protein », qui empêche ses fluides corporels de geler. Un principe qui peut être appliqué aux crèmes glacées. » Ce qui fait la différence entre une bonne et une moins bonne glace, c'est son goût bien entendu, mais aussi sa texture. Ainsi, une glace qui au bout de quelques semaines dans un congélateur est parsemée de petits cristaux de crème glacée, c'est nettement moins savoureux. C'est là que la protéine du poisson polaire intervient ! En l'intégrant à la crème glacée, les industriels empêchent la formation de ces petits cristaux et lui permettent de rester plus agréable sous nos palais plus longtemps !

### Du pain plus moelleux

Depuis quelque temps, les chercheurs liégeois travaillent en partenariat avec une firme belge qui propose des ingrédients novateurs et des solutions personnalisées aux secteurs de la boulangerie, de la pâtisserie et de la chocolaterie. Celle-ci s'intéresse notamment aux enzymes capables d'améliorer la qualité du pain. « Dans le cadre de ces recherches, nous travaillons sur la xylanase, une enzyme que l'on retrouve dans une bactérie de l'antarctique. Cette enzyme psychrophile est différente structurellement de la xylanase mésophile utilisée d'ordinaire. Elle agit lors de la levée du pain en coupant des composants de la farine. Son avan-

tage ? Elle la coupe en des morceaux plus petits que son homologue mésophile. » Résultat : le pain gonfle mieux et sa texture est plus aérienne. Le tout à température ambiante.

### Les psychrophiles salvateurs pour les allergiques ?

Les boulangers ne seront vraisemblablement pas les seuls à profiter des psychrophiles, les personnes intolérantes au lait devraient aussi en tirer parti. Cette intolérance est principalement liée au lactose que les personnes intolérantes ne parviennent plus à décomposer et donc à digérer. Résultat, un verre de lait ou un bol de céréales bien arrosées continue de peser sur leur estomac bien après le repas. Or, la lactase, une enzyme produite par une bactérie vivant en Antarctique, est capable, lorsque le lait est au réfrigérateur, de dégrader le lactose en d'autres sucres plus facilement assimilables par notre organisme. Celle-ci fait, en quelque sorte, ce que n'arrive plus à faire l'organisme avant même l'absorption du lait.

Découverts, il y a une cinquantaine d'années, il aura fallu du temps aux psychrophiles pour obtenir leurs lettres de noblesse. Mais dans un contexte où l'économie et l'écologie sont plus que jamais au centre des préoccupations, l'industrie ne pouvait s'en passer plus longtemps.

Nul doute que nous n'en sommes qu'aux prémices et que le nombre d'applications risque bien de se multiplier de manière exponentielle. On parle d'ailleurs des psychrophiles dans le domaine de la décontamination hivernale de sites pollués... Affaire à suivre donc !

### La bioremédiation: des écosystèmes polaires aux eaux usées

#### Récupérer après une pollution accidentelle

Nettoyer les eaux usées ou contaminées est une autre des fonctions remplies par les bactéries psychrophiles. « Les écosystèmes polaires récupèrent très lentement après une pollution accidentelle comme celle engendrée par le naufrage du pétrolier Exxon Valdez sur la côte de l'Alaska. Pour accélérer cette récupération, plusieurs équipes sélectionnent actuellement des bactéries psychrophiles capables de dégrader les hydrocarbures. » Leur objectif ? Les utiliser en complément des agents dispersants répandus sur les zones contaminées.

### Décontaminer les eaux usées en hiver

Plus près de chez nous, dans nos régions, l'activité microbiologique des stations d'épuration ou des fosses septiques diminue fortement en hiver en raison du froid. Sur base de ce constat, Le Labo-



### EN SAVOIR PLUS

Les publications du Laboratoire de Biochimie sont accessibles sur : <http://orbi.ulg.ac.be/ph-search?uid=U012786>

Le site [www.bioprospector.org](http://www.bioprospector.org) offre un bel aperçu des recherches menées aux pôles. Celui-ci présente en effet les sociétés, les produits commerciaux et les brevets basés sur du matériel récolté en Arctique et en Antarctique.



Georges Feller  
Biochimie, UG  
[geller@ulg.ac.be](mailto:geller@ulg.ac.be)

Elise Dubuisson



Veillons à transférer à la génération suivante un potentiel de bien-être strictement équivalent au nôtre par tête

# Défis énergétiques et justice intergénérationnelle

**Le développement durable mobilise en son cœur une idée de justice intergénérationnelle. Pour Axel Gosseries, cette dernière exige que notre génération transfère à la suivante un potentiel de bien-être strictement équivalent au nôtre. Dans certains cas, une génération particulière peut même être amenée à prendre sur elle une part plus que proportionnelle de l'effort intergénérationnel.**

**« C'est aussi difficile qu'essentiel d'évaluer l'importance relative en termes de potentiel de bien-être des divers éléments du panier que nous composons pour nos successeurs. »**

Philosophe et juriste, Chercheur qualifié du F.R.S.- FNRS et professeur à l'Université Catholique de Louvain (UCL) où il est membre de la Chaire Hoover d'éthique économique et sociale, Axel Gosseries est un spécialiste des questions de justice intergénérationnelle. Pour certains, cette justice exige de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins (voir le Rapport Brundtland).

« Cette définition a le mérite de prendre en compte l'effort que peut représenter pour une génération la préservation d'un patrimoine matériel ou immatériel » commente le Pr Gosseries. « Mais si l'on entend 'besoins' par 'besoins de base', une génération qui aurait hérité d'un stock de ressources naturelles et de technologies bien

supérieur à ce que les besoins de base nécessitent serait en droit de dilapider le fruit de l'effort de générations entières pour autant que le seuil de ressources nécessaires à la couverture des besoins de base de la génération suivante soit atteint. Cette approche 'suffisantiste' de la justice est insuffisante pour un égalitariste, tout comme serait insuffisante une politique sociale intragénérationnelle préoccupée uniquement d'assurer à chacun un revenu d'intégration. Veillons plutôt à transférer à la génération suivante un potentiel de bien-être strictement équivalent au nôtre par tête. Cette dimension 'par tête' est d'ailleurs souvent perdue de vue : à ressources naturelles constantes, il n'est juste de laisser croître la population que si l'on accroît alors l'efficacité de nos technologies. »

## Le sort des défavorisés

Axel Gosseries s'exprime en termes d'équivalence stricte. Vouloir transférer plus à la génération suivante que ce dont nous avons hérité de la précédente est certes une attitude admirable. Mais c'est aussi courir le risque de sacrifier d'autant le sort des plus défavorisés du présent.

« Si l'on se préoccupe de l'amélioration du sort des plus défavorisés, il faut à mon sens s'en tenir à transférer un panier dont le potentiel est strictement équivalent par tête à celui dont nous avons hérité, » confirme le chercheur louvaniste. « Et si nous avons les moyens de faire mieux, ce sont les plus défavorisés de notre génération qui doivent en bénéficier, pas la génération suivante. Si chaque génération se tient à cette règle, nous construirons un monde



## LE RAPPORT BRUNDTLAND

Suite à la crise pétrolière qui, en 1973, a fait prendre conscience du problème de l'épuisement des ressources et à plusieurs grandes catastrophes environnementales et industrielles (Seveso, Amoco Cadiz, Three Miles Island...) qui ont fortement marqué l'opinion publique à la fin des années 1970 et au début des années 1980, l'Organisation des Nations unies a mis en place, en 1983, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement.

En 1987, cette commission a publié le Rapport Brundtland, du nom de sa présidente, Gro Harlem Brundtland, ancienne Premier ministre de Norvège. Intitulé Notre avenir à tous (Our Common Future) et utilisé comme base au Sommet de la Terre de 1992, ce rapport a popularisé l'expression de « développement durable » qu'il a défini comme étant « un mode de développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. »

[http://www.wikilivres.info/wiki/Rapport\\_Brundtland](http://www.wikilivres.info/wiki/Rapport_Brundtland)

intergénérationnel où le plus défavorisé, celle que soit sa génération, sera dans la meilleure situation possible. Voici pourquoi transférer plus peut être injuste. Un défi de plus à ceux qui défendent la nécessité de la croissance. »

### Mais sommes-nous vraiment en train de transférer plus ?

« C'est aussi difficile qu'essentiel d'évaluer l'importance relative en termes de potentiel de bien-être des divers éléments du panier que nous composons pour nos successeurs. Il s'agit du stock de ressources naturelles mais aussi de technologies diverses allant des technologies vertes aux outils de fiscalité redistributive ou aux innovations pédagogiques. Pour mesurer cela, il serait injuste de s'en tenir au prix de marché qu'y attache la génération actuelle. Et il faut des indicateurs agrégés, qui portent dans le cas des ressources matérielles sur des stocks. »

### Remise en ordre

La question du transfert est importante. Celle de la réparation des dégradations résultant des activités des générations antérieures l'est tout autant. Pourquoi une génération devrait-elle supporter le coût de dégradations dont elle n'est en rien responsable, pas plus en tout cas que la génération suivante envers qui elle tente de respecter ses obligations ? Pour y répondre, Axel Gosseries compare notre planète à un refuge de montagne sans gardien.

« Imaginons que les randonneurs de la veille aient laissé le refuge dans un état déplorable, une remise en ordre nécessitant deux jours pleins de travail. Est-ce que cela veut dire que les randonneurs qui arrivent aujourd'hui doivent passer deux jours à remettre le refuge en ordre ? Il paraît plus juste qu'ils entament la remise en ordre en laissant les randonneurs des jours suivants terminer le travail, répartissant l'effort sur plusieurs groupes successifs. Pourtant, laisser traîner la remise en place risque parfois d'accroître l'effort total nécessaire pour la réaliser. Pour des raisons d'efficacité, si cela fait une différence majeure, il faut

donc parfois qu'une génération prenne à bras le corps une plus grande part du travail. Par exemple, dans le cas du réchauffement climatique, plus tôt on passe à une économie à faible teneur en carbone, moins lourd sera l'effort total sur les générations successives. Sans changement radical de nos habitudes énergétiques, il sera difficile d'éviter qu'elles se propagent par mimétisme à nos enfants. Mais cela pose la question de l'articulation entre un timing d'action plus efficace et une juste distribution de l'effort intergénérationnel. Et si on demande un effort particulier à notre génération, cela rend alors d'autant plus nécessaires des transferts de technologie et de moyens vers les pays moins riches. »

### Déchets nucléaires

Souvent en matière de justice intergénérationnelle, on songe à la gestion des déchets nucléaires. Axel Gosseries souligne que les questions posées par cette gestion ne sont pas qu'intergénérationnelles.

« La problématique du choix des implantations de centrales ou des lieux de stockage l'illustre bien. Par ailleurs, si les déchets

sont stockés avec sérieux - ce qui n'est pas nécessairement le cas aujourd'hui à Desvel -, ils imposent aux générations futures des coûts relativement limités, même si leur durée de vie peut être très longue. Les problèmes intergénérationnels posés sont sans doute moins graves que ceux liés à la diffusion anarchique dans l'environnement de polluants chimiques à longue durée de vie issus de l'industrie ou de l'agriculture. De plus, les centrales impliquent des coûts potentiels au moins aussi élevés pour les générations futures que les déchets. Quatre incidents majeurs impliquant une fusion de cœur de réacteur, pour moins de 500 centrales dans le monde, c'est loin d'être une fréquence négligeable si on la compare à ce qui serait jugé acceptable dans le domaine de l'automobile ou de l'aviation... »

Luc Ruidant



Axel Gosseries  
ISP, UCL  
[axel.gosseries@uclouvain.be](mailto:axel.gosseries@uclouvain.be)



Pr Axel Gosseries, UCL



## TASK FORCE DÉVELOPPEMENT DURABLE

En 2010, Philippe Baret et Axel Gosseries ont été chargés de mettre en place une Task Force Développement durable à l'UCL. Outre les deux copilotes, cette Task Force est une petite cellule composée de 7 personnes, membres du personnel administratif, d'étudiants et d'académiciens qui se réunissent tous les mois. Elle relève directement du conseil rectoral.

« La composition de la Task Force est basée sur la motivation de ses membres plutôt que sur une tentative de représenter systématiquement l'ensemble des corps, des facultés et des instituts de l'UCL, » explique Axel Gosseries. « Elle se distingue ensuite par sa logique. Nous nous orientons résolument vers des propositions concrètes d'action en matière de développement durable à l'UCL et nous ne prenons pas les décisions. Nous préparons des dossiers en vue de les soumettre ensuite aux autorités pour approbation et mise en œuvre. Quelques exemples : mise en place de fontaines à eaux branchées sur le réseau, cahier des charges pour l'ensemble des mémoires de l'université relatif à différentes règles d'utilisation du papier, promotion de la visio-conférence pour réduire l'utilisation de l'avion et son impact carbone, amélioration des possibilités de tri des déchets à proximité des kots étudiants, ... »

[www.uclouvain.be/317979.html](http://www.uclouvain.be/317979.html)

# Les facteurs sociaux ont toute leur importance



**Aborder les questions d'environnement et de développement durable sous l'angle sociologique, ce n'est certes pas l'approche la plus familière, celle qui viendrait, spontanément, la première à l'esprit. Et pourtant la voix des sociologues mérite d'être entendue. Françoise Bartiaux assure que leur apport sur ces questions est tout sauf négligeable.**



Pr Françoise Bartiaux, UCL

**« Il y a très peu de financements alloués aux sciences sociales pour étudier de manière plus approfondie les thèmes liés à l'environnement. »**

« Il y a très peu de financements alloués aux sciences sociales pour étudier de manière plus approfondie les thèmes liés à l'environnement, » déplore Françoise Bartiaux, Maître de Recherches F.R.S.- FNRS, sociologue et docteur en démographie, et Professeur à l'UCL de sociologie de l'environnement et de méthodes qualitatives. « Ils sont réservés principalement aux ingénieurs s'il s'agit d'énergie, aux agronomes et aux biologistes si cela concerne la biodiversité. »

« Le premier défi posé par la problématique environnementale aux sciences sociales est donc de pouvoir l'étudier et de trouver les moyens pour y parvenir. Elles ont en effet beaucoup à dire dans ces matières-là. Par exemple, sur la question du réchauffement climatique, si les technologies permettant d'y porter remède sont à disposition, encore faut-il qu'elles soient adop-

tées à tous les niveaux, du responsable politique jusqu'au simple citoyen. C'est un des rôles que les sciences sociales ont à jouer. »

## Contexte socio-technique

Mais quel est cet apport des sociologues? « Bien sûr, mettre en exergue les aspects sociaux mais aussi et surtout montrer que les transformations de comportement individuel ne surviennent que s'il y a une conjonction, une co-évolution, de changements, à la fois dans les aspects techniques, dans les normes - est-ce que j'aurai l'air de quelqu'un de respectable, de bien, bref d'être un bon citoyen, si je me comporte d'une telle manière plutôt que d'une autre? - et les pratiques, » considère la chercheuse belge.

« En sociologie, nous essayons de dépasser la notion d'acteurs - qu'il s'agisse en

l'occurrence des consommateurs, des producteurs, des pouvoirs publics, etc. - et celle de choix, de manière à faire ressortir le contexte socio-technique. Prenons l'exemple du parc immobilier en Wallonie. D'un point de vue technique, nous savons qu'il est très vieux par rapport à la Flandre et d'autres pays. Sur le plan social, il y a les normes de confort et de commodité et les pratiques - usage du chauffage et des vannes thermostatiques, travaux de rénovation et d'isolation, etc. - qui sont valorisées ou pas. Donc, nous allons porter notre attention sur ces pratiques, plutôt que sur les acteurs. Autre exemple: la mobilité. Certes, nous savons que les consommateurs peuvent avoir un impact environnemental positif en réduisant leurs déplacements en voiture, et en prenant plus souvent les transports en commun. Mais nombreux sont ceux qui, en réalité, n'ont pas ce choix-là, tout simplement parce qu'il n'y a pas de ligne de bus ou de gare, ou parce que les liaisons ne sont pas bonnes et les fréquences trop faibles. Par contre, les autorités politiques, elles, peuvent jouer un grand rôle en modifiant le contexte socio-technique, ce qui peut se concrétiser par une augmentation des lignes de bus et de trains. »

## Recherches

Parmi les nombreuses recherches en lien avec le développement durable, auxquelles Françoise Bartiaux a pris part ces dix dernières années, citons notamment la coordination en 2004-2006 du projet multidisciplinaire SEREC (Socio-technical factors of Residential Energy Consumption) financé par la politique scientifique fédérale (Belspo) et réunissant sociologues, démographes et ingénieurs de Belgique et du Danemark. Cette recherche,

qui a donné lieu à plusieurs publications internationales, a nécessité la réalisation de 40 audits énergétiques, 50 entretiens approfondis et une enquête téléphonique sur un échantillon représentatif de 1000 ménages en Belgique.

En 2006-2007, Françoise Bartiaux a entrepris une analyse sociologique et statistique des données d'une enquête par Internet sur l'empreinte écologique, effectuée par le WWF (World Wide Fund for Nature - Fonds mondial pour la nature).

En 2008-2011, dans le cadre d'un projet co-financé par l'IEE (Intelligent Energy Europe) sur l'implémentation de la directive européenne EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) dans 10 pays différents, elle a coordonné le recueil et a été chargée de l'analyse comparative d'environ 150 entretiens approfondis sur les rénovations énergétiques effectuées ou non dans leur logement par les propriétaires et sur l'influence des certificats de performance énergétique.

En 2011, la sociologue louvaniste a entamé avec des collègues anthropologues et des personnes impliquées sur le terrain, une recherche sur la pauvreté énergétique en Wallonie. On lui doit également de nombreuses publications sur la sociologie de la consommation énergétique dans le secteur résidentiel.

## Postulat erroné

« Je travaille principalement sur les pratiques de monsieur et madame tout le monde, à l'échelle des ménages, » confirme Françoise Bartiaux. « Des pratiques qui requièrent une consommation d'énergie et qui ont un impact sur l'environnement. »

« Un des principaux enseignements que j'en retire, c'est qu'il y a beaucoup d'aspects sociaux car ces pratiques sont liées aux normes sociales de confort et d'organisation de la vie quotidienne. Par conséquent, sur ces sujets, les sociologues et les anthropologues ont des choses à dire, y compris en ce qui concerne la gestion de la demande en énergie, ainsi que les campagnes de sensibilisation ou d'information. Ces campagnes sont basées sur un postulat directement issu de l'économie: au mieux le consommateur est informé, meilleurs sont ses choix et son impact négatif sur l'environnement se réduit. C'est sur ce postulat que repose l'idée des labels de performance énergétique. On a voulu croire qu'à partir du moment où il sait que le bien qu'il convoite présente une performance médiocre d'un point de vue énergétique, le futur acheteur ou futur locataire

## « Je travaille principalement sur les pratiques de monsieur et madame tout le monde, à l'échelle des ménages. »

préfère y renoncer, ce qui ne peut qu'inciter le propriétaire à effectuer des travaux. Cette idée a été traduite dans une directive européenne adoptée sans même évaluer ce qui se faisait déjà dans d'autres pays, comme le Danemark, où ce système ne marche pas parce que les gens achètent ou louent un bien non pas en raison de ses performances énergétiques mais en fonction d'autres critères: sa localisation, la proximité d'écoles et des services, l'espace disponible, l'existence d'un jardin, etc. »

## Soutien des proches

Pour Françoise Bartiaux, c'est donc une erreur de croire que les gens se comportent en acteurs rationnels qu'il suffirait d'informer pour qu'ils opèrent les bons choix. « Un tel présupposé ne se vérifie pas sur le terrain. »

« Lors de récentes recherches, nous avons interrogé de façon longue et approfondie de nouveaux propriétaires ayant payé pour avoir un audit énergétique ou en ayant bénéficié gratuitement. Aucun d'eux n'a dit avoir remplacé les simples vitrages par des doubles ou triples vitrages afin de se conformer à une recommandation de l'auditeur énergétique. En réalité, pour mettre en œuvre une telle recommandation, ils ont besoin qu'elle soit corroborée par des gens qu'ils connaissent, qu'ils estiment compétents, qu'il s'agisse de leur beau-père, un collègue, un ami, etc., même si ces personnes sont moins expertes en la matière qu'un énergéticien. Le soutien des proches est donc une condition très importante pour entamer ou poursuivre la rénovation d'un logement dans le but d'économiser l'énergie, ce qui m'incite à souligner encore l'importance du rôle que les sciences sociales ont à jouer dans toutes ces matières. »

## De la marge pour des politiques plus coercitives

Comment expliquer le changement de comportement intervenu à l'égard du tri des déchets? « Les gens sont passés à l'action parce qu'il y a eu une conjonction de divers facteurs, » analyse Françoise Bartiaux. « Les pouvoirs publics ont modifié le contexte socio-technique en mettant en place une infrastructure, des supports

matériels facilitant le tri, que ce soit les collectes sélectives, les parcs à containers, les bulles à verre, etc. Par ailleurs, de nouvelles normes sociales se sont imposées, entre autres le fait d'être considéré comme un meilleur citoyen, si l'on trie ses déchets. Enfin, les gens ont perçu une obligation et il y a eu des rumeurs selon lesquelles ceux qui refusaient le tri allaient se retrouver avec leurs poubelles devant chez eux. »

« Cette modification dans le comportement des personnes s'est diffusée très vite dans toutes les couches de la population, presque de manière égale. En sociologie, on parle d'une diffusion horizontale. C'est le modèle de la contagion. A l'instar du virus de la grippe, tout le monde peut être touché indépendamment de sa position dans l'échelle sociale. »

« Ceci dit, cet exemple du tri des déchets me fait dire qu'il y a de la marge pour des politiques plus coercitives, même si en matière d'énergie, c'est probablement plus difficile à réaliser. Les sacs-poubelle, ils sentent mauvais et ils prennent de la place. Par contre, chaque fois qu'on brûle du carbone, on ne voit pas les émissions de CO<sub>2</sub> et des autres gaz à effet de serre. »

Luc Ruidant



Françoise Bartiaux  
IACS, UCL  
francoise.bartiaux@uclouvain.be

# Une architecture adaptée à son climat et à son environnement

Depuis trente ans, la cellule Architecture et Climat, à l'UCL, travaille à la conception d'une architecture la meilleure adéquation entre le bâtiment, ses occupants, le climat et son environnement. L'efficacité énergétique en est un facteur clé.

L'énergie est au cœur du travail de la cellule de recherche Architecture et Climat, dans toutes ses applications : le chauffage, le refroidissement, la ventilation et l'éclairage. Il s'agit de dégager un maximum d'économies d'énergie, dès la conception du bâtiment, y compris en utilisant des paramètres comme l'orientation du bâtiment ou l'éclairage naturel.

A la suite des deux crises pétrolières des années 70, les économies d'énergie ont été mises à l'ordre du jour. Le secteur du bâtiment était évidemment concerné, puisqu'il est responsable d'environ un tiers de notre consommation énergétique totale. « A l'époque on s'est dit qu'il suffisait d'ajouter cinq centimètres d'isolant et de placer des capteurs solaires sur la toiture. Mais c'était une mauvaise réponse », observe le Pr André De Herde, directeur de la cellule et doyen de la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI). « En fait, il n'y avait pas de prise en considération du facteur énergie dès la conception du bâtiment. En créant notre cellule de recherche en 1980, nous avons voulu partir de cette donnée de base qui est qu'un bâtiment se construit sous un certain climat. Il faut prendre en compte les aspects négatifs et profiter des aspects positifs de ce climat, aussi bien pour la conception (orientation, agencement des locaux) que pour la construction et le choix des matériaux. »

## Architecture climatique

En s'appuyant sur les innovations technologiques, Architecture et Climat a élaboré une nouvelle théorie de l'architecture climatique, dont l'objectif est la recherche de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et ses occupants. Cette théorie s'est appuyée sur plusieurs programmes de recherche en matière d'orientation, d'isolation, d'ombrage, de ventilation et d'éclairage des bâtiments.

A la fin des années 90, le terme « durable » est devenu courant. Mais que

recouvrait ce terme ? Architecture et Climat a décroché un contrat avec la Région wallonne pour établir une définition de l'architecture durable. « Nous avons ainsi étendu le champ d'action de nos recherches : dans la conception du bâtiment, il s'agit aussi de prendre en compte son rapport à son lieu d'implantation, son quartier, ainsi qu'à son environnement physique, économique et social. Nous avons donc travaillé également sur l'espace public, sur l'eau, sur la composition des matériaux et sur les déchets qu'engendrera le bâtiment tout au long de son existence, de sa construction à sa destruction. »

Par exemple, la question de l'eau avait été complètement oubliée par l'architecture. « Pourquoi se contentait-on de complètement rejeter l'eau utilisée dans un bâtiment ? Il est possible d'économiser l'eau potable, d'utiliser l'eau de pluie... »

La composition des matériaux est aussi un problème crucial, car elle a un impact sur la qualité de l'air respiré et sur la santé des occupants, dans des locaux de plus en plus confinés. « Un des gros problèmes est qu'on ne parvient pas à obtenir la composition de ces matériaux. Certains fabricants refusent absolument de la communiquer, regrette André De Herde. Par exemple, des analyses que nous avons menées dans des logements sociaux ont montré que la colle utilisée pour poser de la moquette contenait des particules d'asbeste. Si on arrache cette moquette et si on gratte le sol, ces particules se retrouvent dans l'air ambiant et sont ingérées par ceux qui se trouvent dans ces locaux. Cela, personne ne le savait. »

Pour en revenir à l'énergie, l'économiser pose des questions très techniques, d'autres plus philosophiques. On peut aujourd'hui concevoir des bâtiments très économes en énergie, mais on ne parvient pas à éviter tout système de chauffage. Même dans les maisons passives, il peut être nécessaire de recourir à un chauffage d'appoint en période de grand froid. « Où doit s'arrêter l'architecture ? Supposons que la plus économique en énergie est une maison sans fenêtre : faut-il aller jusque-là ? Nous devons donner aux architectes l'information qu'ils peuvent intégrer dans leur travail. Il n'y a pas de recette toute faite. La tâche est compliquée car le climat est dynamique, alors que le bâtiment est statique. Par exemple, comment protéger des locaux de la chaleur du soleil en été, sans devoir pour autant allumer ? »

## Théorie et pratique

L'équipe d'Architecture et Climat, qui compte trente personnes, s'articule autour de trois pôles : des physiciens et ingénieurs qui mettent au point les modèles ; des architectes qui posent les questions théoriques et philosophiques et valident leur discours avec les résultats obtenus ; des personnes actives sur le terrain, pour que la recherche ne reste pas dans une tour d'ivoire, qui assurent le suivi de constructions et formulent des recommandations pratiques élaborées en fonction des observations réalisées sur le terrain.

Pour prolonger ce travail, Architecture et climat a fondé en 2005 la société Matriciel, une spin-off de conseils et d'études en architecture et développement durables. Dans le cadre de projets d'architecture publics ou privés, elle fournit des conseils dès le stade de la conception dans les domaines de l'énergie (physique du bâtiment, techniques spéciales et énergies renouvelables), de l'éclairage naturel et artificiel, des matériaux, de l'eau, du confort et de la certification environnementale. L'objectif est de maximiser le bien-être dans les bâtiments et d'enrichir la réflexion architecturale, tout en limitant l'épuisement des ressources naturelles (combustibles, matières et eau), le dégagement de substances nocives et la production de déchets inhérents à l'acte de construire.



Pr André De Herde, UCL

« On consomme aujourd'hui en 5 semaines le pétrole que l'on consommait en un an en 1950. Et puis c'est l'automne avec ses belles couleurs et les premiers frimas, suivi de l'hiver ... pour revivre au printemps. Pourvu que le chiffre 5 se transforme en 6 et non en 4 ! »

A. De Herde

Les recherches des années 80 avaient mené au lancement du projet expérimental PLEIADE (Passive Low Energy Innovative Architectural Design), conçu en 1992 : la construction à Louvain-la-Neuve d'une maison consommant très peu d'énergie tout en garantissant un confort thermique de qualité en été comme en hiver ainsi qu'une bonne qualité de l'air et une utilisation optimale de l'éclairage naturel. Pour le chauffage, la consommation mesurée de cette maison est de 25 kw/h par mètre carré chauffé par an, alors que la consommation des maisons anciennes tourne souvent autour de 200kw/h.

Un nouveau projet est en cours d'élaboration : la construction d'un nouvel îlot à Louvain-la-Neuve au départ d'un aligne-

ment de logements existants. Les voies pénétrantes de cette ville conçue dans les années 70 étaient destinées uniquement aux voitures, le bâti se situant en retrait de ces voiries. En fait celles-ci sont aussi utilisées par des piétons et des cyclistes. Le projet est de construire à front de la voirie et de fermer l'îlot, pour densifier l'habitat. Un projet qui pourrait servir de modèle à des rénovations d'îlot, y compris de leur intérieur, pour attirer plus d'habitants dans les villes. Le projet prend en considération tous les facteurs : eau, déchets, énergie, matériaux, construction.

« Nous avons fait une enquête préalable pour déterminer les besoins mal satisfaits dans le quartier. Ce projet apportera donc un bénéfice aux habitants du quartier, et pas seulement des bâtiments en plus », explique André De Herde.

Le directeur d'Architecture et Climat estime cependant que le secteur de la construction, dont le taux de profit est bas, manque de moyens pour promouvoir des recherches de très grande envergure. « L'énergie solaire équivaut à 100 litres de fuel qui tomberaient chaque année sur chaque mètre carré de sol belge. Si on pouvait en exploiter 20 %, le problème de l'énergie serait résolu. Mais on ne parvient pas à profiter suffisamment du solaire avec la technologie actuelle. L'Union européenne devrait investir dans un vaste programme de recherche pour relever le défi énergétique. Elle devrait oser prendre ce risque, comme les Etats-Unis l'avaient fait, sous Kennedy, pour la conquête spatiale et l'expédition lunaire.

Jean-Paul Vankeerberghen



## DES DOMAINES DE RECHERCHE TRÈS VARIÉS

Les travaux de recherche d'Architecture et Climat portent sur des domaines très variés et on ne peut les énumérer tous. Un projet se consacre à la rénovation basse énergie des logements. Cette recherche tente d'identifier les types de logement et les travaux présentant les plus grandes économies d'énergie. Elle débouchera sur la rédaction d'un guide destiné aux propriétaires soucieux d'une rénovation énergétique durable de leur patrimoine.

Le projet BTP1000, lui, vise à réaliser un bâtiment de bureaux passif à coût réduit (1000 euros le m<sup>2</sup>) et l'établissement d'un standard de construction reproductible pour le bureau passif.

L'utilisation de la paille comme matériau isolant est l'objectif du projet aPROpaille : il établira les caractéristiques précises du comportement des matériaux (paille, enduit d'argile) et des parois (multicouches) par des simulations hygrothermiques dynamiques (au niveau de la paroi et du local) et par une analyse de trois monitorings de bâtiments occupés.

La cellule de recherche s'intéresse aussi à l'éclairage public, pour voir s'il est possible de le réduire à une très faible intensité, laquelle augmenterait à l'approche d'un élément mobile (piéton, cycliste, véhicule). Cet éclairage modulé est testé in situ pour évaluer son efficacité et les réactions des habitants du quartier concerné.

[www-climat.arch.ucl.ac.be](http://www-climat.arch.ucl.ac.be)



André De Herde  
LOCI, UCL  
[andre.deherde@uclouvain.be](mailto:andre.deherde@uclouvain.be)

# Exposition Rencontres de Bamako

du 14/06 au 26/08 2012

## Kiripi Katembo & Abdoulaye Barry

MUSÉE ROYAL  
DE L'AFRIQUE  
CENTRALE

**Afrika**  
TERVUREN

Musée royal de l'Afrique centrale  
Leuvensesteenweg 13, 3080 Tervuren  
+ 32 2 769 52 11

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

Summer of  
Photography  
2012

BO  
ZAR



INSTITUT  
FRANÇAIS



Avec le soutien de  
LA COOPÉRATION  
BELGE AU DÉVELOPPEMENT .be