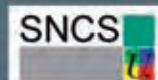


VRS

La Vie de la recherche scientifique

n° 391
oct./nov./décembre
2012

Prix au numéro : 8€



TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



Nuage numérique à l'horizon. Alain Anglade | **Pour une conception architecturale intégrée.** Franck Boutté | **R&D en panne sèche.** Marc Delepouve | **Retour à la terre durable.** Marc Dufumier | **La difficile équation énergétique.** Jérôme Gleizes | **Problèmes de stock.** Christian Ngô | **L'innovation, moteur des filières renouvelables.** Wolfgang Palz | **Vers un autre métabolisme des objets.** Claude Pichot | **L'énergie au cœur de la ville.** Olivier Roger ...

Des livres pour aller plus loin que l'impossible

www.syllepse.net



La recherche et l'enseignement supérieur, en France, sont à reconstruire. Comment, au cours des dix années écoulées, en est-on arrivé là ? On verra, grâce au rapprochement des avertissements que le Syndicat national des chercheurs scientifiques (SNCS-FSU) n'a pas cessé de lancer pendant cette période, toute l'accumulation des mesures qui ont littéralement désagrégé les conditions de travail des chercheurs scientifiques, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens. Soi-disant « autonomie et responsabilité » des universités, mensonges répétés sur le budget, détournement des crédits des organismes de recherche (mais

néanmoins toute puissantes), mise en compétition à tous les niveaux... Tout ceci chapeauté par quelques étages d'institutions nouvelles sorties tout droit du cerveau de politiques avides de tout piloter par le haut, voilà pourquoi, aujourd'hui, les chercheurs passent la plus grande partie de leur temps à lutter, au jour le jour, contre la disparition de leurs laboratoires, au lieu de se consacrer, avec la sérénité qui conviendrait, à leurs travaux de recherche. En désignant solennellement toutes ces structures nuisibles, le SNCS-FSU montre comment, à peu de frais, en faisant même des économies (supprimons la « prime d'excellence scientifique » !), on peut rendre à l'enseignement supérieur et à la recherche l'oxygène qui leur fait cruellement défaut aujourd'hui. Encore faut-il un peu de courage politique, pour remettre en cause en premier lieu les pouvoirs parasites qui se sont installés sous le précédent régime.

EDITIONS
SYLLEPSE

Une syllepse est une forme grammaticale qui privilégie les accords fondés sur le sens plutôt que sur la règle...

Syllepse ! Ce nom n'est ni un hasard, ni un vain mot. Il suffit de regarder notre catalogue qui se veut Babel. Ce qui ne signifie pas cacophonie ! En effet, si les langues sont multiples, elles débouchent, pas à pas – nous l'espérons, nous y travaillons –, vers des compréhensions communes, vers une langue partagée, vers un sens commun, vers des « tous ensemble » de la pensée et de l'action.

Les mouvements et les acteurs sociaux produisent des idées, émettent des propositions, interprètent le monde et agissent sur lui. Syllepse n'est rien de plus qu'une petite maison sans étage au milieu des gratte-ciel, mais c'est un espace de liberté éditoriale, un espace d'« auto-édition », un territoire autogéré qui plante le drapeau d'une autre économie politique sur l'archipel des contestations qui émergent au milieu de l'océan capitaliste. Syllepse est une petite maison au fonctionnement coopératif, un alter-éditeur, dont l'ambition est simple et modeste : pouvoir dire un jour aux propriétaires des gratte-ciel : « Rendez-vous, vous êtes cernés ! »



Les extrêmes droites en France

De la traversée du désert à l'ascension du Front national
Jean-Paul Gautier
coll. « Mauvais Temps »

Black and Red
Les mouvements noirs et la gauche américaine (1850-2010)

Ahmed Shawki
coll. « Radical America »

Chicago. Le moment 68
Caroline Rolland-Diamond
coll. « Germe »

LKP
Guadeloupe : le mouvement des 44 jours
Frédéric Gircour & Nicolas Rey
coll. « Le Présent Avenir »

Géographie et capital
David Harvey
coll. « Mille Marxismes »

Un universalisme si particulier
Féminisme et exception française
Christine Delphy
coll. « Nouvelles Questions Féministes »

En finir avec la compétitivité
Le contre-rapport
Attac et la Fondation Copernic
coll. « Arguments et Mouvements »

Éditions Syllepse
01-44-62-08-89
edition@syllepse.net
Diffusion Sofédis
Distribution Sodus



Influer sur les décisions

Dans un contexte particulièrement tendu, le gouvernement a annoncé des mesures censées relancer la compétitivité, qui renforcent l'austérité et mettent à contribution les salariés. Le budget de l'ESR ne répond pas aux besoins des formations et des laboratoires. Confirmant nos analyses, une quinzaine de présidents d'université se sont adressés à la ministre de l'ESR, pour « *l'alerter sur la situation dramatique que de nombreuses universités rencontrent déjà et qui va se généraliser très rapidement si rien ne change* », et lui demander de reprendre la gestion de la masse salariale et des personnels titulaires.

Excluant de nombreux personnels, les mesures de résorption de la précarité Sauvadet, préparées à effectifs et budgets constants, risquent d'opposer entre eux titulaires et contractuels... et candidats aux recrutements. Suite aux interventions et actions sur ce point, la MESR a dû annoncer – avant l'ouverture des Assises nationales – le déblocage de fonds côté Enseignement supérieur (rien pour les EPST), permettant l'application de la loi pour 2 000 personnes. Mais le recensement reste à revoir et le MESR refuse d'ouvrir des postes de MCF, CR ou IGR.

Les méthodes utilisées pour enfermer le débat des Assises territoriales et des Assises nationales, cherchant à gommer l'essentiel, n'auront pas empêché que la communauté universitaire et scientifique bouscule une mécanique pourtant bien huilée. Rompre avec les politiques dites d'excellence, faire revivre la collégialité, réaffirmer le rôle des UMR et du CNRS, améliorer la réussite des étudiants... tels sont des objectifs affichés. Il faudra les concrétiser. D'autres questions comme le devenir de l'ANR et de l'AERES, l'organisation des universités – avec celles dites *grandes* ou *fédératives* – et le mode d'élection des conseils, restent soumises à l'arbitrage de la ministre. La volonté des régions de s'imposer dans l'enseignement supérieur et la recherche a été contestée.

En demandant solennellement de voir les moyens renforcés, notamment en termes de masse salariale permettant de titulariser tous les BIATSS et ITA, ainsi qu'un plan pluriannuel de recrutement de chercheurs et d'enseignants-chercheurs, V. Berger, rapporteur des Assises, pointe l'urgence de programmer des moyens à la hauteur des exigences.

Une loi doit être présentée au printemps prochain. Il nous faudra peser sur son contenu et sur la programmation de moyens pour l'ESR. ■



Le 28 novembre 2012

Stéphane Tassel →
Secrétaire général du SNESUP-FSU

Syndicat national des chercheurs scientifiques [SNCS-FSU]

1, place Aristide-Briand. 92 195 Meudon Cedex
Tél. : 01 45 07 58 70. Fax : 01 45 07 58 51
Courriel : sncs@cnrs-bellevue.fr
www.sncs.fr



Syndicat national de l'enseignement supérieur [SNESUP-FSU]

78, rue du Faubourg Saint-Denis. 75010 Paris
Tél. : 01 44 79 96 10. Fax : 01 42 46 26 56
Courriel : accueil@snesup.fr
www.snesup.fr



→ **Directeur de la publication**: Patrick Monfort → **Directeur délégué**: Jean-Luc Mazet → **Rédacteurs en chef**: Chantal Pacteau et Gérard Lauton → **Comité de programmation**: Les bureaux nationaux du SNCS et du SNESUP → **Ont participé à ce numéro**: Alain Anglade, Henri-Édouard Audier, Franck Boutté, Marc Delepoupe, Marc Dufumier, Jérôme Gleizes, Pierre-Henri Gouyon, Minh Ha-Duong, Bernard Jégou, Michelle Lauton, Gérard Lauton, Patrick Monfort, Christian Ngô, Chantal Pacteau, Wolfgang Palz, Claude Pichot, Olivier Roger, Max Roy, Catherine Thibierge → **Secrétaires de rédaction**: Laurent Lefèvre et Mathieu Ropitault → **Rédacteur-graphiste**: Stéphane Bouchard → **Couverture**: © Fotolia.com → **Impression**: Imprimerie SENPQ. 35 rue Victor-Hugo 93500 Pantin → **Routage**: Improfi → **Régie publicitaire**: Com d'habitude publicité. 25 rue Fernand-Delmas, 19100 Brive-la-Gaillarde. Tél. : 0555241403. Fax: 0555180373. Contact: Clotilde Poitevin-Amadiou (www.comdhabitude.fr, contact@comdhabitude.fr) → **La Vie de la recherche scientifique** est publiée par le **SNCS-FSU**, 1 place Aristide-Briand 92195 Meudon Cedex. Tél. : 0145075870 - Fax: 0145075851 - sncs@cnrs-bellevue.fr. **Commission paritaire**: 0414 S 07016. **ISSN**: 0755-2874. **Dépôt légal à parution**. Prix au numéro: 8 euros — Abonnement annuel (4 numéros): 25 euros (individuel), 50 euros (institutionnel).

→ Éditorial p. 03

Influer sur les décisions Stéphane Tassel

→ Actualités p. 06

Assises: le bilan contradictoire d'un processus inachevé
Henri-Édouard Audier, Michelle Lauton p. 06

L'«affaire» Séralini
Pierre-Henri Gouyon p. 08

Carré rouge sur fond érable
Max Roy p. 11

→ Transition énergétique p. 13

Transition énergétique: quelques rappels
Chantal Pacteau p. 14

R&D en panne sèche
Marc Delepouve p. 16

La difficile équation énergétique
Jérôme Gleizes p. 18

L'innovation, moteur des filières renouvelables
Wolfgang Palz p. 22

Vers un autre métabolisme des objets
Claude Pichot p. 24

Retour à la terre durable
Marc Dufumier p. 27

CEA et CNRS: vers l'union sacrée au service de la politique énergétique de la France?
Patrick Monfort p. 30

Partir des usages
Chantal Pacteau p. 31

La transition énergétique dans l'habitat en France
Minh Ha-Duong p. 31

Problèmes de stock
Christian Ngô p. 32

Pour une conception architecturale intégrée
Franck Boutté p. 35

L'énergie au cœur de la ville
Olivier Roger p. 38

Nuage numérique à l'horizon
Alain Anglade p. 40

→ Zoom p. 42

Servitude volontaire et densification normative Chantal Pacteau
À partir de l'article «La densification normative d'un dispositif: l'exemple du "référentiel"» de Catherine Thibierge

→ Hommage à p. 45

André Groyer Bernard Jégou

→ Abonnement/adhésion p. 47

HABITATION ET ASSURANCE

Petit prix, couverture maxi

3 questions à Philippe Perrotin,
agent hospitalier, 2 enfants, propriétaire
d'une maison avec jardin à Rennes

DOMO PASS

Un prix avantageux, la souplesse en plus

Le contrat DOMO PASS, c'est :

- trois formules pour répondre aux besoins et budget de chacun : Eco pour des garanties essentielles, Confort pour une protection étendue, Confort + pour une protection optimale tout inclus
- une assurance sur mesure : la couverture ou non des objets de valeur, le choix du niveau de franchise, de nombreuses options en formule Confort pour les propriétaires de maison, la prise en compte de tous les modes d'habitation (résidence principale, secondaire, colocation, échange de domicile, maison de retraite, location saisonnière...)
- des garanties à prix malin : l'assurance des appareils nomades pour 7 euros par mois quel que soit le nombre d'appareils, et la garantie « panne électroménager » pour 5 euros par mois⁽²⁾ (garanties en inclusion en Confort +)
- « Avant'âge 30 » pour les jeunes : les locataires de moins de 30 ans bénéficient d'une réduction de 20% sur la formule Confort (pour un logement jusqu'à 3 pièces).

Etre bien protégé sans se ruiner, c'est possible ! Assurez votre maison malin grâce à la GMF, et profitez de services et de garanties qui vont vous simplifier la vie.

Pourquoi avoir souscrit à l'assurance DOMO PASS ?

Après avoir trouvé la maison de mes rêves, j'ai aussi déniché le contrat multirisques habitation idéal ! J'ai choisi DOMO PASS formule Confort +, car toutes les garanties sont incluses à un prix vraiment avantageux. Pour à peine 250 euros par an⁽¹⁾, je suis indemnisé en valeur à neuf pour tous les biens sans limite d'âge suite à un

sinistre garanti ; le contenu des dépendances et mon jardin sont couverts : mobilier, outillage, arbres... Même les canalisations extérieures sont prises en charge : on m'envoie un prestataire agréé en cas de fuite, de rupture ou d'engorgement.

D'autres services vous ont-ils séduit ?

La GMF a inventé des « plus » qui simplifient vraiment la vie. Avec la garantie

250 € par an
Cotisation
DOMO PASS Confort +⁽¹⁾

« panne électroménager », mes appareils⁽²⁾ de moins de 5 ans sont réparés par un prestataire envoyé à domicile, ou remplacés si la réparation est impossible, livraison et installation comprises. Nul besoin de m'en occuper !

Et la GMF a intégré les nouveaux modes de vie de toute la famille

Oui, c'est important, surtout lorsqu'on a des ados ! A la maison, nous avons deux ordinateurs portables, quatre téléphones mobiles, trois lecteurs MP3, une tablette multimédia, plusieurs appareils photo... La formule Confort + du contrat DOMO PASS couvre tous ces appareils nomades de moins de 5 ans (vol, dommage accidentel...) quel que soit leur nombre ou le lieu du sinistre. Je suis plus serein !

⁽¹⁾ pour une maison de 4 pièces avec jardin située à Rennes

⁽²⁾ appareils blancs ou bruns



Pour en savoir plus sur ce contrat de la GMF :

Appelez le 0 970 809 809 (numéro non surtaxé) ou connectez-vous sur www.gmf.fr

Assises : le bilan contradictoire d'un processus inachevé

L'organisation des Assises de l'ESR, qui viennent de se dérouler au Collège de France, n'a pas été exempte de critiques, notamment du fait de la faible place donnée aux organisations réellement représentatives du milieu, et à l'écho injustifié donné à toutes les structures technocratiques créées par la droite (ANR, AERES, etc.). Initiative positive, un débat à l'Assemblée nationale a été organisé dans la foulée le 4 décembre par l'OPECST (1), au cours duquel les syndicats et les précaires ont pu s'exprimer. Le député J.-Y. Le Déaut, probable rapporteur d'une nouvelle loi sur la recherche, ainsi que la ministre G. Fioraso ont apporté des précisions sur celle-ci.

Henri-Édouard Audier. Bureau national du SNCS.
Michelle Lauton. Secrétariat national du SNESUP.

Ce qui va dans le bon sens, mais qu'il faut confirmer

En clôture des Assises, le rapporteur général V. Berger a donné quelques affirmations de principe :

- Organisation de la recherche centrée sur les unités de recherche et les UMR,
- Substitution de la logique de coopération à celle de compétition et de concurrence,
- Confirmation du lien enseignement-recherche,
- Réintroduction de collégialité et de démocratie dans la gestion des établissements,
- Rôle majeur dans la structuration de la recherche reconnu aux organismes et au CNRS.

Ces affirmations se concrétisent par deux propositions majeures qui mettent en cause les procédures du grand emprunt :

- Transformer les Labex, Equipex ou RTRA en groupements de coopération scientifique entre unités de recherche, ces dernières étant seules dotées de la personnalité morale,
- « Retirer aux Idex la personnalité morale et les transformer en programmes d'ESR » gérés par le groupe d'établissements impliqué et ses instances élues, « éliminer toute référence au concept de périmètre d'excellence » et « lancer un nouveau programme de consolidation des ensembles universitaires dans les régions [en prenant en compte] l'aménagement du territoire. »

Mais il faut rester sur ses gardes : ceux qui ont gagné à ces lotos vont se battre pour garder



l'avantage sur les autres que leur a conféré la chance ou le « caprice princier » [2]. L'intervention de la sénatrice du Bas-Rhin F. Keller le 4 décembre est là pour le rappeler.

Ce qui semble commencer à évoluer positivement

Déjà ébauchée dans le rapport de V. Berger lors des Assises, la clarification de plusieurs aspects semble confirmée le 4 décembre.

Conséquence de nos actions menées contre la précarité, il s'agit d'abord d'une prise de conscience de son ampleur, perceptible dans les interventions conclusives de J.-Y. Le Déaut et de la ministre.

En second lieu, le rapport de V. Berger avait montré que les PRES ne pouvaient être considérés comme une solution d'organisation de l'ESR. Il avait aussi pris acte du refus de la commission compétente de voir conférer des pouvoirs exorbitants aux régions. Lors de la réunion du 4 décembre, les régions se voient reconnues, avec précaution, un rôle en matière de finance-

ment de l'ESR, d'innovation, de formation, de développement de la culture scientifique et technique ou d'aide à la vie étudiante (logement). L'idée d'une régulation nationale et de la cohésion de l'offre de formation nationale ré-émerge, en y associant le CNESER (3). J.-Y. Le Déaut a insisté sur la nécessité de bien définir les compétences de l'État et affirme qu'il n'y aura pas de régionalisation rampante. Enfin, des gages nets ont été donnés quant au rôle que gardera le CNESER.

Ce qui reste problématique

Comment l'étudiant pourrait-il choisir une filière selon sa formation et ses vœux ? Une première année dite « pluridisciplinaire », au nombre très limité d'intitulés, reste défendue par les organisations étudiantes. L'ensemble des personnels enseignants (dont le SNESUP) se sont opposés au décret licence et aux risques qu'il sous-tend (qualité, cadrage national, sélection en master). Pour les bacs technologiques et professionnels, la seule solution envisagée semble être de les flécher *a priori* respectivement vers les IUT et des STS. Le « continuum Bac -3, Bac +3 » sous la responsabilité des régions – que nous contestons – n'a pas été concrétisé.

L'organisation de l'Enseignement supérieur : seules des propositions d'aménagement de la loi LRU portant sur la « gouvernance », sans mise en cause des RCE, sont laissées à l'arbitrage de la ministre. La création « soutenue par les régions », en appui avec les pôles de compétitivité, d'une nouvelle structure de *Grande université* ou *Université fédérale*, associerait établissements d'enseignement supérieur, écoles et organismes.

Ce qui semble mal parti

L'ambiguïté reste totale sur l'ANR. Certes, celle-ci sera redimensionnée par un rééquilibrage partiel de ses financements et les soutiens de base accrus. Certes, on fait l'éloge des orga-

nismes, mais on laisse l'ANR organiser des projets « blancs ». Certes, on enlève à l'ANR tout rôle de programmation, mais pourquoi la garder alors qu'on peut organiser des programmes finalisés gérés par les établissements ?

La situation est pire encore pour l'AERES où le fossé est total entre les syndicats, les instances élues représentatives d'une part, et les défenseurs de l'AERES d'autre part, qui refusent aux instances – telles que le Comité national et le CNU – le droit d'évaluer les unités. Les défenseurs de l'AERES jouent sur la crainte qu'inspire le CNRS à certains universitaires ainsi que sur une forme de corporatisme institutionnel qui a conduit la CPU à aider à la création de l'ANR et de l'AERES pour affaiblir le CNRS, et à les défendre aujourd'hui pour les mêmes raisons.

Ce qui est totalement absent

L'aspect financier est passé sous silence, alors qu'une loi d'orientation et de programmation est impérative. Il n'y aura pas résorption de la précarité, orientation d'une partie des étudiants vers les métiers de l'ESR, reconstruction de notre système universitaire et de notre potentiel de recherche, sans un effort qui doit être d'autant plus important que le retard pris ces dix dernières années a été grand.

Il y a urgence à créer des emplois dans les organismes de recherche et les établissements universitaires nécessaires pour résorber la précarité. La masse salariale des emplois provenant de l'ANR doit être rendue disponible pour participer à la création de postes d'enseignants-chercheurs, chercheurs, ingénieurs et techniciens au rythme minimum de 5000 par an.

Le processus n'est pas terminé, la ministre l'a confirmé. Durant toute la journée du 19 décembre aura lieu une négociation au ministère. Vous connaissez désormais les points de blocage. Exprimez-vous ! ■

Henri-Édouard Audier, Michelle Lauton

→ Notes/Références

1. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.
2. SNCS, *Recherche publique ; Les années de destruction ; Décrypter pour refonder*. Éditions Syllepse, novembre 2012.
3. Le Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche est un organe qui constitue à la fois un comité consultatif placé auprès du ministre chargé de l'Enseignement supérieur, et une juridiction administrative.

L'«affaire» Séralini

La publication de l'étude dirigée par le professeur Gilles-Éric Séralini qui pointe la toxicité du maïs OGM est loin d'être passée inaperçue. Sous le feu des critiques de toutes parts, elle a surtout mis en lumière les clivages profonds divisant le monde scientifique.

Pierre-Henri Gouyon

Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

Difficile d'accuser la revue *Food and Chemical Toxicology* qui a publié l'article de Gilles-Éric Séralini et ses collègues (1), objet d'une incroyable entreprise de mise à l'index, d'être partisane. En se faisant l'écho d'une étude toxicologique de produits chimiques ou de consommation, appuyée par des tests et appliquée selon les normes scientifiques adéquates, elle fait son travail d'éditeur, indépendamment de la nature négative ou positive des résultats.

C'est ainsi que, quelques mois avant la présentation de l'étude pionnière de G.-E. Séralini et al. portant sur la possibilité d'effets toxiques à long terme du maïs transgénique tolérant au Roundup, la revue avait publié une étude bibliographique où étaient repris les résultats de 24 articles. Alors que dans 7 des 12 études à long terme et dans 4 des 12 études multigénérationnelles, les articles détectent des effets faibles ou mineurs et recommandent des études approfondies, les auteurs en concluent à l'absence d'effets biologiques ou toxicologiques significatifs, que les OGM sont nutritionnellement équivalents à leurs contreparties non-OGM et qu'ils peuvent être utilisés en toute sécurité pour l'alimentation humaine et animale. Cette première étude aurait pu faire l'objet d'une levée de boucliers, car elle présente d'importantes faiblesses méthodologiques : le critère « long terme » appliqué à diverses espèces dont la durée de vie des individus est très différente (deux ans est du long terme pour des rats, et non pour des porcs) ; effectifs trop faibles – dix individus ; pas d'analyse de puissance...

En affirmant dans la presse que « *le débat sur les OGM d'un point de vue sanitaire est clos* », l'une des auteurs a provoqué une polémique dans les cercles d'initiés, sans

que les médias, qui ont en général repris les conclusions de l'étude concernée sans questionnement (2), n'en fassent état. Le milieu scientifique est resté calme.

Attaques et contre-attaques

En novembre 2012, la même revue publiait l'article de Séralini et al., dont les résultats allaient dans le sens d'une toxicité d'un OGM. Cet article était critiquable : rats utilisés connus pour développer facilement des tumeurs, effectifs trop faibles, etc. En présentant ces résultats, *Le Nouvel Observateur* a titré « Oui, les OGM sont des poisons » (20 septembre 2012). Une polémique s'en est suivie et les médias se sont partagés entre des papiers reprenant les conclusions de l'article et d'autres reprenant les critiques. Mais cette fois-ci, le milieu scientifique a été mobilisé. Les agences d'évaluation des OGM et un petit groupe prétendant parler au nom de six académies scientifiques (commissionné par les dirigeants de ces académies) ainsi qu'un groupe de 40 chercheurs ont condamné l'étude via une lettre publiée dans un magazine. Le communiqué des six académies proposant rien moins que de mettre en place une sorte de commission de censure pour les questions scientifiques dans les médias. Une lettre demandant à *Food and Chemical Toxicology* de retirer l'article a également été signée par des scientifiques. Fait unique, le site du CNRS a ouvert ses pages à une pétition lancée par des chercheurs contre cette étude, dont l'argumentation est fondée sur une supposée « sacralisation de la nature », introduite à partir d'un exemple spéacieux et mal renseigné, mais qui a la bonne idée de demander que « *des fonds suffisants soient alloués à l'équipe ayant publié cette étude pour confirmer leurs observations de façon complète et rigoureuse.* »

Dans une lettre titrée «Science & Conscience», des scientifiques, choqués par la tournure que prenait la polémique, se sont exprimés sur le sujet. Ils s'étonnent « qu'un groupe d'une douzaine de personnes prétendant représenter six académies ait décidé d'un communiqué commun sans débat, ce qui est contraire au fonctionnement normal de ces institutions et interroge sur la vision de la science et de la technologie (et de leur utilité sociale) ayant présidé à une telle décision. » Ils poursuivent : « Le protocole suivi dans cette étude présente des défauts qui font débat au sein de la communauté scientifique. Mais en tout état de cause, disqualifier le protocole suivi dans le cadre de cette étude revient à disqualifier du même coup les données ayant fondé les décisions d'acceptation des OGM par les experts. Il est remarquable de voir ces mêmes experts accepter (même s'ils le critiquent parfois) un protocole expérimental quand il donne des résultats qui vont dans le sens de l'acceptation d'une technique et le démolir aussi ardemment quand les résultats vont dans le sens opposé. Ceci est à notre avis totalement contraire à toute déontologie scientifique. Nous affirmons donc que, si les observations en débat méritent d'être confirmées par des expériences de plus grande ampleur, cela s'applique également aux tests qui ont servi à autoriser toutes les plantes transgéniques actuellement sur le marché. Si toute cette histoire aboutit au moins à ce résultat, elle aura été utile. »

Deux visions en opposition

Food and Chemical Toxicology a rappelé dans sa réponse (3) aux nombreux courriers reçus, qu'elle traite « de questions souvent controversées et tiraillées par des avis arrêtés à l'intérieur et en-dehors des sciences »

et que « l'étude de Séralini et al. a été publiée après avoir été objectivement et anonymement révisée par des pairs, avec une série de rectifications effectuées par les auteurs et validées ensuite par l'éditeur. Le respect de l'indépendance éditoriale et le système de révision des pairs dans ce processus sont évidemment cruciaux. »

Oui, les scientifiques sont divisés. Certains pensent qu'on peut défendre toutes les technologies, même avec de mauvais arguments, mais pas les critiquer, d'autres demandent la prudence et le respect pour les lanceurs d'alerte. Les uns sacralisent la technoscience et imaginent avoir une attitude neutre dont la seule finalité est le **progrès**, les autres demandent un progrès choisi parmi plusieurs possibles et un contrôle social des innovations tout en reconnaissant qu'aucune action n'est jamais neutre. Il est probable que ces options ne soient pas indépendantes de choix fondamentaux concernant les relations entre les Humains et la Nature. Rien d'étonnant alors à ce que des chercheurs issus des mêmes Écoles et des mêmes Universités se retrouvent ainsi en désaccord, montrant un clivage entre ceux qui étudient les écosystèmes ou l'évolution d'un côté et ceux qui étudient les aspects moléculaires de la vie de l'autre. Ceux-ci voient les systèmes vivants comme des Lego dont on peut changer les pièces sans précautions particulières, ceux-là les voient comme des systèmes complexes où toute modification peut entraîner des conséquences imprévisibles. Il ne s'agit pas de controverses scientifiques mais de désaccords épistémologiques profonds, désaccords dont les retentissements sociaux et financiers sont à la hauteur des enjeux et des dangers. ■

Pierre-Henri Gouyon

→ Notes/Références

1. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. G.-E. Séralini, E. Clair, R. Mesnage, S. Gress, N. Defarge, M. Malatesta, D. Hennequin, J. Spiroux de Vendômois. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 50, novembre 2012.
2. <http://sciencesetavenir.nouvelobs.com/decryptage/20120326.OBS4624/comment-une-etude-a-t-elle-conclu-a-l-innocuite-des-ogm-pour-les-animaux.html>
3. www.journals.elsevier.com/food-and-chemical-toxicology/announcements/journal-statement/

L'histoire du CNRS par Michel Blay

Philosophe et historien des sciences, président du Comité pour l'histoire du CNRS.



Les ordres du Chef

Culte de l'autorité et ambitions technocratiques : le CNRS sous Vichy

Le 10 juillet 1940 à Vichy, un vote des parlementaires met fin à une large majorité à la Troisième République. Le CNRS (Centre national de la recherche scientifique), imaginé par Jean Perrin et Jean Zay, finalement créé en octobre 1939, se trouve immédiatement confronté à la nouvelle politique de l'État français. Ses deux premiers directeurs Henri Laugier (section des sciences pures) et Henri Longchambon (section des sciences appliquées) sont démis de leurs fonctions. Ils sont remplacés par Charles Jacob. Ce dernier restera seul à la tête du CNRS jusqu'à la nomination de Frédéric Joliot-Curie, le 20 août 1944, à la Libération. Charles Jacob prend en main le CNRS et impulse une nouvelle organisation profondément antidémocratique. Une organisation marquée à la fois par l'empreinte idéologique propre aux années 1930 de l'image du Chef et par celle en gestation du technocrate. C'est cette politique organisatrice du CNRS sous-tendue par la figure en mutation du Chef en technocrate qui est présentée et documentée dans ce livre. Avec Charles Jacob, le CNRS a survécu à la tourmente, mais en 1944/1945, la démocratie de la recherche était à reconstruire. Comme elle l'est toujours, aujourd'hui encore, car il ne peut y avoir de recherche sans liberté ni démocratie. Une leçon à méditer pour tous les apprentis technocrates.

Éditions Armand Colin/Comité pour l'histoire du CNRS

200 pages, 13,6 x 21,5 cm

Prix : 18 €

Septembre 2012

ISBN : 9782200277284



Quand la Recherche était une République*

La recherche scientifique à la Libération

Le 20 août 1944, au lendemain de l'appel à l'insurrection lancé par le Comité parisien de Libération, Frédéric Joliot-Curie est nommé par Henri Wallon à la tête du CNRS. Après les années de l'Occupation et du gouvernement de Vichy, une nouvelle politique de l'enseignement supérieur et de la recherche s'imposait. C'est cette nouvelle politique issue de la Libération, impulsée par le CNR (Conseil National de la Résistance) et menée de façon ouverte et pragmatique par Frédéric Joliot qui est présentée et documentée dans ce livre. Une nouvelle politique imaginée sous les auspices conjoints, la liberté étant retrouvée, de la démocratie et de la République. Un moment instructif qui, par la création d'une assemblée délibérante et d'un directoire exécutif, a permis le développement d'une recherche à la fois républicaine, démocratique et efficace. Une leçon de l'histoire à méditer aujourd'hui.

Éditions Armand Colin / Comité pour l'histoire du CNRS

160 pages, 13,5 x 21,5 cm

Prix : 22,50 €

Novembre 2011

ISBN : 9782200275570

* Épuisé mais disponible en impression à la demande

Carré rouge sur fond érable

Le Québec a connu en 2012 une période à la fois agitée, critique et prometteuse. Par son ampleur et par ses conséquences, le « printemps érable » a été un moment exceptionnel.

Max Roy

Président de la Fédération québécoise des professeures et professeurs d'université (FQPPU).

On connaissait, dès 2010, l'opposition des groupes étudiants à une hausse des droits de scolarité universitaires. Une rencontre convoquée par le gouvernement avait dévoilé ses véritables intentions. Avec les étudiants, tous les syndicats universitaires et la FQPPU avaient claqué la porte. Quelques mois plus tard, le gouvernement rendait public son projet d'augmentation des frais de scolarité : 75 % sur cinq ans. En novembre 2011, une manifestation de 30 000 personnes à Montréal laissait présager une grève étudiante. Sans concevoir la crise qui en découlerait.

Faisant front commun contre cette hausse, les associations étudiantes (1) ont réussi à mobiliser des centaines de milliers d'étudiants, à Montréal notamment et dans diverses régions du Québec. Leurs protestations sous forme de grèves locales se sont étendues à l'échelle nationale. Presque tous les établissements d'enseignement supérieur – cégeps (2) et universités – ont été touchés : l'Université du Québec à Montréal (UQAM) principalement car bastion du mouvement étudiant et des groupes progressistes.

Une révolte étudiante de masse

Le 13 février 2012, la CLASSE, une coalition d'associations étudiantes, déclenche une grève générale illimitée. Une première manifestation nationale a lieu le 23 février. Le 7 mars, une autre manifestation tourne à l'affrontement entre policiers et étudiants. Un étudiant perd l'usage d'un œil. Plusieurs personnes, dont un policier, sont transportées à l'hôpital pour des blessures ou l'inhalation de gaz lacrymogènes. La situation s'envenime tandis qu'adviennent des actions d'éclat : occupation de locaux, fermeture de rues, blocage du pont Jacques-Cartier puis du pont Champlain – des voies d'accès majeures à l'île de Montréal.

Le 22 mars, près de 300 000 étudiants sont en grève sur l'ensemble du territoire. Ce jour-là, une manifestation énorme a lieu dans les

rues de Montréal. Elle réunit pas moins de 200 000 personnes. Parmi eux se trouvent des professeurs, des représentants des milieux syndicaux et politiques, des collectifs citoyens et des parents qui prennent part à un débat social grandissant. Dorénavant, une manifestation aura lieu tous les 22 du mois.

Les grévistes arborent le carré rouge – habituellement une petite pièce de tissu –, associé depuis longtemps à des causes et revendications sociales. Inspirés par le Black Mountain College, aux États-Unis, des étudiants en arts graphiques de l'UQAM fondent l'École de la Montagne Rouge qui produit des slogans, des affiches et du matériel divers où s'impose la couleur rouge. Avec eux, la saison de la révolte étudiante devient le « printemps érable ». L'analogie avec le printemps arabe ne résiste pas à l'analyse, mais le printemps érable signale surtout une révolte généralisée et le désir de grands changements.

Implication d'une société civile unie

Les principales centrales syndicales donnent leur appui aux étudiants en grève. Peu à peu la situation se transforme en véritable crise sociale. Les manifestations se multiplient et se déroulent de façon pacifique, à moins que des casseurs ne provoquent des affrontements (3). Des groupes radicaux commettent des actes de vandalisme et portent atteinte à la sécurité publique. Le gouvernement, imité par de grands médias, accuse les étudiants. Il pointe en particulier le porte-parole de la CLASSE, Gabriel Nadeau-Dubois, le nouvel « ennemi public ». Poursuivi en justice par un étudiant, il sera condamné, après la fin de la grève, pour avoir incité à la désobéissance civile.

La répression et la brutalité policières s'observent régulièrement. On assiste à une judiciarisation du conflit, à des arrestations massives lors des rassemblements et à des occupations de campus universitaires. Des étudiants et des

→

→ professeurs sont intimidés, molestés et arrêtés. L'ONU et Amnesty International expriment leurs inquiétudes à ce sujet. Au total, on dénombre plus de 3 200 arrestations durant la crise.

Des groupes de citoyens et d'enseignants se constituent pour appuyer les étudiants, dénoncer la brutalité policière et l'intransigeance du gouvernement. Dans plusieurs villes, des gens se font entendre par un tintamarre quotidien : ils tapent chaque soir sur des casseroles pour manifester leur opposition au régime et leur volonté de changement. D'autres enjeux apparaissent : le maintien des services publics, la préservation des ressources naturelles, l'opposition à l'exploitation des gaz de schiste, etc.

La lutte pour le maintien de l'accessibilité à l'université entraîne maintes interrogations. On critique la gestion des établissements, on pointe les salaires élevés et les avantages des hauts dirigeants, on s'oppose à une conception entrepreneuriale et à une orientation utilitariste et marchande de l'université. Voilà bien des questions que se posent, depuis un moment, les professeurs et les chercheurs du Québec, et d'ailleurs. La table est mise pour un vaste débat démocratique sur l'avenir de l'université, réclamé par la FQPPU depuis 2008.

Sortie de crise désenchantée ?

Après dix semaines de conflit, le Premier ministre et la ministre de l'Éducation proposent d'étaler la hausse prévue sur sept ans au lieu de cinq, ce qui est refusé par les étudiants. Puis des négociations ont lieu, en présence des représentants des dirigeants d'université et des centrales syndicales, mais en l'absence de représentants des professeurs. Une entente de principe est rejetée massivement. La ministre de l'Éducation démissionne et les négociations ultérieures sont expéditives.

Invoquant la nécessité de rétablir l'ordre

et la paix sociale, le gouvernement du Parti libéral limite les débats et adopte, le 17 mai, une loi spéciale qui décrète la fin de la session scolaire, qui interdit toute manifestation spontanée et toute grève, et qui impose amendes et peines sévères aux individus et aux organisations qui y contreviendraient, au point d'abolir les associations étudiantes. Cette loi porterait atteinte à la liberté d'expression, obligeant les professeurs à dénoncer leurs étudiants et leurs collègues. Les groupes étudiants, la FQPPU, les centrales syndicales et plusieurs organisations civiles entreprennent alors des recours pour faire invalider la loi. Les associations étudiantes se font prudentes mais les manifestations nocturnes se poursuivent jusqu'au milieu de l'été.

Le Premier ministre Jean Charest déclenche des élections le 1^{er} août. Le scrutin du 4 septembre portera au pouvoir le Parti québécois. Pauline Marois devient la première femme à diriger le gouvernement du Québec. Son gouvernement est minoritaire, mais il respecte ses promesses d'abolir la hausse des droits de scolarité, d'abroger les mesures répressives de la loi spéciale et d'organiser un Sommet sur l'enseignement supérieur.

Le conflit étudiant a fait l'actualité et occupé l'espace médiatique pendant des mois, au point de faire oublier les allégations de corruption qui pesaient contre des élus. Face à une telle crise, la réaction du gouvernement ne fut rien d'autre qu'une attaque contre les libertés fondamentales. La plus grande grève étudiante au Québec – et au Canada – aura non seulement entraîné des élections mais elle aura également révélé les enjeux actuels de l'enseignement supérieur et des services publics. ■

Max Roy

→ Notes/Références

1. Il s'agit principalement de la Fédération étudiante universitaire du Québec (FEUQ), de la Fédération étudiante collégiale du Québec (FECQ) et de la Coalition large de l'Association pour une solidarité syndicale étudiante (CLASSE), auxquelles s'est jointe la Table de concertation étudiante du Québec (TaCEQ).

2. Au Québec, les collèges d'enseignement général et professionnel (cégeps) et certains établissements privés assurent la formation « collégiale », un niveau d'études intermédiaire entre le secondaire et l'université.

3. Des manifestations quotidiennes nocturnes se dérouleront du 24 avril jusqu'au mois de septembre, donnant lieu à des affrontements et des arrestations.

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



La concertation nationale sur la transition énergétique, qui doit définir les grands axes de la politique énergétique du quinquennat, vient d'être lancée. Parmi les instances de cette concertation – un comité de pilotage présidé par la ministre de l'Écologie, un conseil national composé de 112 membres répartis en 7 collèges (employeurs, syndicats, ONG environnementales, associations de consommateurs, élus locaux, parlementaires et représentants de l'État), un comité d'experts chargé « d'éclairer » le débat –, les scientifiques sont partout en tant que personnalités, mais nulle part en tant qu'acteurs essentiels organisés. On n'a pas jugé utile de les assembler dans un collège particulier, ce qui eût conféré plus de poids à leur parole.

Les pratiques actuelles en matière de transition énergétique sont fortement empreintes d'empirisme. Ce qui n'est pas nécessairement un problème, mais ces pratiques auraient tout à gagner d'une meilleure valorisation des concepts et modèles élaborés par les scientifiques de tous horizons. On voit tout l'intérêt que décideurs, scientifiques, professionnels, citoyens... ont à mettre ensemble leurs savoirs, leurs outils, leurs méthodes pour co-construire ensemble des voies de gestion durable et intégrée. En s'invitant dans le débat, certains scientifiques ne souhaitent rien d'autre que de prendre des responsabilités spécifiques qui découlent de leurs savoirs. Quant aux décisions, loi programmatique de programmation ou non, c'est à nos représentants politiques qu'il incombe de les prendre, en conduisant le débat sur la base d'idées claires, de connaissances et d'expériences les mieux étayées possibles.

Ce dossier, très incomplet et bien trop modeste pour une question aussi capitale que celle de l'énergie, veut témoigner du travail de rapprochement et d'entrecroisement qui existe depuis longtemps entre acteurs venant d'horizons variés.

Chantal Pacteau

Transition énergétique : quelques rappels

Chantal Pacteau

Secrétaire générale adjointe du SNCS.

Dès 1972, le rapport Meadows (1) rédigé pour le Club de Rome annonçait l'idée d'une transition nécessaire, notamment sur le plan énergétique : « *Le choix est donc clair : ou bien ne se soucier que de ses intérêts à court terme, et poursuivre l'expansion exponentielle qui mène le système global jusqu'aux limites de la Terre et à l'effondrement final, ou bien définir l'objectif, s'engager à y parvenir et commencer, progressivement, rigoureusement, la transition vers l'état d'équilibre.* »

Répercussions sur le climat

C'est que, depuis la révolution industrielle, la demande énergétique globale a été multipliée par un facteur de 100, la part majeure de cette demande provenant de la combustion de carbone fossile, qui libère du CO₂ et des aérosols dans l'atmosphère. La concentration de CO₂ a atteint un niveau inégalé depuis des dizaines de millions d'années et sa vitesse d'accroissement n'a pas d'équivalent dans l'histoire de la Terre. Toujours à cause des activités humaines, la concentration de méthane dans l'air a pratiquement triplé, de l'ozone de pollution est produit, etc. L'ensemble de ces changements de composition atmosphérique réchauffe le climat, avec une myriade d'impacts régionaux sur les écosystèmes et les sociétés humaines.

Face au changement climatique, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) (2) a longtemps œuvré pour des mesures de réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES) au niveau mondial, mesures dites d'atténuation. Il voulait s'en prendre aux causes du problème, d'où une orientation très forte vers le secteur le plus émetteur de GES, le secteur énergétique. Mais avec les échecs répétés des négociations internationales, on a commencé à parler de stratégie d'adaptation aux changements climatiques (CC). Poussée par les pays en déve-

loppement, davantage vulnérables aux impacts d'un CC dont ils ne sont aucunement responsables, l'adaptation s'est peu à peu imposée dans les discussions avant de s'immiscer jusque dans les politiques à l'échelle des collectivités. « *Aujourd'hui, elle se retrouve aussi bien sous la forme d'actions intégrées à des politiques de développement durable (DD) et comme outils d'aide à la décision qu'au sein de stratégies élaborées à l'échelle nationale ou constituant la mission d'instituts de recherche spécialisés (3).* »

Comme le montre le graphique des émissions mondiales de GES (4) par secteur (cf. p. 15), la hausse la plus significative depuis 1990 est attribuée au changement d'usage des terres et à la déforestation (+ 48 %) ; suivent les secteurs de l'énergie (+ 37 %) et des transports (+ 32 %) ; les émissions des secteurs agricole et industriel augmentant de 9 % et celles du secteur tertiaire restant stables. Le secteur énergétique ne peut donc être la seule cible des politiques d'adaptation, mais il en reste une composante essentielle, comme l'indiquent les plans climat, auxquels est souvent accolé le terme d'énergie. Au niveau européen, on parle même de paquets climat-énergie.

Se fixer un nouveau cap

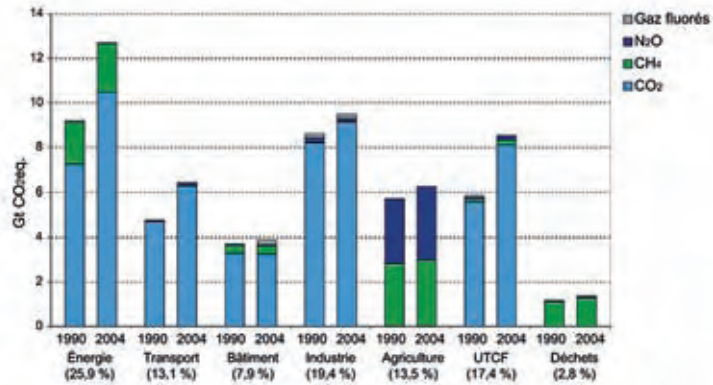
La question énergétique n'est nullement technique ; elle est politique. Car il y a abondance de sources et de technologies. Charbon, pétrole, sables bitumineux, gaz de schiste, uranium sont loin d'être épuisés, mais il faut aller les chercher toujours plus profond, avec des risques (5) et des impacts accrus. La domestication des énergies renouvelables est bien avancée. Au-delà des panneaux photovoltaïques ou des grandes éoliennes, les techniques de demain sauront se nourrir de la houle, la géothermie, le solaire à concentration ou l'éolien de poche pour leur production.

Les rapports et réunions qui vont du niveau

mondial au plus local pullulent. On s'accorde de ce que désormais il faut s'engager dans une « transition énergétique ». Nombre de scénarios (6) sont élaborés, qui diffèrent par leur *a priori*: abondance ou maîtrise (ce qui détermine les volumes de demande d'énergie considérés comme indispensables). Leur construction reflète les idéologies de leurs auteurs: plus ou moins grande confiance dans le progrès technico-scientifique, adhésion ou rejet du modèle de croissance économique, vision d'un futur basé sur le mode de vie occidental amélioré ou sur la métamorphose à laquelle appelle Edgar Morin.

Mais devant les vulnérabilités que les sociétés et les territoires ont eux-mêmes organisées par leurs activités, l'idée d'une modification du système énergétique dans sa globalité s'impose toujours plus. « L'enjeu est à la fois de permettre à tous les pays d'accéder à un niveau de développement équivalent à celui des sociétés industrialisées, de restreindre au mieux nos ponctions de ressources fossiles d'énergie (pétrole, gaz, charbon) et de diviser par deux les émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO₂) avant 2050, le tout sans faire de paris technologiques ni prendre des risques environnementaux inconsidérés », rappelle Benjamin Dessus (7). Ce qui suppose un véritable choix de société: s'engager dans une croissance verte qui perpétue le système actuel

Évolution des émissions mondiales de GES par secteur entre 1990 et 2004



Source GIEC, 1^{er} groupe de travail, 2007.

basé sur le couple productivisme-consumérisme et le creusement des inégalités sociales, ou s'engager dans des alternatives, à inventer, capables de prendre en compte tout à la fois les besoins humains, la répartition des richesses et les contraintes écologiques.

En somme, il est impérieux que le débat de fond sur la transition énergétique s'émancipe des seules modélisations économiques, mesures physiques ou autres géographies des ressources. Penser cette transition, c'est raisonner à partir des usages des individus et des sociétés; c'est revisiter nos activités au prisme de l'énergie; c'est aussi penser la complexité, pour passer du mode de production minier actuel à un mode de production soutenable. ■

Chantal Pacteau

→ Notes/Références

1. D. Meadows et al., *The limits to growth - Halte à la croissance ?*, Club de Rome, 1972.
2. www.insu.cnrs.fr/environnement/climat-changement-climatique/presentation-du-giec-le-groupe-inter-gouvernemental-d-expe
3. www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Repclimat.pdf (page 12)
4. G. Simonet (pour GIS le Climat, Environnement, Société et NSS Dialogues). Synthèse du cycle de séminaires franco-québécois sur l'adaptation. En cours de publication.
5. Dont certains peu documentés publiquement, comme ceux décrits dans « Induced Seismicity Potential in Energy Technologies », *National Academy of Sciences Report*, 2012.
6. Scénario NOE (Nouvelles options énergétiques) du CNRS (1990), scénario négaWatt, scénario « 450 ppm » de l'Agence internationale de l'énergie...
7. B. Dessus, *Pour La Science*, n°414, avril 2012, pp. 30-35.

R&D en panne sèche

Les énergies renouvelables devraient être une priorité de la recherche internationale en raison d'enjeux sociaux, écologiques et géopolitiques. C'est tout le contraire. Avec des budgets en baisse et dans un climat de forte concurrence internationale, la crise énergétique guette.

Marc Delepoue

Responsable du secteur international du SNESUP.

Selon le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (1), les investissements en recherche et développement (R&D) dans les énergies renouvelables ont subi une baisse de 16 % entre 2010 et 2011, passant d'un montant de 9,9 milliards de dollars à un montant de 8,3 milliards, soit à environ 0,012 % du PIB mondial (2).

Nous sommes là très loin des 3 % qui seraient un objectif à atteindre pour l'ensemble des R&D. Le développement des énergies renouvelables serait-il donc une question particulièrement secondaire ?

Au cœur des intérêts

L'énergie représente des enjeux internationaux. Tout d'abord environnementaux, l'usage des énergies fossiles est par exemple la toute première cause d'un changement climatique dont l'emballement pourrait causer une rupture tragique dans l'histoire humaine. Ensuite géopolitiques, la raréfaction et la répartition géographique non homogène des ressources en hydrocarbures constituent la première cause de tensions et de conflits à travers le monde. Enfin, l'accès aux droits sociaux fondamentaux (santé, éducation, alimentation, logement...) ne peut être effectif sans l'accès à l'énergie. Pour nombre de pays, un problème majeur reste ainsi la production insuffisante d'énergie, sans parler des difficultés qu'ils rencontrent pour sa distribution.

Alors que la somme de ces enjeux portant sur l'énergie est largement responsable d'une situation de crise globale et d'urgence, le fait que l'humanité ait investi en 2011 à peine plus d'un dix millième de ses revenus en R&D dans les énergies renouvelables, pose avec acuité la question de l'orientation de la recherche et du sous-investissement dont elle est l'objet. S'y ajoute la question de son organisation. Les

recherches sur les énergies renouvelables se mènent dans le cadre d'une concurrence économique internationale où des efforts semblables s'effectuent simultanément en de multiples endroits, le plus souvent sous le couvert du secret, occasionnant un gâchis conséquent. La part publique, d'un montant dérisoire au regard des enjeux (4,6 milliards de dollars par an), est elle-même largement inscrite dans cette concurrence économique.

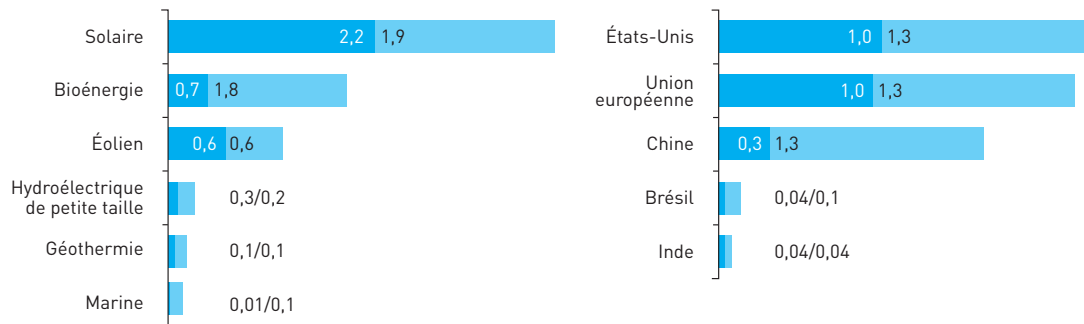
L'histoire montre pourtant que lorsque les forces scientifiques se coordonnent au lieu de se concurrencer, et bénéficient de moyens adéquats grâce à l'engagement des États, alors la R&D peut connaître des accélérations conséquentes. Ce fut le cas pour la réalisation du projet Manhattan, au demeurant extrêmement discutable, qui a abouti à la mise au point de la première bombe atomique. Ce qui a été rendu possible il y a soixante-dix ans dans un objectif guerrier ne le serait plus aujourd'hui quand il s'agit de la défense des conditions de vie et de survie de l'ensemble de l'humanité ?

Les sources d'énergie les moins polluantes devraient au contraire donner lieu à la mise en place d'un plan public de recherche international, d'une hauteur sans commune mesure avec ce qui a cours aujourd'hui. D'un plan dont le principe directeur serait la coopération organisée à l'échelle nationale, européenne et internationale. C'est une condition nécessaire pour éviter une tragédie globale.

L'efficacité et la sobriété énergétiques constituent aussi des pistes à suivre pour répondre au problème de l'énergie. Mais elles sont tout autant négligées en termes de R&D que le sont les énergies renouvelables. Nous ne traiterons pas ici de l'énergie nucléaire, car si celle-ci présente des espoirs pour des temps futurs, elle ne peut répondre à l'urgence.

Financement de la R&D dans les énergies renouvelables en 2011

Montants en milliards de dollars



Total : 8,3 milliards de dollars dont 4,6 d'origine publique. Par M. D.

PNUE, *Les tendances mondiales de l'investissement dans les énergies renouvelables*. Juin 2012.

Halte aux erreurs du passé

De nombreux pays importent une large part de leurs besoins en énergie, ce qui se traduit par la nécessité d'une économie tournée vers les exportations, voire une politique commerciale agressive. L'Union européenne (UE) en est une illustration : les énergies fossiles représentent environ le tiers de ses importations. Nous avons là l'un des arguments utilisés en faveur de l'orientation ultralibérale de l'UE.

Dès 1973, le premier choc pétrolier aurait dû entraîner d'autres choix européens, basés sur la recherche dans les énergies renouvelables et dans l'efficacité et la sobriété énergétiques. Si l'UE avait dès lors investi 0,2 % de son PIB (soit aujourd'hui 18 milliards de dollars annuels) dans un plan public de recherche sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, coordonné à l'échelle européenne, et plus généralement impulsé le développement de la recherche en Europe, nous serions aujourd'hui dans une tout autre situation. D'autant que les autres grandes puissances économiques en auraient tiré les consé-

quences en vue de ne pas se laisser distancer par l'UE dans un domaine fondamental à toute économie nationale.

À l'heure actuelle, le financement européen de la recherche proposé dans le projet du *Programme-cadre pour la recherche et l'innovation « Horizon 2020 »* de l'UE est de 11,4 milliards d'euros par an, soit seulement 0,08 % de son PIB. De surcroît, ce projet, marqué du sceau de la guerre économique entre les nations, et d'une vision étroite et technicienne, propose de mettre de façon renforcée la recherche publique au service des entreprises privées. Dans une totale incompréhension des enjeux vitaux que rencontre l'humanité.

Si l'histoire ne peut pas être réécrite, persister dans l'erreur ne doit pas durer. L'urgence climatique, environnementale et sociale appelle une mobilisation générale, internationale, où le domaine de la recherche a une contribution essentielle à apporter. Ce doit être la priorité de la politique de l'UE, en propre et en coopération avec tous les pays volontaires. ■

Marc Delepouve

→ Notes/Références

Cet article s'inspire largement de la partie « Sciences » de l'ouvrage de M. Delepouve, *Une société intoxiquée par les chiffres - Propositions pour sortir de la crise globale*. Éditions L'Harmattan, 2011.

1. PNUE, *Les tendances mondiales de l'investissement dans les énergies renouvelables*. 2012.
2. 70 mille milliards de dollars (chiffres de 2011).

La difficile équation énergétique

Quitter ses mauvaises habitudes n'est pas chose aisée. Le modèle économique international, dépendant à plus de 80 % des combustibles fossiles et en fin de cycle, doit pourtant opérer sa mue. Des changements cruciaux pour impulser une nouvelle croissance reposant sur les énergies propres.

Jérôme Gleizes

Enseignant d'économie à l'Université Paris 13 et membre du laboratoire d'économie IDHE-CNRS de l'ENS de Cachan.

Depuis le début de l'humanité, la question énergétique a toujours eu une place prégnante dans les changements civilisationnels, que cela soit dans la dimension de sa maîtrise ou de son usage : domestication du feu au paléolithique, début de la métallurgie (âges du cuivre, du bronze, du fer), invention de la machine à vapeur, expansion de l'électricité...

L'énergie est le dénominateur commun à tous les biens (1), notamment à travers leur production qui nécessite au minimum de l'énergie mécanique, de l'activité économique et un travail de transformation. Ce processus a été démultiplié grâce à l'usage d'énergies primaires, qu'elles soient sous forme de stocks puisés dans la croûte terrestre (pétrole, gaz, charbon, uranium...) ou sous forme de flux (bois, biomasse, solaire, éolien, hydraulique...) et de machines, optimisant les rendements énergétiques. La production doit ainsi tenir compte des lois de la physique et en particulier de la thermodynamique, comme l'a montré en premier Carnot en 1824.

L'énergie étant la mesure unifiée des différents types de mouvements (cinétiques ou potentiels), toute activité économique de transformation est soumise à la fois aux principes de conservation et d'entropie. Au début, l'être humain a exploité sa propre force et consommé l'énergie stockée dans les animaux qu'il chassait et les fruits qu'il cueillait, puis il a utilisé le sol comme capteur et convertisseur d'énergie. Avec l'industrie, il a transformé la matière, notamment au moment des révolutions industrielles où l'exploitation des énergies fossiles, associée à celle du travail humain, a permis

une croissance exponentielle des productions matérielles.

Mais cette croissance exponentielle bute aujourd'hui sur l'équation énergétique : le stock d'énergies fossiles s'épuise ; leur combustion provoque l'émission de CO₂, modifiant le climat ; la production d'énergie nucléaire engendre des déchets dont la durée de radioactivité dépasse l'espérance de vie d'une civilisation et dont la dangerosité est extrême. Désormais, il faudrait une transition énergétique et une décarbonisation de l'économie pour que le système n'implose pas.

Réduction des gaz à effet de serre (GES)

En 2006, le rapport Stern a montré la nécessité de changer de modèle économique d'ici 2050 pour atténuer les effets du changement climatique. À défaut de quoi nous risquerions une récession allant jusqu'à 25 % du PIB mondial. Les bénéfices d'une action forte et rapide dépasseraient largement les coûts, mais tout retard entraînerait une hausse plus que proportionnelle de ceux-ci, à cause de l'irréversibilité de certains effets et de l'inertie des phénomènes thermodynamiques.

Le quatrième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) de 2007 a montré que le niveau actuel du stock de GES dans l'atmosphère est d'environ 430 parties par million (ppm) équivalent CO₂, contre seulement 300 ppm avant la révolution industrielle (2). Ce niveau de concentration a d'ores et déjà provoqué un réchauffement de plus d'un demi-degré Celsius et enclenchera une hausse supplémentaire d'au

moins un autre demi-degré au cours des prochaines décennies. Le dernier rapport du GIEC a réévalué négativement l'impact des GES (3).

Pour mieux comprendre l'enjeu, nous pouvons utiliser les identités de Kaya ou d'Ehrlich qui décomposent l'émission des GES selon le contenu carbone du modèle énergétique (GES/Tonne Équivalent Pétrole), l'intensité énergétique du modèle de croissance (TEP/PIB), le niveau de vie moyen de la population (PIB par habitant) et le nombre d'habitants sur la planète. La population mondiale devrait augmenter de 50 % par rapport à 2000 et atteindre 9 milliards d'habitants en 2050. Le GIEC recommande à cet effet une division par trois des GES pour éviter un emballement climatique. Ces deux paramètres fixés, nous pouvons calculer les objectifs nécessaires d'intensité pour une croissance moyenne de 2 % permettant de réduire les inégalités (*cf. tableau*).

Entre 2000 et 2010, malgré une croissance faible par habitant (0,24 % par an), les GES se sont fortement intensifiés (40 %), bien plus que la population (17 %), car il n'y a pas eu d'amélioration de l'intensité carbone et énergétique. Pour 2050, l'effort à faire nécessite des niveaux de performances technologiques élevés afin de rattraper le retard pris au début du XXI^e siècle (réduction de 77 % du contenu en CO₂ de l'énergie produite et de 64 % de l'intensité énergétique). Dans le cas contraire, nous entrerons dans une ère incertaine de dérèglements clima-

tiques qui causeraient mécaniquement une baisse de la croissance, voire dans le pire des cas de la population (sécheresses, inondations, maladies tropicales, guerres...).

Promotion des énergies renouvelables

Les résultats précédents montrent l'importance de sortir de la dépendance des énergies fossiles carbonées. Il faut développer un modèle énergétique qui opère un découplage entre la croissance monétaire, la quantité de GES émise et celle d'énergie consommée. Le GIEC a rédigé en 2011 un *Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique* (4) dans lequel il présente les alternatives. Les scénarios évalués permettent une réduction d'environ un tiers des émissions de GES et un maintien des concentrations de GES à hauteur de 450 ppm. Aujourd'hui, le potentiel des énergies renouvelables est de moins de 2,5 % dans le monde mais les investissements nécessaires varient entre 1 360 et 5 100 milliards de dollars d'ici à 2020, et de 1 490 à 7 180 milliards de dollars pour la décennie 2021-2030.

Six sources d'énergie renouvelable sont envisagées (biomasse, solaire, géothermie, hydraulique, éolien et énergie marine). La plupart des prévisions estiment qu'à l'horizon 2050 la contribution des énergies renouvelables à une offre énergétique sobre en carbone sera supérieure à celle de l'énergie nucléaire ou des combustibles fossiles qui font appel au stockage du carbone. Le seul fait de passer de

→

Objectifs d'intensité pour une croissance moyenne de 2 %

	GES (en GtCO ₂)	Contenu carbone de l'énergie (GES/TEP)	Intensité énergétique (TEP/PIB)	Richesse par habitant (PIB/POP)	Population (en milliards)
Données en 2000*	25	2,5	0,28	6	6
Données en 2010** (taux de croissance moyen entre 2000 et 2010)	35 (+3,42 %)	2,92 (+1,55 %)	0,28 (+0,05 %)	6,14 (+0,24 %)	7 (+1,55 %)
Division par 3 des GES entre 2000 et 2050	8,3 (-2,17 %)	0,57 (-2,92 %)	0,1 (-2 %)	16,15 (+2 %)	9 (+0,81 %)
Taux de croissance moyen par rapport à 2010***	-3,52 %	-4,01 %	-2,51 %	2,45 %	0,63 %

* Les données de 2000 sont des émissions de 25 GtCO₂, 10 GtTEP de consommation énergétique, un PIB de 36 billions de \$ (en parité de pouvoir d'achat), 6 milliards d'habitants. ** Les données de 2010 sont des émissions de 35 GtCO₂, 12 GtTEP, 43 billions de PIB, 7 milliards d'habitants. *** Toutes les données sont issues, y compris l'hypothèse haute de 2 % de taux de croissance du PIB par habitant, du rapport pour le Conseil économique pour le développement durable de novembre 2009 (Crifo, Debonneuil, GrandJean) et recalculées par l'auteur pour des soucis de cohérence mathématique.



© JANNOON028/FOTOLIA.COM

→ la production d'électricité d'origine thermique à la production d'origine renouvelable non thermique diviserait déjà par trois la consommation d'énergie primaire.

Par ailleurs, une amélioration de l'intensité énergétique ne suffit pas d'après le paradoxe de Jevons. Ce dernier a montré en 1865 que l'introduction de technologies plus efficaces pouvait augmenter la consommation totale d'énergie et que la consommation anglaise de charbon avait subi un fort essor après l'invention de la machine à vapeur. En résumé, les innovations ont fait du charbon une source d'énergie plus rentable, ce qui a conduit à généraliser l'emploi de cette machine. La consommation totale de charbon a ainsi augmenté même lorsque la quantité de charbon utilisée par usine diminuait.

Crépuscule d'un modèle révolu

Au-delà de la question du risque, le nucléaire est une énergie coûteuse. L'accident de Fukushima a obligé à réévaluer la sécurité et le coût du nucléaire (5). Le montant total de construction des 58 réacteurs français s'est élevé à 121 milliards d'euros. Contrairement à toutes les technologies, le coût de construction par mégawatt a progressé avec le temps, sans bénéficier d'économie d'échelle. Il est passé de 1,07 milliards d'euros en 1978 avec Fessenheim à 3,7 milliards avec Flamanville. Les dépenses de démantèlement ne sont pas connues avec certitude faute d'expériences nationales ou internationales. Le coût doit aussi inclure celui du renouvellement du parc. La Cour des comptes a critiqué en 2005 l'insuffisance des provisions pour le démantèlement

d'EDF (23,5 milliards d'euros). Même la banque suisse UBS déconseille d'investir dans de nouvelles centrales.

Cette énergie est non rentable si on inclut les subventions, les frais sous-estimés des arrêts, les rénovations de l'équipement, le démantèlement, l'évacuation des déchets et leur stockage ultime (7 milliards par centrale pour des délais très longs). Pour retarder l'investissement à venir, EDF préfère allonger la durée de vie des réacteurs pour un coût qu'elle évalue à 1 milliard d'euros, mais cela veut dire prolonger des structures prévues pour trente ans. Et l'Autorité de sécurité nucléaire est, elle, de plus en plus critique.

Quelles mesures appliquées ?

L'équation énergétique va être difficile à résoudre dans un contexte de contrainte budgétaire, surtout en France, très dépendante du nucléaire. Plusieurs choix (négaWatt 2011 (6), Afterres2050) sont envisagés. Tous sont basés sur un triptyque de solutions : réduction de la consommation (sobriété), efficacité des techniques, développement des énergies renouvelables.

Aujourd'hui, la consommation énergétique finale de la France se répartit entre l'industrie (21 %), les transports (30 %), le bâtiment résidentiel (30 %) et tertiaire (16 %), et l'agriculture (3 %). La rénovation thermique des bâtiments est le premier pilier de la transition : il faut d'abord améliorer l'efficacité de l'isolation (choix des matériaux, orientation des bâtiments). La consommation énergétique, issue soit de l'énergie primaire de stock, soit de l'électricité produite à partir de l'énergie primaire, doit aussi être remplacée par de l'éner-

gie primaire de flux, d'où le deuxième pilier : augmenter la production d'énergie renouvelable. Le troisième pilier s'appuie sur la sobriété énergétique. Il faut réduire la consommation tant de l'énergie primaire de stock que de l'électricité, et revoir les schémas et les formes de mobilité. Un quatrième pilier est le développement des réseaux de transport, de distribution et de stockage car le nouveau modèle énergétique est un modèle décentralisé et diversifié qui assure la complémentarité des réseaux électriques et de chaleur à toutes les échelles géographiques. La production énergétique demande en effet de s'adapter aux spécificités de chaque territoire en incluant l'urbanisme et la production industrielle. Le cinquième pilier est enfin l'agriculture, développée avec le premier programme agricole, alimentaire et foncier pour la France : Afterres2050 (7). Il tient compte des modalités d'occupation de l'espace agricole, de tous nos besoins (aliments, énergie, matériaux) pour les ajuster aux potentialités écologiques des systèmes agricoles et forestiers, de la complexité du cycle carbone et des autres GES comme le méthane.

La transition énergétique conditionne un nouveau modèle économique, basé sur une économie circulaire. Le système productif doit être totalement intégré à son environnement avec le recyclage prioritaire des matériaux et s'appuyer sur des valeurs de fonctionnalité. Il faut que la possession d'un bien importe moins que son usage et tout simplement proscrire l'obsolescence programmée des produits. ■

Jérôme Gleizes

→ Notes/Références

1. R. Passet, *L'économie et le vivant*. Economica, 1996, p. 124 et suivantes.
 2. Tous les GES sont transformés en équivalent CO₂ en fonction de leur impact sur l'effet de serre.
 3. www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml
 4. <http://srren.ipcc-wg3.de>
 5. Voir le rapport de la Cour des comptes, *Les coûts de la filière électronucléaire*. Janvier 2012.
 6. www.negawatt.org/
 7. Afterres2050 a été développé par Solagro, www.solagro.org/site/393.html
- Pour aller plus loin :** www.global-chance.org
 Scénario ADEME, Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050, www.energievie.info/fr/actualites/actualites16.html
 Scénario RAC-CIRED, Élaboration d'un scénario bas carbone pour la France, www.rac-f.org/IMG/pdf/scenario_acceptable_france_2012.pdf

L'innovation, moteur des filières renouvelables

La filière des énergies renouvelables gagne du terrain comme en témoignent les chiffres de la consommation internationale d'énergie. Une tendance qui se confirme à travers des investissements conséquents et des créations d'emplois pour des pays comme l'Allemagne.

Wolfgang Palz

Ex-directeur des programmes européens sur les énergies renouvelables.

Depuis cinq ans, l'économie française a perdu 300 000 emplois (1). Il se trouve qu'au contraire, pendant la même période, l'Allemagne a pu créer un nombre équivalent d'emplois, et ceci tout particulièrement dans le secteur des énergies renouvelables, l'éolien et le photovoltaïque en tête.

Car les énergies renouvelables sont devenues en une dizaine d'années des énergies incontournables au niveau mondial. Elles se trouvent aux avant-postes des nouveaux investissements et représentent des centaines de milliards d'euros annuels. Rien qu'en 2011, le monde a investi, sous l'égide de la Chine, de l'Allemagne et des États-Unis, 100 milliards d'euros dans le photovoltaïque et 50 milliards dans l'éolien.

Mais le solaire, l'éolien, la géothermie, l'hydraulique, la biomasse & autres énergies renouvelables n'intéressent pas uniquement le monde économique et social. En tant qu'énergies décarbonées, elles sont devenues – avec les économies d'énergie – le levier principal dans le combat global contre la dégradation du climat et de l'environnement. Grâce à leur localisation territoriale, la production et l'approvisionnement des

énergies renouvelables sont à même de procurer l'indépendance énergétique des pays ; et parce que l'apport de l'énergie du soleil est inépuisable, on peut enfin sécuriser l'approvisionnement énergétique pour tous.

Les énergies renouvelables étant par nature décentralisées, la gestion des besoins en énergie ne doit plus fatalement être l'affaire de quelques sociétés spécialisées, comme c'est le cas aujourd'hui. Cette gestion doit rendre l'énergie accessible à tous. C'est *a fortiori* un problème de tout premier ordre pour les pays en développement, où plus d'un milliard d'individus sont toujours dépourvus d'électricité. Dans les pays où la densité de la population est souvent faible, les énergies propres et décentralisées conviennent beaucoup mieux que les centrales électriques classiques, moins adaptées avec leurs longues lignes de distribution du courant.

Parc international en pleine mutation

Quelques chiffres illustrent la montée en puissance récente des énergies renouvelables en Europe et à travers le monde.

Évolution mondiale des emplois* dans le solaire et l'éolien

	2011	2020
Éolien onshore	488 000	531 000
Éolien offshore	29 000	160 000
Photovoltaïque	675 000	1 020 000
Solaire	41 000	288 000
Total	1 234 000	1 999 000

* En équivalent temps plein. Source : Bloomberg New Energy Finance, Mars 2012.



© SELLINGPIX/FOTOLIA.COM

Les énergies ayant connu la plus forte croissance sont ainsi l'éolien et le solaire photovoltaïque : la capacité mondiale en puissance éolienne a atteint fin 2012 les 260 GW (1 GW = 1 million de kW) tandis que la puissance globale cumulée en photovoltaïque s'est élevée à 100 GW. Il est aussi établi que la croissance annuelle mondiale du photovoltaïque – avec 30 GW installés en 2012 – rejoint pour la première fois le niveau du taux de croissance de l'éolien. La hausse relative du photovoltaïque étant une tendance qu'on observe depuis quelques années.

En 2012, les pays sur le podium de l'éolien sont toujours la Chine avec 12 GW nouvellement installés, suivie par les États-Unis. Pour le photovoltaïque, l'Allemagne garde encore cette année la palme du leader mondial avec 6 GW installés, talonnée par la Chine. Dès 2013, on s'attend à ce que la Chine domine le marché mondial à la fois de l'éolien et du photovoltaïque.

Dans l'Europe des Vingt-Sept, la puissance éolienne installée totale est de 100 GW fin 2012,

et de 60 GW pour le photovoltaïque. Ces deux énergies représentent actuellement presque 20 % de toute la puissance électrique en place dans l'Union européenne (UE). En s'adressant non plus à la puissance électrique installée mais à l'énergie électrique effectivement produite, l'ensemble des sources d'énergie renouvelable a déjà contribué à 20 % de la couverture de la consommation totale de l'Europe en 2010. Et selon la directive « Énergie et Climat », l'UE devrait atteindre en moyenne les 34 % d'énergie électrique renouvelable dans sa consommation en 2020.

Parmi les pays européens, c'est l'Allemagne qui a enregistré la plus forte croissance d'électricité renouvelable pour couvrir sa consommation. Après avoir atteint les 20 % d'énergie renouvelable pour la première fois en 2011, elle a dépassé les 25 % un an plus tard et vise désormais les 40 % pour 2020. ■

Wolfgang Palz

→ Notes/Références

1. www.ofce.sciences-po.fr/blog/?p=2478

Vers un autre métabolisme des objets

L'actuel cycle de vie des objets (conception - production - distribution - utilisation - recyclage), sauf seconde vie à la faveur d'un réemploi, est loin de la sobriété en énergie comme en ressources naturelles. C'est le résultat de choix privilégiant le profit et délaissant les atouts de la technologie.

Claude Pichot

Président de l'Association française des ingénieurs en maintenance (AFIM).

Je me rends d'un point à un autre en ville avec ma voiture. À une vitesse moyenne de 46 km/h, je consomme 6,4 l de gasoil aux 100 km pour déplacer une masse de 900 kg. Le nombre moyen de passagers est de 1,1 par véhicule. Et à la moindre défaillance, le moyen de locomotion en question se voit remplacé par un coûteux sosie. À service rendu égal, au vu de ces paramètres, ne serait-il pas raisonnable de mettre en œuvre des alternatives consommant moins d'énergie pour nous déplacer ?

Au-delà de cet exemple, notre modèle actuel pousse à consommer, à faire du chiffre, et même à détruire sans discernement. Cela pose la question d'un développement technologique et industriel orienté vers d'autres finalités, préservant les ressources que l'on sait finies et non renouvelables.

Maintenabilité et réemployabilité des objets

Pour maintenir des équipements, on a besoin de gens formés au démontage, à l'opposé de la fabrication qui ne se préoccupe que du montage, mais cela ne s'apprend plus guère. De même, l'*ergonomie* est souvent délaissée. On se trouve alors en présence de produits mal conçus, qui deviennent vite dépassés, voire obsolètes au bout de quelques années. Notre modèle exige de réduire leur durée de vie et de livrer de l'éphémère, tout en glosant sur le développement durable. Ainsi, des millions de téléphones fixes ou mobiles sont jetés alors qu'il serait possible de les mettre à jour, de les reconditionner. Tout cela parce que « Monsieur Lemarché » l'a imposé et que dans les processus de décision, l'intérêt de l'Homme a disparu du raisonnement au profit du seul profit.

Pourtant, des scientifiques comme Georges Charpak ont préconisé le primat du contact avec le réel au travers de l'expérimentation directe vue comme un incontournable, depuis l'enseignement précoce jusqu'aux métiers de l'ingénierie. Mais on s'est bien gardé de le suivre.

Ce manque d'expérience pratique est lourd de conséquences sur l'activité industrielle, sur le *rythme de mise au rebut* des objets au motif de leur obsolescence et des retards pris en vue d'une véritable filière de maintenance. Ainsi, pour fabriquer puis maintenir les moteurs électriques, il faut des personnels qui sachent convertir le nombre de spires des bobines en fonction du diamètre du fil de bobinage, qui connaissent les fondements des machines électriques, etc. Au lieu de cela, on mise sur un petit cercle de « sachants » face à une armée de fourmis vouées à l'exécution de consignes. Faute de mettre l'Homme au centre, les premiers adressent aux seconds des notices absurdes, oubliées des contraintes de l'activité manuelle ou du champ visuel.

En fait, la *maintenabilité* des objets n'est intégrée dans leur conception que dans les cas où des coûts en énergie sont en jeu. Dans les autres cas, on se cantonne au court terme. Il y a quelques années, on apprenait à câbler un automatisme composé de circuits logiques. Désormais, on s'en remet à un jeu de capteurs reliés sans fil à un ordinateur, au risque de ne plus percevoir ce qui est défaillant dans une chaîne de fonctionnement. Dans la course aux gains de productivité, on ne paye plus de vérificateurs s'assurant de la continuité des liaisons physiques et électriques (1). Dans la conception de la partie *commande* des systèmes, on n'intègre pas le cas où le processus

déraille, on n'introduit pas les pannes dans le modèle, encore moins la place de l'Homme. On livre un beau boîtier qui masque ces carences. On fait l'économie de la fonction d'*actionneur*, on passe outre les contraintes, voire les risques, des matériaux utilisés. En mécanique, on n'apprend plus guère les problèmes de fabrication, et encore moins les métiers de la réparation.

Un vaste champ pour la sobriété énergétique

Quand les Français achètent la bagatelle de quelques millions de téléviseurs par an, la puissance ainsi installée équivaut à celle d'une centrale nucléaire. Imaginez l'effet de basculement si la règle imposait désormais à ces téléviseurs de tirer leur énergie exclusivement du soleil. Si une centrale vaut 6 milliards d'euros, je peux bien mettre quelques milliards pour économiser 6 milliards ! Il n'est pas fatal d'alimenter ces téléviseurs par une énergie électrique ayant déjà subi une dissipation sur les lignes issues de la centrale. De même, pour produire du froid dans des bâtiments, pourquoi ne pas refroidir l'air chaud au contact de l'eau de mer à 13 °C – à 200 m des côtes – dans un échangeur alimenté pour partie par du solaire ?

Promouvoir une filière du réemploi

Aujourd'hui, il y a la dictature du *non réparable*. On est sommé de jeter et de remplacer. Sachons bien distinguer le *réemploi* donnant une seconde vie à un objet, et son *recyclage* final destiné à en extraire les composants et matériaux réutilisables, et à en trier sélectivement les déchets. Jusqu'ici, on n'apprend pas à réemployer. On se résout à jeter les

équipements ayant servi, parce qu'on ne sait pas ou plus les réparer, qu'on pense qu'on ne trouvera pas les pièces nécessaires et que ce ne sera pas économiquement viable. En outre, le citoyen n'est plus formé à l'utilisation des outillages élémentaires. On ne lui apprend pas à choisir un outil, à limer, à ajuster, à connecter, à réparer.

Dans l'automobile et bien d'autres secteurs, maints éléments pourraient être traités en vue d'un réemploi, ce qui permettrait de créer de nouveaux emplois, au lieu de tout faire broyer ou déconstruire dans des pays lointains. Dans le bâtiment, les gravats sont broyés, moyennant un coût en énergie, et le résultat se retrouve dans des soubassements routiers et sur divers sols. Dans la téléphonie, au lieu d'être réemployés, de nombreux appareils sont massivement jetés avec les *terres rares* qu'ils contiennent, obligeant à toujours plus d'extractions effectuées dans des conditions précaires et socialement contestables. Côté ordinateurs, les vastes possibilités de mises à jour matérielle et logicielle sont écartées au profit d'un *renouvellement* étourdissant, et le réemploi demeure l'exception. De toute façon, le réemploi est illusoire s'il n'a pas été un tant soit peu intégré au départ dans la conception de l'objet.

Sachant qu'il y a aujourd'hui 4 millions de chômeurs, en fait près du double en incluant les diverses situations non décomptées, on pourrait créer une véritable *filière du réemploi*. Cela pourrait déjà concerner une bonne part de l'équipement domestique dont les appareils, quand surviennent certaines défaillances, sont jusqu'ici condamnés : lave-linge, fours électriques, ballons d'eau chaude, téléviseurs. Cela passe par une formation d'intervenants au

→

La maintenance à l'école

Située au carrefour de disciplines constituées (mécanique, électronique, thermique, chimie, biologie, logistique, gestion...), la maintenance industrielle n'est réductible à aucune d'elles. En raison de son caractère transversal, elle a du mal à trouver une place à la mesure de ses enjeux en France. Si elle a enfin donné lieu à un baccalauréat profession-

nel, à un BTS et à un DUT, elle n'est toujours pas reconnue comme discipline universitaire à qualité.

Quant à sa dimension de management, elle ne peut être mise en œuvre valablement que sur la base d'une culture technologique éprouvée. Or une part décisive d'enseignements pratiques ne figure plus dans les nou-

veaux programmes du cycle conduisant au baccalauréat technologique STI2D*. Une vraie torpille contre l'option d'un développement durable.

Pour les cursus post-bac, la part de la maintenance y reste modique et ce thème est peu prisé par les jeunes, craignant « *les mains dans le cambouis* » et un rang social dévalué. ■

* Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable.

→ diagnostic technique et à la réparation orientée vers une maintenance raisonnée et un éventuel réemploi.

Durées de garantie : Elles sont très courtes, ce qui va de pair avec une durée courte de bon fonctionnement. Elles sont souvent assorties d'une clause de remplacement par un article neuf. La chaîne des retours d'objets garantis ne s'embarrasse pas d'un traitement pour réemploi. Cela dégage certes un créneau de profit pour les sociétés vendant des suppléments de garantie de 3 ou 5 ans. Cela se traduit aussi par d'innombrables mises au rebut d'articles encore bons à 95 %, dont l'abandon prématuré occasionne en outre un coût de traitement des déchets.

Absence de normalisation : Au-delà de l'exemple emblématique des modèles-propriétaires de chargeurs de téléphones mobiles ou de prises USB spécifiques à un fournisseur, trop d'accessoires sont conçus pour multiplier les ventes : ils ont en commun une même fonction, mais sont délibérément incompatibles avec l'équipement qu'ils sont censés servir. Voilà un gaspillage de matériaux et d'énergie.

Modalités de distribution : La taille souvent excessive des *conditionnements* de produits – dans de nombreux domaines de consommation de masse – est décidée au gré des convenances des distributeurs, qui de fait imposent à l'acheteur une formule unique, et l'enferment dans des usages générateurs de gaspillages.

Changer de modèle

Qu'il s'agisse d'objets de consommation individuelle ou d'équipements industriels ou urbains, nous payons aujourd'hui, par le biais de diverses surconsommations inutiles, un montant qui pourrait être investi pour mettre en place à qualité égale des alternatives plus sobres. Cela suppose de réhabiliter une *ingénierie* au service de la collectivité, exempte de l'influence de bureaux d'études ou de fournisseurs ayant dans leurs cartons les solutions les plus coûteuses et les moins écologiques. Les ingénieurs et les scientifiques seraient bien placés pour plaider cette cause, mais leur silence sur les questions de

Transports écologiques

Pourquoi ne met-on pas en place, comme à Limoges, des trolleybus directement utilisables sur la chaussée plutôt que le tramway qui exige une lourde infrastructure ferroviaire ? Pourquoi des primes à la casse de véhicules encore en bon état alors que des primes à l'abandon des moteurs thermiques seraient plus utiles pour développer le véhicule électrique ? On pourrait aussi réfléchir à des systèmes de transport alternatifs tels que des bulles pour aller d'un point à un autre, à la façon du remonte-pente pour les skieurs. Cela offrirait un transport au plus près des besoins de déplacement dans une optique d'intermodalité. C'est possible car les technologies existent déjà, et les coûts en énergie seraient modiques. Mais est-il seulement possible d'en débattre ? ■

société est assourdissant. Pour la sobriété énergétique, l'urgence commande d'opter pour le bâtiment basse consommation et pour la voiture électrique. Plus généralement, une révolution est à opérer dans la production et la distribution afin de rompre avec la logique du *jetable* et fabriquer des objets durables, maintenables, si possible réemployables, et finalement recyclables. Cette révolution passe par une maîtrise de la technologie et par l'abandon de l'actuel dicté du profit à court terme. Elle suppose de réhabiliter les métiers techniques, d'en créer de nouveaux, de changer les représentations que l'on a de ces métiers (2). Les problématiques du cycle de vie des objets sont loin d'être superficielles, pour peu que l'on réconcilie « *la tête et les mains* » et que l'on ne cherche pas obstinément à supprimer l'intervention humaine. ■

Propos recueillis par Gérard Lauton

→ Notes/Références

1. On s'accommode parfois de bornes de connexion dégradées dans des armoires électriques incertaines.

2. Ces derniers sont valorisés en Allemagne (mis en scène à la TV), mais restent méprisés en France où chacun aspire à être chef, et où le prestige d'une formation se mesure à l'aune d'une abstraction détachée des contingences pratiques.

Retour à la terre durable

Dans les pays du Sud, des millions de terres arables sont aux mains de multinationales étrangères se gavant de productions rentables destinées à l'exportation. Face au risque d'une pénurie alimentaire internationale, la nécessité d'une agriculture mieux adaptée et plus respectueuse s'impose.

Marc Dufumier

Professeur émérite à AgroParisTech.

La planète compte plus de 7 milliards d'habitants et 1 milliard d'entre eux ne parviennent déjà pas à se procurer tous les jours les 2 200 kilocalories qui leur sont quotidiennement nécessaires pour ne pas avoir faim. Un autre milliard de personnes souffrent de diverses carences alimentaires, en protéines, vitamines ou minéraux. Étant donné que nous serons environ 9 milliards d'humains en 2050, comment pourra-t-on nourrir correctement une telle population, sachant que la hausse récente du pouvoir d'achat des classes moyennes dans quelques pays émergents (Brésil, Inde, Chine...) se traduit par des changements dans leurs régimes alimentaires avec une part accrue de produits animaux (œufs, lait et viandes)? Puisqu'il faut entre 3 à 10 calories végétales pour produire 1 calorie animale, il conviendra sans doute d'obtenir un doublement des productions alimentaires végétales en quarante ans.

Mais la hausse récente des prix des produits alimentaires et des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel) fait craindre une prochaine pénurie alimentaire à l'échelle mondiale, alors même qu'il devient parfois rentable de cultiver des plantes destinées à la production d'agro-carburants – cannes à sucre et maïs pour l'éthanol, palmiers à huile et jatropha pour l'agro-diesel. Avec pour effet d'inciter des investisseurs privés ou des fonds souverains à acheter (ou se faire concéder un bail à long terme) de très vastes superficies arables dans les pays

du Sud, où les terres sont la propriété éminente des États et où les paysans ne bénéficient que de droits d'usage coutumiers.

Plus de 200 millions d'hectares, soit la superficie de l'Europe de l'Ouest, auraient été ainsi acquis au Sud par des investisseurs internationaux depuis 2001. Outre l'extrême injustice à l'égard des paysanneries brutalement dépossédées de leurs terres ancestrales, ces accaparements posent la question de savoir si les nouvelles exploitations agricoles capitalistes seront à même de produire davantage que les familles paysannes travaillant pour leur propre compte.

Produire sans détruire

Un premier constat s'impose: on ne manque pas de terres disponibles pour l'agriculture à l'échelle mondiale puisque la FAO considère que sur les 4,2 milliards d'hectares

→



→ cultivables de la planète, seuls 1,5 milliard sont cultivés de nos jours (FAO, 2012). Mais ces surfaces sont pour l'essentiel des friches arborées ou arbustives (qualifiées parfois de « jachères ») qui succèdent épisodiquement aux périodes de mise en culture temporaire. Elles jouent un rôle essentiel pour la fixation de carbone dans la biomasse et l'humus des sols, ainsi que pour la préservation de la biodiversité. Il conviendrait donc d'éviter désormais toute forme d'agriculture extensive fondée sur une augmentation inconsidérée des surfaces cultivées ou pâturées, aux dépens d'écosystèmes naturels ou peu artificialisés. Et il nous faudrait plutôt envisager une intensification croissante de l'agriculture, du moins dans les pays les plus déficitaires, tout en veillant à ne pas occasionner de préjudices au cadre de vie et à ne pas mettre en péril les potentialités productives des divers environnements sur le long terme.

Pour maximiser leur taux de profit, il est précisément à craindre que les sociétés qui viennent de s'emparer de vastes superficies arables ne soient enclines à mettre en œuvre des systèmes de monoculture ou d'élevage aussi extensifs que ceux déjà pratiqués au sein des grands latifundiums d'Amérique latine et d'Afrique australe. Quitte à remplacer les travailleurs en ayant largement recours à des engins motorisés, exigeants en carburant. Une telle moto-mécanisation des tâches agricoles se traduit généralement par une accélération de l'exode rural et ne contribue donc en rien à résoudre la question de la pauvreté et de la sous-nutrition dans les pays du Sud.

Savoir-faire paysans

Dans ces pays, il existe pourtant des techniques agricoles qui font un usage intensif des ressources naturelles renouvelables – énergie solaire et gaz carbonique de l'air pour la photosynthèse, azote de l'air pour la confection des protéines. Elles permettent d'accroître les rendements à l'hectare, sans coût majeur en carburant, ni recours massif

à des engrais chimiques et à des produits phytosanitaires. Ces techniques inspirées de l'agro-écologie consistent en premier lieu à associer simultanément ou successivement dans un même champ diverses espèces et variétés aux physiologies différentes (céréales, tubercules, légumineuses et cucurbitacées), de façon à ce que l'énergie solaire soit au mieux interceptée par leur feuillage pour sa transformation en calories alimentaires. L'intégration de plantes de l'ordre des légumineuses (haricots, fèves, soja, lupin, luzerne...) dans ces mêmes associations et rotations culturales permet de fixer l'azote de l'air pour la synthèse des protéines alimentaires et la fertilisation des sols. Ce qui évite la consommation d'engrais azotés de synthèse, dont la fabrication est très exigeante en énergie fossile – pétrole ou gaz naturel.

La présence d'arbres ou d'arbustes au sein même des parcelles cultivées ou le maintien de haies vives sur leur pourtour protègent aussi les cultures des grands vents et d'une insolation excessive, créant un microclimat favorable à la transpiration des plantes cultivées et donc à leurs échanges gazeux avec l'atmosphère pour la photosynthèse. Grâce à leur enracinement profond, ils interceptent des éléments minéraux libérés par l'altération des roches mères (hydrolyse des silicates) en sous-sol. Transférés dans la biomasse aérienne des arbres et arbustes, ces éléments minéraux sont ensuite déposés à la surface même des terrains lors de la chute des feuilles et branchages et peuvent alors contribuer à leur fertilisation organique.

Diversifiés, artisanaux et intensifs en travail, ces systèmes agricoles n'ont de chance d'être mis en œuvre qu'au sein d'unités de production gérées par des paysans travaillant pour leur propre compte et assurant le plein-emploi de leur main-d'œuvre familiale. Une autre bonne raison de s'insurger contre les accaparements de terres. ■

Marc Dufumier

→ Notes/Références

M. Dufumier, *Famines au Sud; Malbouffe au Nord*. Éditions NiL, Paris, 2012.

INRA et CIRAD, *Agrimonde : Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable*. Paris, 2009.

M. Griffon, *Nourrir la planète. Pour une révolution doublement verte*. Éditions Odile Jacob, Paris, 2006.

CEA et CNRS : vers l'union sacrée au service de la nouvelle politique énergétique de la France ?

Patrick Monfort. Secrétaire général du SNCS.

La France a fait de l'indépendance énergétique un des piliers de sa politique économique. Cette exigence dépassant les clivages partisans a ainsi placé la filière nucléaire au cœur de l'État, cette filière assurant près de 80 % de la production de l'électricité nécessaire aux applications civiles et industrielles. La recherche publique a été le fer de lance de cette stratégie, notamment au travers du CEA, dont l'un des pères fondateurs en 1946 a été Frédéric Joliot-Curie. Ce brillant chercheur, héros de la résistance, est aussi à l'origine du renouveau après-guerre du CNRS. En 2012, alors que la France a fait le choix de décroître de 25 % la part du nucléaire dans la production d'électricité pour l'horizon 2025, comment le CEA et le CNRS peuvent-ils mettre en commun leurs forces de frappe pour lancer la France dans l'ère des énergies alternatives ou renouvelables ?

De 1946 à aujourd'hui, les relations entre le CEA et le CNRS sont émaillées de coopérations fructueuses sur le nucléaire, comme l'atteste aujourd'hui la Fédération de recherche ITER (1), mais aussi d'incompréhensions notoires notamment dans le domaine des énergies renouvelables. Pourquoi ?

Le CNRS a toujours maintenu des recherches sur les énergies alternatives au nucléaire, à travers ses laboratoires (2) et des programmes tels que les programmes interdisciplinaires de recherche (3) qui se sont succédés dans les années soixante-dix. Le lancement du program-

me Énergie (2002-2005) a rassemblé tous les acteurs français de la recherche sur l'énergie, suivi par le PIE2 (2006-2009) et le PIE3, qui finira en 2013. Mais longtemps, les modes de production de ces énergies ont été jugés au plus haut sommet de l'appareil d'État comme en dehors des réalités.

Or, de Tchernobyl à Fukushima, le nucléaire pose le problème de l'approvisionnement en matières fossiles, du suivi des centrales vieillissantes et de la gestion des déchets après usage en centrale. L'opinion des citoyens a également évolué et les préoccupations environnementales sont mieux prises en compte dans les politiques publiques. Prenant acte de cette évolution, le CEA est devenu – sous l'égide de Nicolas Sarkozy – le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives en 2010.

De par leurs missions, leur structuration, leurs réseaux, et malgré leur statut différent (4), le CNRS et le CEA ont tous les atouts pour jouer la synergie afin que des applications voient le jour en lien avec le monde industriel français. Au CNRS d'assurer la pérennisation en amont des recherches dans les énergies propres et de les rendre plus visibles notamment au travers de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes conçu, historiquement, pour être au plus proche des préoccupations sociétales et industrielles. Au CEA de mener au mieux l'élargissement de ses compétences en matière d'énergies décarbonées. ■

→ Notes/Références

1. ITER (*International thermonuclear experimental reactor*) est un projet de machine expérimentale de type tokamak visant à montrer la faisabilité d'un réacteur nucléaire utilisant le principe de la fusion. 2. Par exemple, ceux travaillant sur les plasmas appliqués aux couches minces, recherches nécessaires à la conception des panneaux solaires. 3. Programmes sur les technologies pour l'écodéveloppement (Ecodev), sur les sciences pour l'énergie et les matières premières (PIRSEM), sur les technologies pour l'environnement et l'énergie (Ecotech) ou encore sur l'énergie solaire (PIRDES). 4. EPST vs EPIC.

Partir des usages

Chantal Pacteau, Secrétaire générale adjointe du SNCS.

Un débat de fond sur l'énergie commence par celui sur les usages, avant même d'envisager les moyens de production, ou de distribution. À quoi sert vraiment l'énergie ? Pour quels usages est-elle vitale ? Comment l'énergie peut-elle être « évitée », avant même d'être consommée et produite ? Ce n'est qu'après que vient la question des moyens de production, de la localisation de la production, du mode de distribution ou de stockage.

Jusque dans les années quatre-vingt, la thèse générale était que pour se développer, l'essentiel était de disposer du maximum d'énergie la moins chère possible. Quant aux effets pervers du nucléaire, du pétrole ou du charbon, la technologie en viendrait à bout. Puis on s'est demandé si, au contraire, on ne pourrait pas atteindre un meilleur développement humain par la sobriété énergétique. Il ne s'agissait pas de revenir à la bougie, mais de partir des besoins des gens et non des besoins énergétiques. Nous avons besoin de nous loger, de nous transporter, de nous chauffer, de nous nourrir, d'une industrie, etc. Transformons cela en besoins énergétiques en prenant les meilleurs procédés existant sur le marché, et de ces services énergétiques remontons à l'énergie primaire.

Il s'agit là de deux types de scénarios opposés. Dans un cas, on s'intéresse d'abord à la demande sociale pour remonter vers l'énergie primaire, alors que dans l'autre cas on part de l'énergie primaire et on essaie de la « caser ». Notre idée est que cela coûterait beaucoup moins cher de faire de la maîtrise de l'énergie plutôt que d'en produire. ■

La transition énergétique dans l'habitat en France

Minh Ha-Duong, Directeur de recherche CNRS au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED).

Au quotidien, la décarbonisation concernera d'abord les transports et l'habitat. Ce secteur cause respectivement un cinquième des émissions nationales de CO₂. L'objectif du gouvernement est de permettre à un million de logements par an de bénéficier d'une isolation thermique de qualité.

La France construit de 320 000 à 450 000 logements neufs par an, pour lesquels la nouvelle réglementation thermique RT2012 assure des performances élevées. Le défi est dans l'ancien : 600 000 rénovations thermiques par an. Pour jauger cet effort, comparons-le au nombre d'éco-prêts à taux zéro accordés : 65 000 par an en moyenne. Atteindre un ordre de grandeur notable prendra plusieurs années, nécessitera de mobiliser les professionnels du secteur et d'augmenter les incitations, car peu de propriétaires sont prêts à dépenser de l'ordre de 20 000 euros aux conditions d'investissement actuelles pour la rénovation énergétique de leur logement.

Le nouveau programme sur la performance énergétique des bâtiments, annoncé par le chef de l'État et le Premier ministre lors de la conférence environnementale, est lancé et la lettre de mission qui charge Philippe Pelletier, qui a présidé le Plan Bâtiment Grenelle de 2009 à 2012, de sa mise en œuvre signée le 6 septembre 2012. Ce texte va dans la bonne direction, revoyant à la hausse le chiffre du Grenelle : 400 000 rénovations par an en 2013. Mais à ce jour, ce plan reste vague sur les échéances, les moyens et les objectifs. Il importera de s'assurer que les rénovations ne se contentent pas d'améliorations marginales de la performance thermique, l'objectif étant de diviser par quatre ou cinq la consommation d'énergie dans l'habitat. ■

Problèmes de stock

Le développement massif d'énergies renouvelables intermittentes sera possible seulement s'il existe des moyens de stockage économiquement compétitifs. À défaut, des centrales à combustibles fossiles devront pallier l'irrégularité de leur fourniture d'électricité, causant un accroissement des émissions de CO₂.

Christian Ngô

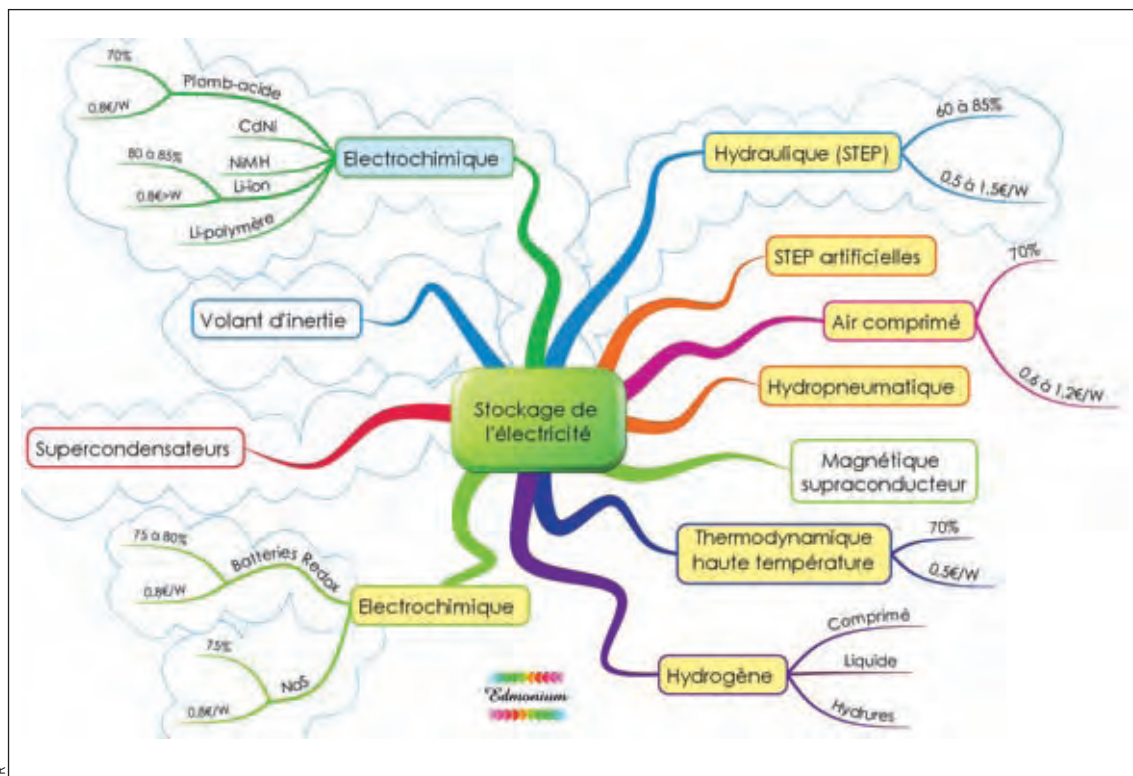
Directeur de Edmonium Conseil.

Le consommateur moderne veut de l'énergie pas chère, en tout lieu, à tout moment. La production d'électricité via les moyens classiques (centrales à charbon, au gaz naturel, nucléaire) permet déjà de satisfaire ses attentes en quantité comme en coût.

D'un autre côté, le solaire photovoltaïque et l'éolien sont aujourd'hui en plein développement. Leur forte croissance est en partie due à l'application, dans plusieurs pays, de tarifs de rachat de l'électricité attractifs. Mais ce sont des sources d'énergie intermittente : un



© CARLOS CASTILLA/FOTOLIA.COM



Les principaux systèmes de stockage : Les moyens de stockage couramment utilisés dans les applications sont entourés d'un nuage. Les autres sont au niveau du démonstrateur ou du laboratoire. Ceux concernant principalement l'éolien sont indiqués avec un fond jaune et ceux concernant plutôt le photovoltaïque en fond bleu clair. Quelques chiffres, concernant le rendement sur cycle et le coût d'investissement, sont également indiqués pour quelques technologies de stockage.

panneau photovoltaïque ne produit pas d'électricité la nuit, et une éolienne n'en fournit pas lorsqu'il n'y a pas ou peu de vent...

Si ces sources d'énergie renouvelable sont en faible proportion, le réseau peut s'accommoder de leur caractère aléatoire. Ce n'est plus le cas si leur contribution devient importante. Plusieurs solutions peuvent alors être utilisées simultanément : le stockage, l'utilisation de centrales thermiques (gaz naturel ou charbon) pour compenser l'absence de vent ou de soleil, ou la mise en place d'un réseau intelligent (*smart grid*) pour équilibrer plus efficacement l'offre et la demande.

Versatilité de la production et pertes d'énergie

Quand on parle de production d'énergie, il faut avant tout distinguer la puissance installée, l'énergie totale produite sur une année et la puissance instantanée.

La puissance solaire installée s'exprime en W_c (watt crête). Elle est obtenue lorsque le panneau reçoit $1\,000\text{ W/m}^2$ à 25 °C . La puissance réellement délivrée dépend de l'ensoleillement, c'est-à-dire de la position géographique, de l'heure, de la saison, de la température du

panneau, etc. Ainsi, un panneau solaire opérant à 50 °C voit son rendement diminué d'environ 10 %. Quant à des panneaux photovoltaïques de 35 m^2 (1), ils devraient en principe satisfaire les besoins d'une famille française consommant, en moyenne, $3\,500\text{ kWh/an}$ (hors chauffage). En fait, ce n'est pas le cas, le foyer n'aura pas d'électricité à certains moments car il n'y a pas de soleil. À d'autres, il bénéficiera de trop d'électricité par rapport à ses besoins.

La puissance installée d'une éolienne est la puissance nominale qu'elle peut délivrer pour un vent de force 6 à 7 Beaufort. Étant donné que la puissance varie comme le cube de la vitesse du vent, la puissance est divisée par huit si la vitesse est deux fois plus faible. Le vent ne souffle pas tout le temps, et sa vitesse fluctue dans de larges proportions. La production d'électricité éolienne au cours de l'année n'est donc pas constante. Le pourcentage de l'énergie produite par rapport à celle qui l'aurait été si l'éolienne avait toujours fonctionné à sa puissance nominale est un paramètre important. En Allemagne, ce pourcentage n'a été que de 16,4 % sur dix ans, alors que ce pays l'avait initialement prévu aux alentours de 30 %.

→

→ Stocker, c'est pouvoir utiliser plus tard ce dont on n'a pas besoin le jour même. C'est essentiel pour exploiter au mieux les énergies renouvelables intermittentes, car la production d'électricité doit, à tout instant, équilibrer la consommation. Un système de stockage se caractérise par sa capacité (quantité d'énergie qu'il peut emmagasiner) et la puissance maximale qu'il peut fournir. Le rapport entre la capacité énergétique et la puissance (constante de temps) donne une indication sur le temps de décharge du dispositif (cf. figure : *Les principaux systèmes de stockage*).

À noter : l'éolien produit de beaucoup plus grandes quantités d'électricité que le photovoltaïque, qui est une énergie de proximité, surtout dans les pays ne disposant pas d'un réseau.

Solutions de stockage

Parmi les modes de stockage usuels, on distingue d'abord les centrales hydrauliques gravitaires, aussi appelées stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). Le barrage de Grand'Maison dans l'Isère en est un exemple avec une puissance de 1,8 gigawatt ($1,8 \times 10^9$ watts) et une production annuelle de 1,4 térawatt ($1,4 \times 10^{12}$ watts). Vu le nombre limité de sites exploitables, il faudra sans doute utiliser dans le futur des STEP artificielles – bassins en mer adossés à la côte ou complètement artificiels lorsqu'il existe des falaises comme en Normandie. L'installation nécessite par ailleurs d'énormes quantités d'eau pour stocker de l'électricité puisqu'une chute de 100 m ne produit que 270 Wh/m^3 . On peut aussi emmagasiner de l'énergie sous forme d'air comprimé dans des cavernes (2). Deux dispositifs sont aujourd'hui opérationnels dans le monde (en Allemagne et aux États-Unis).

Une alternative prometteuse, le stockage thermodynamique haute température, consiste à utiliser des matériaux céramiques pour

conserver la chaleur produite avec de l'électricité et à générer de l'électricité grâce à un turbogénérateur. L'utilisation de pompes à chaleur au cours du processus permet d'atteindre un rendement d'environ 70 % (3).

Ces trois modes de stockage ont des constantes de temps au-delà de l'heure et peuvent même atteindre la centaine d'heures pour les STEP, ce qui les rend efficaces pour préserver l'électricité éolienne.

Concernant le stockage électrochimique stationnaire, on retrouve des systèmes Redox (batteries à circulation) ou des batteries NaS. Ces dernières ont néanmoins rencontré de gros problèmes dernièrement. Plus approprié pour de petites quantités d'énergie (20 à 30 Wh/kg pour des batteries au plomb, 70 à 200 Wh/kg pour des accumulateurs lithium-ion), le stockage électrochimique est surtout performant pour le photovoltaïque ou une petite éolienne destinée à alimenter une famille. En matière de coûts, les batteries au plomb sont plus intéressantes, notamment dans les pays en voie de développement. Hors application portable et en fonction de la configuration, on a environ 0,10 €/Wh stocké pour une batterie au plomb (Pb-Acide), 0,70 €/Wh pour un accumulateur nickel-métal hydrure (Ni-MH) et 1,5 €/Wh pour un accumulateur lithium-ion (Li-ion).

Parmi les pistes en développement se profile l'amélioration des véhicules hybrides rechargeables qui auront un rôle à jouer dans le stockage d'énergie à travers leur capacité à garder et débiter au besoin l'électricité. Enfin, l'hydrogène peut aussi être un moyen de stockage en électrolysant l'eau avec l'électricité produite par des éoliennes. Couplée à une pile à combustible pour générer à nouveau de l'électricité, le rendement est alors de 20 % à 40 %. Pas très bon pour le moment mais peut mieux faire à l'avenir. ■

Christian Ngô

→ Notes/Références

Le stockage de l'énergie, Sous la coordination de P. Odru, Éditions Dunod, 2010.

B. Multon, J. Aubry, P. Haessig et H. Ben Ahmed, *Systèmes de stockage d'énergie électrique, Techniques de l'ingénieur*. Sous presse.

1. Un panneau de $10 \times 10 \text{ cm}$ en silicium monocristallin a une puissance d'environ 1 W. Il produit 1 kWh/an.
2. La capacité est de 10 Wh/dm^3 avec de l'air à 200 bars.
3. Du même ordre de grandeur que les STEP, avec une capacité de 25 Wh/m^3 pour 10 m de dénivelé.

Pour une conception architecturale intégrée

Ingénieur civil des Ponts et Chaussées et architecte à l'école d'architecture de Paris-Belleville, Franck Boutté est également enseignant dans les domaines de la conception environnementale et de l'efficacité énergétique. L'agence qu'il a créée s'est spécialisée dans la conception et l'ingénierie environnementales en élargissant sa démarche HQE à celle de développement durable, de l'échelle du bâtiment à celle de la ville. La définition d'une stratégie énergétique globale en est le cœur.

Entretien avec Franck Boutté
Par Chantal Pacteau

Chantal Pacteau : Vous dites que le développement durable (DD) exige une pensée complexe et qu'il faut transformer les contraintes en atouts. Pour vous, les problématiques de DD sont une formidable occasion de réunir les mondes de la conception et de l'ingénierie, de casser et dépasser les frontières établies et d'opérer une synthèse entre invention et mesure.

→ **Franck Boutté :** Dès qu'on parle de DD, on parle d'environnement. Dès qu'on parle d'environnement, on parle d'énergie... et on en arrive à parler de thermique, de chauffage puis finalement d'isolation et de taux de vitrage. Comme si l'épaisseur d'isolant et le taux de vitrage devenaient la valeur d'ajustement du bâtiment et, quelque part, celle de la ville durable. C'est ce qui me fait comparer la pensée environnementale contemporaine à la figure de l'entonnoir (1). Ouverte et révolutionnaire à ses débuts, elle s'est peu à peu rétrécie sous la norme, le label et autres certifications (cf. figure 1). À sa base, l'entonnoir métaphorique du DD est large, il accueille toutes les idées, toutes les disciplines et toutes les découvertes. Au milieu de celui-ci, la législation prescrit des garanties de conformité et des objectifs chiffrés. À son bout, il n'est plus qu'un chemin étroit qui exige de se plier à des solutions univoques (2). À coups de BEPOS, BBC, HQE, des normes derrière lesquelles se protègent aménageurs, politiques et concepteurs, on construit des lieux où la norme et le label pré-écrivent ce

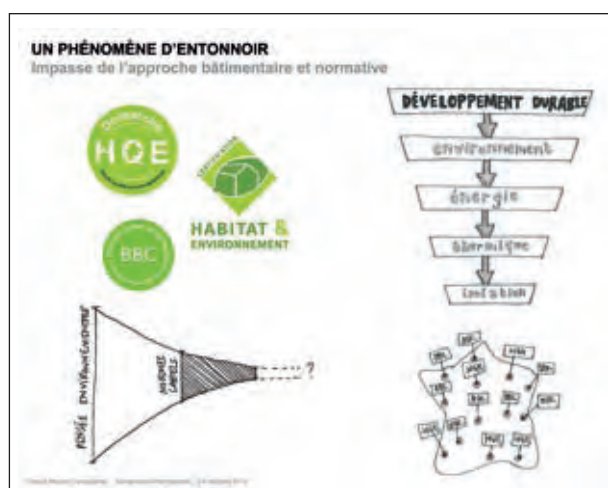


Figure 1.

que doit être le territoire durable. Ce type d'approche laisse présager une ville inquiétante, composée de quartiers-îles ou de bâtiments-bulles vivant en autarcie, dont la conception se focalise sur l'énergie blanche.

Pour mon agence, la question fondamentale du DD est : que peut-on mettre en commun, que peut-on partager ? Ce faisant, notre travail s'inscrit au-delà de l'idéologie d'autonomie performantielle et change d'échelle en passant du bâtiment à énergie positive, le BEPOS, au territoire à énergie globale positive, le TEGPOS (cf. figure 2).

Vous affirmez que raisonner TEGPOS permet d'inventer de nouvelles possibilités de partage, de compensation et de mutualisation de l'énergie et des ressources ; et qu'il faut prendre en

→

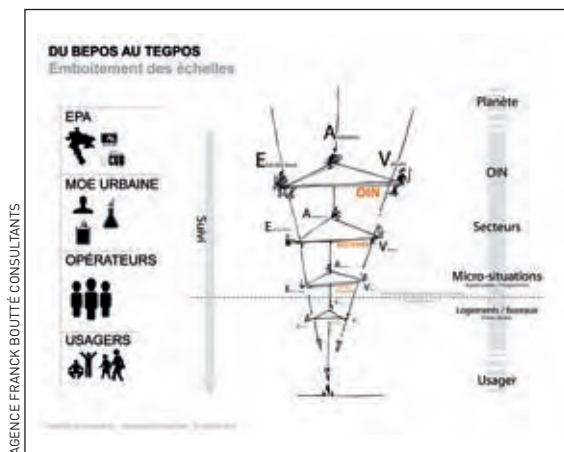


Figure 2.

→ **compte la diversité des énergies existantes pour penser un concept d'énergie globale.**

→ **F. B. :** Avec le TEGPOS, nous proposons une démarche de conception intégrée et systémique qui multiplie les énergies à prendre en compte et emboîte les échelles. Nous ré-élargissons la définition de l'énergie, en nous inspirant de la maxime de Lavoisier : « *Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme* ». Ainsi, nous proposons l'équation du TEGPOS suivante : **$E_{\text{blanche}} + E_{\text{grise}} + E_{\text{écosystémique}} + E_{\text{cinétique}} + E_{\text{sociale}} + E_{\text{économique}} + E_{\text{créative}} + E_{\text{transformation}} > 0$** (3).

L'énergie **blanche** est liée aux consommations des bâtiments. L'énergie **grise** concerne les matériaux utilisés pour la construction, leur pérennité, leur qualité sanitaire, leur capacité à être recyclés et l'impact environnemental lié à leur mise en œuvre. L'énergie **écosystémique** concerne l'écosystème au sens large et caractérise les rapports entre les habitants et leur environnement « naturel ». De fait, elle intègre à la fois les espaces verts, le paysage, la biodiversité mais aussi les risques naturels, la gestion de l'eau, la valorisation des déchets organiques pour l'écosystème, les jardins partagés, la pollution des sols. L'énergie **cinétique** mesure le degré de connectivité d'un bâtiment, d'un quartier, d'un territoire : un lieu de travail proche d'un nœud de transports en commun diminue largement les émissions de carbone liées au déplacement automobile. L'énergie **sociale** s'attache aux usages et aux rapports humains. L'énergie de la **transformation** prend en compte la possibilité d'évolutions futures. Il est donc essentiel de dessiner des espaces susceptibles d'accueillir de nouvelles utilisations sans changement majeur de leur structure. Pour anticiper des dépenses superflues d'énergie nécessaires à la réhabilitation ou la

reconstruction de structures inadaptées, il s'agit de concilier une programmation spécifique des lieux avec une générosité qui laisse des degrés de liberté pour les métamorphoses à venir.

Si l'immeuble haussmannien est à l'opposé du BEPOS – haut de plafond, trop de matières –, il est pourtant un modèle de mixité et de durabilité : on détruit des cloisons sans mettre la structure du bâtiment en péril ; on transforme les rez-de-chaussée en commerces grâce à leur hauteur sous plafond et leur rapport à la rue. Laisser des espaces vacants ou capables d'accueillir des transformations n'est pas un gaspillage mais une générosité, une énergie captive, une matière à projets durables.

L'énergie **créative**, c'est l'énergie qui anime les inventeurs de toutes sortes. L'énergie **économique** consiste à évaluer la pertinence d'une dépense au vu d'une autre. Augmenter l'énergie économique d'un projet, c'est s'assurer que chaque investissement financier est réalisé à l'endroit où il est le plus pertinent et a le plus d'effets positifs.

Cette équation nous permet de raisonner par complémentarité énergétique à l'échelle du quartier, voire de zones urbaines ; et de se donner des objectifs de performance aux ambitions réalistes. Tous les bâtiments ne doivent pas se plier à un référentiel générique national. La surperformance de certains peut aider d'autres. Les situations « bien nées » qui bénéficient de tous les avantages – implantation favorable, quartier vivant, budget conséquent – pourraient être ainsi solidaires des situations « mal nées », mal implantées, mal orientées, sans ressources...

Si on l'adosse à un immeuble extrêmement performant, un bâtiment qui l'est moins peut profiter d'une isolation passive et « gratuite ». On peut se servir de l'ombre comme d'un matériau de projet urbain, en plaçant par exemple les programmes présentant le plus de risque de surchauffe dans des zones d'ombre. Jouer sur l'utilisation décalée des lieux permet également de penser la complémentarité énergétique selon une temporalité globale.

Vous parlez de juste valeur de performance...

→ **F. B. :** C'est la valeur au-delà de laquelle l'effort supplémentaire ne se justifie pas par rapport au gain qu'il apporte. Nous nous opposons à la course à la performance, au regard des prix de construction exorbitants – les quartiers doivent être durables, mais surtout habités ! –

et de la quantité d'énergie dépensée, si celle-ci exige de mettre en œuvre des moyens demeurés par rapport aux bénéfiques récoltés. Ainsi, si le gain offert par 10 cm d'isolant supplémentaires est négligeable, alors il faut y renoncer. Cette approche doit s'étendre à tous les champs d'intervention et nourrir les projets selon une philosophie du juste effort pour le meilleur gain. Et je reprends ici un raisonnement à l'échelle du pays. La France compte 33 millions de logements. Ce stock est renouvelé à hauteur de 1 % par an. La consommation d'énergie est de 50 kWh/m² pour les nouveaux bâtiments, et de 250 kWh/m² ou plus pour les bâtiments existants. Si une aide était donnée aux propriétaires pour améliorer thermiquement leur logement, disons 100 euros, avec pour objectif une réduction de 10 % de la consommation globale, le coût total de cette mesure serait de 3,3 milliards d'euros. Construire 10 % des bâtiments neufs à énergie positive coûterait 1 milliard d'euros, mais ne réduirait la consommation énergétique globale que de 0,02 % à 0,03 %...

Vous dites aussi qu'il n'y a pas qu'un chemin vers ces fameux 50 kWh/m²/an et qu'on oublie – à trop vouloir mesurer – de prendre en compte les énergies non chiffrables ou l'énergie gaspillée à concevoir des structures intégralement neuves avec cette formule saisissante. Ce ne sont plus des logements que l'on invente alors, mais des abris anti-climatiques !

→ **F. B. :** Un projet doit composer avec le milieu, avec l'existant, le « déjà-là ». Le premier « déjà-là » est celui du climat et de ce que l'on prévoit de ses évolutions futures : la température et ses variations, les vents et leurs directions, le taux d'humidité, la pluviométrie, la couverture nuageuse, etc. Le « déjà-là » bâti, c'est le patrimoine, c'est tout ce qui touche à l'urbanisme, l'architecture ou le paysage existants. Le « déjà-là » culturel s'intéresse aux usages, aux modes de vie, aux croyances. Le « déjà-là » économique repose sur les filières existantes, les industries présentes et les acteurs territoriaux. Quant au

« déjà-là » énergétique, il identifie les réseaux à disposition, le potentiel de développement de certaines filières, les manières de produire envisageables. C'est avec ce « déjà-là » que s'intègre chaque projet. Il y a donc intrinsèquement une multiplicité de cheminements pour arriver au 50 kWh/m²/an ! Il existe autant d'approches du DD que de territoires, d'acteurs et d'économies. On doit demander moins au bâtiment, identifier les ressources et les contraintes, se positionner dans les endroits stratégiques.

« Énergie zéro », « Carbone zéro », « Rejets zéro » sont des leitmotifs pertinents de production de la ville durable, mais ils ne doivent pas faire oublier que la finalité des formes urbaines et des bâtiments construits est avant tout d'offrir un maximum de services, d'usages et de plaisir. Il s'agit de transformer les kilowattheures en usages.

En guise de conclusion ?

→ **F. B. :** Deux fils conducteurs qui guident mon travail ! Je fais ainsi mienne l'idée du passage du programme à la stratégie que propose Edgar Morin dans le deuxième tome de *La Méthode*, à savoir que je m'efforce de construire des programmes qui intègrent leurs actions correctrices, c'est-à-dire qui intègrent des possibilités de réversibilité et de capacité d'évaluer si l'on est en train de faire fausse route et de changer de cheminement.

Par ailleurs, je suis convaincu que, plutôt que de vouloir définir le cadre de vie de l'homme de demain, qui aura des besoins, des envies, un environnement différents des nôtres, nous devons lui donner la possibilité de l'adapter à ses propres besoins. J'ai coutume de dire que dans « durable », il y a « able » : être capable, être doué, pouvoir faire. Contrairement au « isme » figé, fini et déterminé, le « able » est ouvert au potentiel ou au devenir : adaptable, mutable, appropriable... ■

Par Chantal Pacteau

→ Notes/Références

1. F. Boutté, « Le durable à coup de marteau ». *Stream After-Office*, juin 2012.
2. F. Boutté, « Développement durable : la nouvelle tyrannie du bien ? ». *L'Architecture d'Aujourd'hui*, n° 375, 2009.
3. Énergie est pris ici dans un sens « noble », pas seulement selon l'acception thermique systématiquement adoptée. Elle s'apparente en fait à une mesure de durabilité intégrée.

L'énergie au cœur de la ville

La CPCU distribue quotidiennement de la chaleur sous forme de vapeur ou d'eau chaude via des réseaux souterrains qui alimentent bureaux et habitations. Ce confort thermique est assuré grâce à un mix énergétique diversifié, de plus en plus renouvelable et local.

Olivier Roger

Responsable du marché tertiaire à la direction commerciale de la Compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU).

Les réseaux de chaleur se développent principalement dans des zones urbaines à forte densité. Le réseau exploité par la CPCU utilise très largement la valorisation issue de la combustion des déchets dans son bouquet énergétique. Aujourd'hui, 40 % de la chaleur produite provient des déchets.

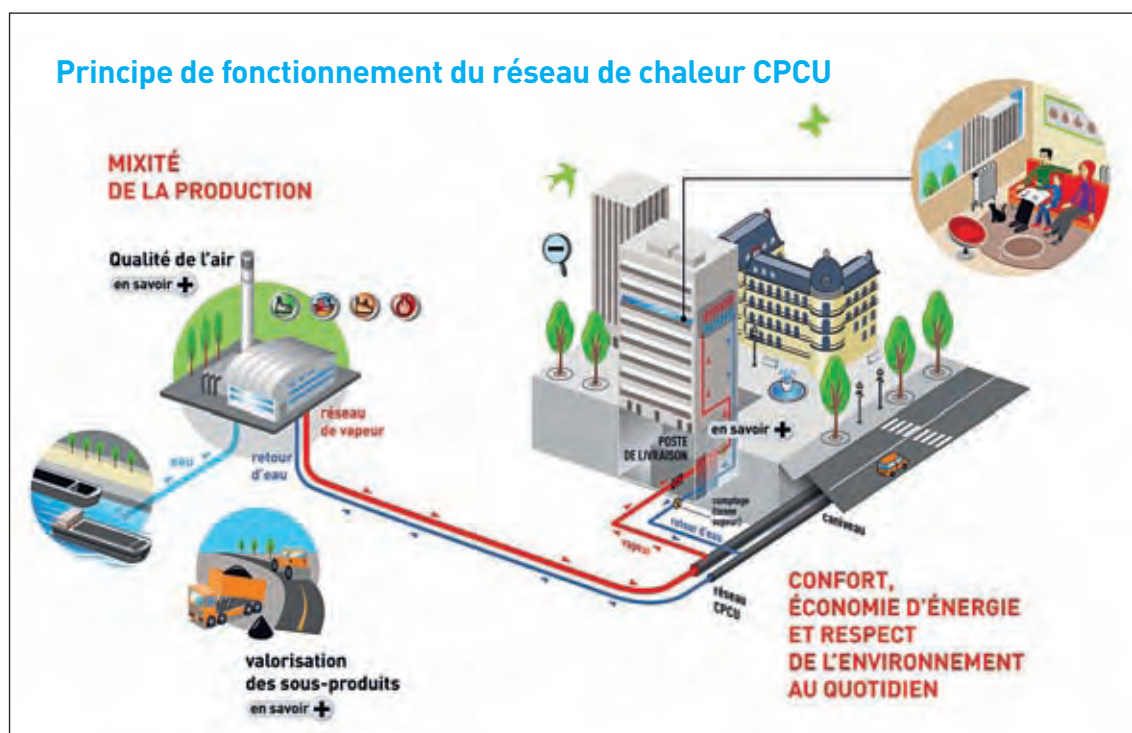
La CPCU travaille en lien étroit avec le Sycotm, l'agence métropolitaine des déchets ménagers en charge du traitement et de la valorisation des déchets de 84 communes de l'agglomération parisienne. L'objectif est d'accroître toujours davantage l'efficacité de la contribution des déchets dans les énergies de récupération utilisées. Une action qui s'inscrit cependant dans une problématique complexe d'accroissement

de la population et d'efforts continus de réduction de la quantité des déchets produits par le développement du tri sélectif à la source, et une meilleure utilisation des matières provenant de la combustion, comme le recyclage des mâche-fers en remblais routiers par exemple.

La CPCU cherche maintenant à diversifier ses approvisionnements en développant les énergies renouvelables mais aussi locales, telles que la géothermie et la récupération de la chaleur des eaux usées ou de la biomasse.

Assurer la diversité du bouquet énergétique

La CPCU s'est dans un premier temps appuyée sur la valorisation énergétique des



déchets ménagers pour diversifier son approvisionnement en ressources face aux énergies d'origine fossile. Aujourd'hui, nous proposons d'autres dispositifs énergétiques innovants pour répondre aux attentes des clients en matière de chaleur. Nous allons ainsi convertir très prochainement une chaufferie au charbon au mix *bois pellet/charbon*. Afin de limiter au maximum notre impact sur l'environnement, la livraison du combustible de cette chaufferie, située à Saint-Ouen, se fera par voie fluviale. Elle fait figure de modèle pour la CPCU.

Cette unité de production majeure alimente en vapeur le réseau parisien avec sept autres sites. Ce projet est, pour nous, stratégique. Il va contribuer à atteindre l'objectif que nous nous sommes fixé, à savoir l'utilisation à 50 % d'énergies renouvelables et de récupération (EnR & R) à l'horizon 2015. Ce qui permettra aussi à nos clients de bénéficier d'un taux de TVA à 5,5 % selon les dispositions fiscales incitatives en vigueur.

Utiliser les ressources géothermiques du sous-sol

Toujours pour répondre à notre volonté d'accroître la part des énergies renouvelables tout en contribuant à l'aménagement durable du territoire, nous produirons fin 2012 sur le site Paris Nord-Est, dans un nouvel écoquartier du 19^e arrondissement parisien, de l'énergie renouvelable simultanément sous forme d'eau chaude – à 1800 m – et d'eau glacée, à partir de la chaleur géothermale prélevée au Dogger (1).

Cette opération énergétique, exceptionnelle par ses performances et sa complexité, produira plus de 100 MW de puissance thermique grâce à 65 % d'énergies locales, renouvelables et de récupération. Notre nouvelle centrale alimentera une zone urbaine dense de 1 million de m² et de grande mixité (2). En effet, des logements y côtoient des bureaux, locaux d'activités, équipements et espaces ouverts au public.

Stockage de la chaleur en été

Autre solution innovante en cours de

recherche chez la CPCU : le stockage de la chaleur dans la nappe profonde l'été. Le but : réinjecter la chaleur stockée dans notre réseau d'eau chaude en période hivernale. Développé en collaboration avec des écoles d'ingénieurs, ce projet pourrait être mis en œuvre dans un des projets d'aménagement neuf à Ivry-sur-Seine.

Une filière bois à fort potentiel

À proximité du port de Gennevilliers, la construction d'une usine qui serait alimentée pour moitié par du bois issu de la sylviculture et de l'autre par des déchets est actuellement en projet. La région Île-de-France est intéressée par le développement de cette filière qui permettrait de valoriser des déchets bois. Une filière qui n'existe pas encore mais qui ouvre de belles perspectives pour nos réseaux.

Nouveaux débouchés thermiques

Le brevet Degrés Bleus, déposé par notre partenaire Lyonnaise des Eaux, permet de capter la chaleur des eaux usées au moyen d'échangeurs et de pompes à chaleur et de la réinjecter dans nos réseaux. L'Élysée et une école dans le 12^e arrondissement de Paris sont déjà chauffés à partir de cette solution. Nous travaillons aussi avec Eaux de Paris sur des stockages d'eau potable en synergie avec les réseaux de chaleur.

Parmi les autres projets de recherche soutenus par la CPCU, il y a actuellement des travaux en cours sur le développement de bioliquide dans les chaudières alimentées au fioul.

Dans nos perspectives de développement, citons les boucles d'eau chaude qui peuvent remplacer le duo vapeur-condensat. Le principe de la boucle d'eau chaude est intéressant pour plusieurs raisons. Si la vapeur est le fluide caloporteur par excellence, l'inertie thermique de l'eau est très supérieure à celle de la vapeur. L'eau chaude permet de valoriser des énergies douces à plus basse température. ■

Olivier Roger

→ Notes/Références

1. Dogger : nappe souterraine jusqu'à 2000 m ; température de 55 °C à 85 °C.
2. Projet « Paris 2012 » des architectes Dusapin et Leclercq pour 1 million de m².

Nuage numérique à l'horizon

Dans ses grands principes, l'informatique en nuage ou *cloud computing* constitue un retour aux premiers systèmes centralisés. Et si l'accès à des ressources virtuelles stockées à distance préfigure désormais le monde digital de demain, l'aspect énergivore du concept pose encore question.

Alain Anglade

Syndicat national de l'environnement (SNE-FSU) – ADEME.

Les technologies numériques de l'information et de la communication (TNIC) sont de plus en plus omniprésentes dans notre vie quotidienne et professionnelle. Les progrès continus de la miniaturisation des circuits électroniques ont rendu possible cette diffusion rapide, illustrant les fameuses lois de Moore qui ont toujours été vérifiées depuis 1965. Son prix baissant, ses performances s'améliorant, l'ordinateur individuel a été le vecteur d'une modification en profondeur de l'informatique centralisée, peu abordable et élitiste, vers une informatique décentralisée et démocratisée.

Accessibles aux chercheurs des pays occidentaux dès la fin des années quatre-vingt, le réseau et les protocoles ouverts de l'Internet ont connu un succès au-delà des milieux scientifiques grâce au *HyperText Transfer Protocol*, plus connu par le *World Wide Web* qu'il a permis de développer. Cet outil a été mis au point au CERN au début des années quatre-vingt-dix afin d'améliorer l'accès, la recherche et la diffusion des informations scientifiques. Très vite, les entreprises et la société civile se le sont approprié du fait des avancées



accomplies sur les réseaux de télécommunication – déploiement, numérisation, capacité de transmission.

En parallèle, un autre objet électronique apparaissait et progressait avec fulgurance : le téléphone mobile, qui allait bientôt transmettre d'autres données que la voix, devenant ainsi « intelligent » (*smartphone*). S'exécutant en partie sur le terminal (PC, téléphone, tablette...), en partie sur le serveur, tout un écosystème numérique s'est alors mis en place au fil du temps : le *cloud computing*, ou l'informatique en nuage. Un concept qui, quel que soit l'équipement de l'utilisateur, permet un accès universel aux informations, données et applications.

Impacts sur l'environnement

Dans l'Union européenne, des lois fixent, pour certains équipements, les règles à respecter, notamment les seuils maximums de consommation d'énergie, mais uniquement durant la phase d'usage. L'énergie pour fabriquer les composants et les assembler – l'énergie grise – n'est pas prise en compte. Pour la plupart des industriels de l'électronique, l'énergie grise était jusqu'à présent soit négligeable, soit confidentielle. De plus en plus d'analyses de cycle de vie montrent pourtant que, suivant les équipements et leur usage, l'énergie grise est souvent du même ordre de grandeur que l'énergie à l'utilisation, voire supérieure pour certains produits.

En pratique, le modèle client-serveur du *cloud* devrait permettre une meilleure optimisation énergétique de la charge informatique. Il est possible de la mutualiser sur un serveur plus puissant, d'alléger le client, et de jouer sur le foisonnement – un même serveur ne sera pas sollicité au maximum de ses capacités par tous les clients qui lui sont connectés. Mais le surdimensionnement de sécurité est la règle chez le serveur, et du fait de la multiplicité des offres, les serveurs tournent souvent à 10 % de leur capacité et rarement à plus de 60 %.

De plus, les serveurs induisent des consommations d'énergie qui ne sont pas dues uniquement aux équipements informatiques. Afin de rationaliser l'espace et le câblage, ils sont empilés dans des armoires avec les équipements de réseau. Cette promiscuité a pour conséquence une moins bonne dissipation de la chaleur produite que si les équipements étaient moins concentrés. Il faut donc les refroidir, ce qui s'effectue soit par ventilation simple (*free cooling*), soit par conditionnement d'air.

Enfin, pour assurer une disponibilité accrue, les équipements électroniques ne sont pas raccordés à un réseau électrique standard. Les data-centres disposent d'alimentations électriques sans interruption, où un système actif en permanence permet à la moindre défaillance du réseau du fournisseur d'électricité de prendre le relais, avec des batteries par exemple. Il y a toujours, malgré les progrès réalisés, des pertes de conversion dans ces alimentations secourues.

Consommation à surveiller

Sur l'ensemble du data-centre, l'énergie pour le refroidissement et les pertes d'alimentation sont comparables à l'énergie nécessaire au fonctionnement des serveurs et équipements de communication. Un effort d'optimisation judicieux permettrait de réduire ces consommations non « informatiques » à 40 % – voire moins – des consommations « utiles ».

Côté client, le modèle serait très vertueux si tous les utilisateurs se connectaient avec des clients légers, comme des tablettes. Mais ils sont encore nombreux à se connecter avec des clients lourds, des ordinateurs avec des capacités de calcul et de stockage inutiles, surdimensionnés pour l'usage du *cloud*.

Au niveau national, on estimait en 2008-2009 la consommation des data-centres à 4 térawattheures (TWh), soit un peu moins de 1 % de la consommation totale d'électricité en France. C'était au final encore faible comparé à l'ensemble des consommations des postes utilisateurs clients estimées à 18 TWh. Mais les évolutions sont très rapides, tant sur le plan technique que des usages. Le *cloud computing* a pris de l'ampleur et la consommation actuelle des serveurs et data-centres n'a pas diminué, et il n'existe aucune réglementation à caractère énergétique pour ces équipements et ces installations.

En revanche, les consommations unitaires des équipements terminaux, soumis à un accord volontaire, ont baissé dans les différentes catégories – PC de bureau, portables, réseau. Mais cette baisse est largement contre-carrée par l'augmentation des taux d'équipement : la consommation du parc ayant continué d'augmenter sur ces vingt dernières années. C'est la conséquence de la multiplication des offres de services autour du *cloud*. Un cercle vicieux dont il semble difficile de sortir... ■

Alain Anglade

Servitude volontaire et densification normative*

«L'hydre normative» est alimentée par le resserrement continu du filet des normes qui enserrant nos activités, selon un processus de «densification normative» (1). Loin d'être nécessairement juridique, ni toujours légale, cette densification se nourrit de l'énergie des acteurs qui, plus ou moins consciemment, actionnent ses ressorts profonds, lui confèrent en partie sa force normative (2) et détiennent donc également les clés de leur affranchissement.

*À partir de l'article «La densification normative d'un dispositif: l'exemple du "référentiel"» de Catherine Thibierge, professeur à la Faculté de droit d'Orléans

Nous vivons une période marquée par l'augmentation de la «pression des normes» liée à l'accroissement de la quantité de dispositifs d'évaluation et de contrôle qui régissent les pratiques professionnelles. Source d'aliénation individuelle et de destruction du lien humain, ce processus de «densification normative» (DN) s'installe actuellement dans des professions jusque-là relativement préservées, celles de la recherche et de l'enseignement supérieur publics.

En matière de recherche, ces normes viennent s'agréger en des «dispositifs» de contrôle, d'évaluation et de sanction qui «se densifient», qu'il s'agisse de l'évaluation des laboratoires par l'AERES, du contrôle des activités de recherche des enseignants-chercheurs (EC) ou de celui de la recherche doctorale. La multiplication récente et la prégnance accrue de ces dispositifs signent là un processus dit de «densification normative» qui, en tant que juristes, chercheurs et citoyens, doit nous interroger.

Abus à l'université d'Orléans

Le dispositif du référentiel d'équivalences horaires concernant les EC est un symptôme caractéristique de cette tentative de normalisation dont la mise en œuvre n'est guère impérieuse ! Il faut savoir que d'une part, l'intitulé de l'arrêté ne l'instaure pas mais simplement l'approuve ; que l'annexe de cet arrêté ne

contient qu'une «proposition de référentiel» ; et qu'enfin, entré en vigueur au 1^{er} septembre 2009, il n'y a que quelques universités qui ont cherché à le mettre en œuvre très rapidement, d'autres, bien plus nombreuses, ne l'ayant pas fait. Comment expliquer ce décalage ? Si cet arrêté a bien force obligatoire, il n'édicte en revanche aucune obligation. Le texte ne pose en lui-même ni obligation ni sanction.

À Orléans, l'université a tenté sa mise en place «expérimentale». En mai 2011 a été constitué un premier groupe de travail auquel participaient six EC, qui a élaboré un document servant de base à l'adoption du référentiel par le Conseil d'administration (CA) restreint aux enseignants. Transformé en un tableau «excel», le référentiel a été envoyé par voie électronique aux EC pour être renseigné «à des fins d'observation», en vue d'une mise en place définitive annoncée pour 2012. Face aux réactions critiques des collègues, l'université a renoncé à demander de remplir ledit tableau. Le doyen a alors réuni un second groupe de travail avec l'idée d'ajouter à l'identification des activités de chacun (fiche d'activité remplie dans le cadre du laboratoire de rattachement) une fiche d'auto-évaluation pour chaque pôle d'activité des EC.

L'analyse du processus montre comment la DN a été amorcée par le groupe de travail initial, composé de membres de l'équipe présidentielle. Ce dernier a sub-

Pour une résistance constructive

Par C. T.

Il est possible de cesser d'alimenter la densification normative, voire de l'inverser et/ou de s'en affranchir. Voici quelques clés pour y aider.

Clé n°1 - RÉSISTER sans alimenter

- Ne pas entrer dans le processus de densification, de création normative.
- Développer l'art de « la juste résistance », ajustée et « radicale ».

Clé n°2 - METTRE EN LUMIÈRE pour légitimer la résistance et inverser le processus

- Donner à voir ce qui fonde et entretient la dynamique de densification normative, notamment ses fondements juridiques, ses stratégies pour dissuader toute résistance, et ses ressorts humains.

Clé n°3 - REMONTER À LA SOURCE pour désamorcer la dynamique

- Activer les bons leviers, ceux qui peuvent favoriser ou provoquer la marche arrière.
- Mettre les auteurs du dispositif face aux conséquences possibles, comme le risque de recours en justice à l'encontre du dispositif, si ce dernier est illégal.

CLÉ n°4 - S'ENGAGER dans les brèches de liberté

- S'affranchir, dans une mesure variable, de la « pression normative », en se faufilant à travers les mailles du filet normatif.
- Distinguer l'exigence de l'obéissance à la loi, contraignante par définition, et la soumission volontaire à une norme qui n'a de force obligatoire que celle que ses destinataires voudront bien lui conférer.

CLÉ n°5 - FAIRE VIVRE LES VALEURS qui donnent SENS à notre métier

- Privilégier partout où c'est possible la *gratuité* et la *qualité* du fond.
- Choisir la coopération, le *soutien* aux plus jeunes, aux plus fragiles d'entre nous.
- Développer la *convivialité*, la créativité dans des « micro-pratiques » subversives et la *joie* de se retrouver pour œuvrer ensemble.
- Ralentir et prendre le temps de la maturation nécessaire. ■

Extrait de l'article en ligne sur www.appeldesappels.org/l-appel-des-appels-remettre-l-humain-au-cru-de-la-societe/cinq-cles-pour-une-resistance-constructive-1413.htm

stantiellement allongé la liste des items et rubriques à renseigner, énumérés par l'annexe de l'arrêté; il a en outre étendu son domaine au-delà des seuls EC visés par l'arrêté, soit à l'ensemble du corps enseignant permanent de l'université. Enfin, il a créé de toutes pièces un dispositif de sanction dont on cherchera en vain une trace dans le texte de l'arrêté. *À ce deuxième stade local, la densification s'est donc poursuivie et accrue par la complexification du dispositif de sanction avec l'adoption du référentiel par le CA restreint.*

Enfin, sans que l'articulation avec ce dispositif soit clairement explicitée, l'intervention du groupe de travail créé par le doyen y ajoute – ou y substitue ? – la proposition d'une auto-évaluation des différents pôles d'activité des EC et se fixe comme nouvel objectif de créer une « cartographie » des profils d'EC de la composante. Cette initiative de création de « fiches d'auto-évaluation » que les enseignants « devraient » remplir ne constitue qu'un simple « acte de gestion », source d'une proposition de norme de nature non juridique, car il émane d'un groupe de collègues n'ayant aucun pouvoir pour créer des normes juridiques.

L'inversion de finalité du référentiel

L'allongement progressif de la liste des activités concernées traduit, pour le moins, une incompréhension de la finalité du référentiel national, à savoir comme un dispositif de gratification au bénéfice des EC, afin de prendre en compte leurs activités complémentaires, non pas celles qui sont communes à tous, l'enseignement et la recherche, mais celles qui sont spécifiques à chacun. Selon la présentation officielle du dispositif, dans le « *service d'enseignement de référence, fixé nationalement à 128 heures de cours, il est possible de demander que soient prises en compte d'autres activités* », ce qui aurait pour effet de diminuer ce nombre d'heures de cours.

C'est bien ainsi que le référentiel a été compris dans un certain nombre d'universités où il se présente sous la forme d'un barème d'équivalences, à l'instar de celui contenu dans l'annexe de l'arrêté. À la demande des EC, ou de manière automatique, des dispenses de cours et des

→

→ rémunérations supplémentaires leur sont octroyées.

À Orléans, tout au contraire, il était demandé aux EC de justifier de leurs activités, et au cas où leurs activités de recherche auraient été insuffisantes, ils auraient dû assumer des activités supplémentaires. Les « autres activités » listées par le référentiel ne sont plus « prises en compte et valorisées » pour donner lieu à des dispenses de cours ou rémunérations au profit des enseignants, mais tout au contraire leur seraient imposées, pour compenser une insuffisance de l'activité de recherche.

En apparence très technique, les ressorts du dispositif de DN sont tout à fait humains et mettent les acteurs au cœur d'une *dynamique normative, impulsée, amplifiée et distordue par eux, mais qui s'objective et finit par les dépasser et s'imposer à eux*. Pour ne pas être emportés, il est fondamental que les destinataires du dispositif impliqués en comprennent en profondeur la logique et la raison d'être, et mesurent que sa mise en œuvre n'a rien d'inéluctable.

Ce qui est caractéristique du dispositif du référentiel ici, c'est « l'accrétion » dont il est constitué, faite d'éléments très hétérogènes qui s'agglutinent peu à peu les uns aux autres et le densifient, l'étendent, l'alourdissent, sans véritable souci de cohérence : textes juridiques officiels, décisions administratives, documents d'interprétation, actes de gestion, tableaux, guides de mise en œuvre, discours de présentation et de justification, filtres interprétatifs des acteurs, pratiques de mise en œuvre... tout un matériau aggloméré, dont chacun a sa propre vision, qui interagit avec les réactions d'accueil ou de rejet, et mute au fil de celles-ci.

Quelques ressorts de la densification normative

Le premier d'entre eux est celui du « *mimétisme normatif* » : « d'autres universités l'ont déjà mis en place ». Mais pourquoi alors choisir d'imiter les universités ayant fait une application « punitive » du référentiel, plutôt que celles qui en font une application gratifiante ?

Un autre ressort provient de la *pression hiérarchique* qui joue à tous les niveaux : courrier du ministère demandant de rendre compte de l'application du référentiel, crainte de porte-à-faux avec la présidence de l'université, peur de retombées négatives pour l'université en termes de dotation, crainte de voir son service alourdi. Ce ressort-là est celui de la *peur*, présente à tous les niveaux de la densification, et est, sans aucun doute, vecteur de *surenchère normative*.

Enfin, puissamment normatif bien que sans fondement juridique, il y a le ressort de l'*intérieurisation de la contrainte*, qui se fonde sur la croyance en l'obligation d'appliquer, de se soumettre.

Mimétisme normatif, peur, intérieurisation de la contrainte et donc soumission volontaire, autant de ressorts sociaux et humains de la densification normative qui permettent de saisir comment nous pouvons être les propres artisans des mailles du filet de dispositifs qui nous ensèrent chaque jour un peu plus dans la normalisation de nos activités, de nos pratiques, en conséquence de notre intérieurisation des contraintes d'un système que nous contribuons à créer ou pour le moins à nourrir.

Est-ce bien cela que nous souhaitons pour l'avenir de notre métier d'universitaire ? ■

Chantal Pacteau

→ Notes/Références

1. « La densification normative d'un dispositif - L'exemple du "référentiel d'équivalences horaires" destiné aux enseignants-chercheurs », in *La Densification normative - Découverte d'un processus*. Éditions Mare et Martin, 2013.

2. C. Thibierge et al., *La Force normative - Naissance d'un concept*. L.G.D.J./Bruylant, 2009.

André Groyer

Bernard Jégou

Directeur de l'IRSET-Inserm U. 1085, ex-président du Conseil scientifique de l'Inserm (2008-2012) et rapporteur général des Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche pour l'Inserm (2012).

Il est de ces débuts d'automne qui sont encore plus sombres que l'on ne le voudrait. André est parti. Parti avec « *des valises pleines* », comme le disait Béla Bartók dans les jours qui ont précédé sa mort.

Valises pleines d'une famille proche, aimante et aimée, à qui il a transmis l'ensemble de ses valeurs.

Valises pleines, aussi, d'une vie professionnelle dédiée à la recherche dans toutes ses dimensions. Chercheur CNRS depuis trente-deux ans, il a surtout travaillé dans des laboratoires Inserm, apportant ainsi un démenti à ceux pour qui CNRS et Inserm seraient cloisonnés. Son premier laboratoire Inserm a été celui du professeur E.-E. Beaulieu, où il a préparé sa thèse sous la direction du docteur P. Robel. C'est là que je l'ai rencontré pour la première fois, il y a trente-cinq ans, et que nous nous sommes découverts beaucoup d'affinités. Puis il travailla successivement au CNRS chez le professeur F. Chapeville, puis à l'Inserm chez les docteurs-professeurs M. Binoux, G. Feldmann, D. Pessaye et M. Laburthe. Sur le plan scientifique, ses intérêts se sont concentrés sur l'étude d'hormones (glucocorticoïdes, insuline et facteurs de croissance apparentés à l'insuline) dans le foie normal et cancéreux, puis l'étude de la régulation des gènes dans les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin. Dès son arrivée dans le centre de recherche « Immunité innée et stress cellulaires dans les maladies du foie », André s'est « *très rapidement rendu indispensable par ses connaissances scientifiques toujours montrées avec enthousiasme et humilité. Sa très grande gentillesse, sa disponibilité et son attention, en particulier pour les jeunes, étaient des plus précieuses* » souligne le docteur R. Moreau, le directeur de son équipe de recherche. Pour ce qui me concerne, je me souviens qu'une des toutes premières conférences que j'ai entendue présentant des résultats de biologie moléculaire était présentée par André. Jusqu'à une période récente où André s'est investi de façon approfondie dans la bioinformatique, il a toujours effectué ses recherches en arrimant sa très profonde culture d'endocrinologie aux outils expérimentaux et analytiques les plus pointus.

Les *valises* d'André comptaient aussi des actions visant à transmettre les connaissances. Passé par l'École normale, titulaire d'un CAPES, il a toujours consacré du temps à l'enseignement supérieur et à l'encadrement d'étudiants.

Les *valises* d'André étaient également pleines de son engagement citoyen au service de la communauté scientifique. Il faisait sienne cette phrase de Saint-Exupéry : « *La grandeur d'un métier est, avant tout, d'unir* →

→ *les hommes*» (in : *Terre des hommes*). André prônait l'idée d'une recherche républicaine, démocratique, humaine et efficace. Dès 1995, il a siégé de façon presque ininterrompue dans les commissions scientifiques spécialisées de l'Inserm et au Comité national. Depuis près de cinq ans, il était membre du Conseil scientifique de l'Inserm qui termine son mandat en cette fin d'année. Il venait d'être élu à la section 27 du CNRS. Élu, toujours élu du SNCS dans lequel il était très investi. Au sein du Conseil scientifique de l'Inserm où sa disparition a suscité beaucoup d'émotion, j'ai pu apprécier son sérieux, sa connaissance approfondie des dossiers, sa disponibilité pendant les sessions de travail. Et même hors des sessions, lorsque je le poursuivais par mes appels téléphoniques et mes courriels : j'avais toujours besoin de ses conseils. Je l'appréciais aussi pour la grande qualité de sa plume. À ma demande, André lustrait tant sur le fond que sur la forme tous les textes du conseil, qu'ils soient collectifs ou qu'il s'agisse de textes personnels. Encore vendredi dernier, alors qu'il était en vacances, je lui demandais conseil. Car pour les Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche en cours, nous étions déterminés, et nous le sommes encore, à essayer de prolonger et d'actualiser au mieux la voie ouverte par le Conseil national de la Résistance. Dans ce cadre, lors de la refondation du CNRS en 1945, Frédéric Joliot disait : « *Ce n'est qu'au prix d'un développement intense de la science qu'une nation peut vivre heureuse et forte, que c'est par le rayonnement de sa pensée et l'exportation de ses réalisations originales qu'elle justifie sa libre existence parmi les autres grandes nations créatrices.* »

Tant dans ses *valises* personnelles, familiales, professionnelles et civiques, André incarnait cette forme d'intelligence, dont Susan Sontag, une de ces grandes consciences américaines contemporaines aujourd'hui décédée, disait : « *La seule intelligence qui vaille d'être défendue, c'est une intelligence critique, dialectique, sceptique et désimplifiante.* » Désimplifiante, voilà un mot important que je tiens à mettre en exergue, alors même que ceux qui nous ont asséné le leitmotiv de la « simplification » du système de l'enseignement supérieur et de la recherche depuis plus de dix ans n'ont fait que le complexifier de façon intolérable. À cette très fine intelligence nourrie par une vaste culture, André ajoutait un esprit d'élégance, épicurien, tolérant, serviable et un humour souvent à double sens. Il concluait très fréquemment ses propos de ce rire si particulier qui résonne encore à nos oreilles et qui, comme le reste, va nous manquer.

Au seuil de la vie et de la mort, Louis Aragon écrivait dans *Épilogue* : « *Hommes de demain, soufflez sur les charbons.* » André, nous ne manquerons pas après toi de souffler sur les charbons des valeurs de la science et de l'importance de son partage universel. Nous saurons également nous souvenir de tout ce que tu as donné et de ton engagement indéfectible. ■

Le 14 septembre 2012

* Avec la contribution des collègues et ami(e) s du SNCS et des laboratoires où André a travaillé.

LA VIE DE LA RECHERCHE (VRS) ABONNEMENT ANNUEL • 4 NUMÉROS PAR AN

Individuel (25 €) Institutionnel (50 €)

Prix au numéro : 8 €

(Abonnement facultatif pour les adhérents du SNCS et du SNESUP)

Institution :

Nom :

Prénom :

Adresse :

Courriel :

Tél. : Télécopie :

Mobile : Dom. :

Merci de nous renvoyer ce bulletin complété avec votre règlement à l'adresse suivante :

SNCS, 1 place Aristide Briand, 92195 Meudon Cedex.

ADHÉSION

66 % de la cotisation est déductible de l'impôt sur le revenu.



M^{me} M.

Nom :

Prénom :

Adresse professionnelle :

Courriel :

Tél. : Télécopie :

Mobile : Dom. :

Adresse personnelle :

Souhaitez-vous recevoir la presse du syndicat :

au laboratoire à votre domicile

EPST : CEMAGREF CNRS INED

INRA INRETS INRIA

INSERM IRD LCPC

EPIC (précisez) :

Autre organisme (précisez) :

Délégation régionale :

Administration déléguée :

Section scientifique du Comité national :

Commission scientifique spécialisée :

Grade : Échelon : Indice :

Section locale SNCS :

ADHÉSION RENOUELEMENT

Prélèvement automatique par tiers (février, juin, octobre) : n'oubliez pas de joindre un RIB ou RIP. **Chèque** à l'ordre du SNCS.

• **À adresser à la trésorerie nationale** : sncs3@cnrs-bellevue.fr — Tél. : 01 45 07 58 61.

Pour connaître le montant de votre cotisation, reportez-vous à la grille consultable sur le site du SNCS :

www.sncs.fr/IMG/pdf/Bulletin_d_adhesion.pdf

SYNDICAT NATIONAL DES CHERCHEURS SCIENTIFIQUES [SNCS-FSU]

1, place Aristide-Briand. 92195 Meudon Cedex

Tél. : 01 45 07 58 70 — Télécopie : 01 45 07 58 51

[Courriel : \[sncs@cnrs-bellevue.fr\]\(mailto:sncs@cnrs-bellevue.fr\)](mailto:Courriel:sncs@cnrs-bellevue.fr)

www.sncs.fr

FORMULAIRE 2011/12

ADHÉSION
 RENOUELEMENT
 MODIFICATION



M^{me} M.

Nom :

Prénom :

Tél. (domicile/portable) :

Établissement & Composante :

Année de Naiss. :

Tél./Fax (professionnel) :

Discipline/Sec.CNU :

Catég./Classe :

Unité de Recherche (+ Organisme) :

Courriel (très lisible, merci) :

Adresse postale (pour Bulletin et courriers) :

Si vous choisissez le prélèvement automatique, un formulaire vous sera envoyé à la réception de votre demande et vous recevrez ensuite confirmation et calendrier de prélèvement. **La cotisation syndicale est déductible à raison de 66 % sur vos impôts sur le revenu. L'indication de votre adresse électronique usuelle** est de première importance, pour une information interactive entre le syndicat et ses adhérents, tant pour les questions générales, que pour le suivi des questions personnelles.

Les informations recueillies dans le présent questionnaire ne seront utilisées et ne feront l'objet de communication extérieure que pour les seules nécessités de la gestion ou pour satisfaire aux obligations légales et réglementaires. Elles pourront donner lieu à exercice du droit d'accès dans les conditions prévues par la loi n° 78-11 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés du 6 janvier 1978.

SYNDICAT NATIONAL DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR [SNESUP-FSU]

78, rue du Faubourg Saint-Denis — 75010 Paris

Tél. : 01 44 79 96 10 — Télécopie : 01 42 46 26 56

[Courriel : \[accueil@snesup.fr\]\(mailto:accueil@snesup.fr\)](mailto:Courriel:accueil@snesup.fr)

www.snesup.fr

Date + Signature

UNIVERSITÉ

Recherche

PROXIMITÉ
CONFIANCE
ENGAGEMENT
ENTRAÏDE



La CASDEN affirme ses valeurs d'entraide et de solidarité

et donne à tous les personnels de l'Éducation, de la Recherche et de la Culture
la possibilité de réaliser leurs projets dans les meilleures conditions.

Partager avec vous une relation de confiance, à la CASDEN c'est une priorité.

**Un réseau de Chargées de Relation Enseignement
Supérieur et Recherche est à votre disposition.**

Coordonnées disponibles sur www.casden.fr

casden



BANQUE POPULAIRE

CASDEN, la banque coopérative de l'éducation, de la recherche et de la culture