

Progressistes

Science Travail & Environnement

N° 7 JANVIER-FÉVRIER-MARS 2015

DOSSIER

ÉNERGIES RENOUVELABLES

DANS CE NUMÉRO

SCIENCE

**LES RÉACTEURS
À SELS FONDUS**

Par Jean-Pierre Demailly

TRAVAIL

**LES DYNAMIQUES
LIBÉRALES
DU NUMÉRIQUE**

Par Francis Velain

ENVIRONNEMENT
ET SOCIÉTÉ

**LES RISQUES
INDUSTRIELS
EN FRANCE**

Par Yvette Veyret

Parti communiste français

ÉDITO Donner la parole aux véritables acteurs de la science et des technologies... Pierre Laurent3

DOSSIER : ÉNERGIES RENOUVELABLES

Introduction : Débat sur l'énergie : et si on y mettait un peu de chaleur... renouvelable Amar Bellal	5
Une réalité mondiale	6
France : développer l'usage de la chaleur renouvelable Hervé Nifenecker	8
La biomasse, une énergie renouvelable Paul Mathis	10
La géothermie, une énergie écologique, renouvelable, non intermittente Ludovic Zanolin	11
Le solaire thermique Claude Acket	14
Pas d'énergie renouvelable sans matériaux rares Sébastien Elka	15
Les contraintes du système électrique François Poizat	16
Stockage de l'électricité : le talon d'Achille de la filière énergétique Christian Ngô	18
La quête de l'autonomie énergétique Amar Bellal	20
Énergie renouvelable : les incohérences de l'Europe libérale Valérie Goncalves	22
Industrie et énergies nouvelles renouvelables Fabrice Angéi	24
ADEME : le scénario aux pieds d'argile Jean-Claude Cauvin	26
Énergie : entre illusions, intentions et réalité Claude Aafort	27

BRÈVES..... 30-31

SCIENCE ET TECHNOLOGIE

ÉNERGIE Une ressource énergétique vitale encore inexploitée : les réacteurs à sels fondus en cycle thorium Jean-Pierre Demailly	32
RECHERCHE La nature des découvertes et le caractère hasardeux des recherches Evariste Sanchez-Palencia	34
ÉPISTÉMOLOGIE La rationalité, la science et le scientisme Yvon Quiniou	36

TRAVAIL, ENTREPRISE & INDUSTRIE

SANTÉ PUBLIQUE Don de sang, médicaments dérivés... Éthique ou marchandisation ? Jean-Pierre Basset	38
MÉDECINE DU TRAVAIL Santé au travail : quel pouvoir du médecin du travail ? Anne Rivière	40
NOUVELLES TECHNOLOGIES Les dynamiques libérales du numérique Francis Velain	42

ENVIRONNEMENT & SOCIÉTÉ

SÛRETÉ INDUSTRIELLE Les risques industriels en France Yvette Veyret	44
RESSOURCES L'eau : ressource vitale et matière première du futur Stéphane Sarrade	48
MARCHÉ CARBONE Le climat sauvé par la banque et l'entreprise ? Jean-Claude Cheinet	50
TRANSPORTS Autoroute ferroviaire Lille-Bayonne vue depuis Tarnos : l'envers du décor Lise Toussaint	52
ÉCOLOGIE Protéger la nature : un impératif pour un développement humain durable François Ramade	54

LIVRES..... 56

POLITIQUE Du côté du PCF et des progressistes	58
ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET RECHERCHE Pour nourrir la recherche et le progrès scientifique, Nicolas Malaquin	59



PIERRE LAURENT
SECRÉTAIRE NATIONAL
DU PCF

« Donner la parole aux véritables acteurs de la science et des technologies, aux syndicalistes, aux consommateurs, aux usagers, aux citoyens »

« **L'**humain d'abord » dit nos valeurs, notre objectif, le chemin pour y parvenir. Ce choix vaut pour les sciences et les technologies. Nous n'avons ni à les subir ni à en attendre le remède miracle à la crise, aux inégalités et aux injustices.

Nous savons d'expérience que le progrès scientifique et technique ne signifie pas mécaniquement le progrès social. Souvent même, dans ce monde capitaliste et inégalitaire, dangereux pour l'environnement, il permet des régressions spectaculaires. La puissance mondiale des marchés financiers naît aussi de la puissance de l'informatique.

Pour satisfaire les besoins de chacun des humains sur cette planète, la performance en soi n'est pas toujours nécessaire. Elle doit s'accompagner de la recherche d'une économie de moyens.

Plus l'intelligence intégrée dans les outils est grande, plus ceux qui les utilisent doivent être formés. Plus la technique est forte, plus la politique doit reprendre ses droits.

Aujourd'hui, tout est possible ou presque, tout va très vite ou presque, alors comprendre ce qui arrive, en mesurer les enjeux, ne pas subir, pouvoir dire son mot deviennent les exigences de notre époque.

Le progrès ne vaut que s'il est partagé. Celles et ceux qui créent et produisent les richesses doivent en être les premiers destinataires. Le travail, la recherche doivent passer avant le capital. Le partage des avoirs doit s'accompagner du partage des savoirs et des pouvoirs.

Il s'agit de faire de la société, du peuple, les décideurs. Plus les possibles sont nombreux, plus la discussion sur ce qui est bon de faire, pour qui

et pour quoi, devient essentielle. Plus les citoyens doivent être appelés à participer et plus la société doit leur en fournir les moyens.

On nous dit que la science et la technique sont des objets trop complexes pour en saisir le commun des mortels. C'est, au contraire, de leur non-participation au choix que naissent leurs peurs.

Les soi-disant experts, toujours les mêmes, expliquent en permanence ce qu'il faut penser. Il vaudrait mieux donner la parole aux véritables acteurs de la science et des technologies, aux syndicalistes, aux consommateurs, aux usagers, aux citoyens.

82 % des Français pensent que « *si on nous écoutait les choses iraient mieux* ». Nous le pensons aussi. La démocratie est fondée sur l'idée que, quels que soient son histoire, son niveau de vie, son intelligence, sa culture, chaque individu doit pouvoir participer, à égalité, aux choix politiques. L'impact des sciences et des techniques sur nos vies est tel qu'elles devraient faire l'objet de débats populaires et de décisions elles aussi démocratiques.

Plus la puissance des outils est grande, plus il faut en évaluer les effets, plus le peuple doit en être saisi. Pour aller vers une société plus humaine, nous avons besoin de citoyens plus savants et d'une science citoyenne.

Progressistes, qui fête ses deux ans d'existence, est un de ces outils précieux permettant le partage de l'information, des savoirs et nous questionne sur les enjeux scientifiques et techniques. Un grand bravo à l'équipe de rédaction qui anime ce travail depuis deux ans. ■

PROGRESSISTES, ABONNEZ-VOUS!



Pour s'abonner envoyer un chèque à l'ordre du -PCF- adressé à : Parti communiste français, Revue Progressistes, 2 Place du Col. Fabien 75019 Paris indiquez sur papier libre : votre nom, prénom, adresse et le type d'abonnement ou la nature de la commande (voir tarifs ci-dessous).

Plus de renseignements ou commande groupées (associations, sections, fédérations) au 01 40 40 11 59 ou en écrivant à progressistes@pcf.fr toutes les revues sont également téléchargeable gratuitement sur www.progressistes.pcf.fr

PROFITEZ DE L'OFFRE DÉCOUVERTE
3 ANCIENS N° = 10 € (+2€ frais port)

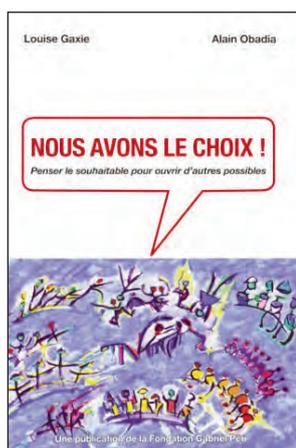
Les N° 2, 3, 4, 5 et 6 sont toujours disponibles

TARIFS

	Tarif normal	Étudiant, chômeur, faibles revenus *abonnés à une revue du PCF	Tarif de soutien
COMMANDE À L'UNITÉ	9 € (7+2€ frais port)	7 € (5+2€ frais port)	12 € (10+2€ frais port)
ABONNEMENT POUR 4 NUMÉROS PAR AN	36 €	28 €	44 €

* Tarif préférentiel pour les abonnés à La Revue du projet ou à la revue Économie & politique

LECTURES CONSEILLÉES



Nous avons le choix!

LOUISE GAXIE, ALAIN OBADIA,
<http://www.gabrielperi.fr>



Laissez-nous bien travailler!

MARIE-JOSÉ KOTLICKI,
JEAN-FRANÇOIS BOLZINGER
Éditions de l'Atelier



La finance au pas.

Ce qu'il faut savoir sur la finance pour mieux la combattre

PIERRE IVORRA,
Éditions Le Temps des Cerises
<http://www.letempsdescerises.net>

Progressistes • Tél. 01 40 40 11 59 • **Directeurs de la publication** : Jean-François Bolzinger, Jean-Pierre Kahane • **Rédacteur en chef** : Amar Bellal • **Rédacteurs en chef adjoints** : Aurélie Biancarelli-Lopes, Sébastien Elka • **Secrétariat de rédaction** : Lise Toussaint • **Responsable des rubriques** : Ivan Lavallée, Anne Rivière, Jean-Claude Cheinet, Malou Jacob • **Diffusion et développement** : Hugo Pompougnac • **Comptabilité et abonnements** : Françoise Varoucas • **Rédacteur-réviseur** : Jaime Praf-Corona • **Comité de rédaction** : Jean-Noël Aqua, Geoffrey Bodenhausen, Jean-Claude Cauvin, Marie-Françoise Courel, Marion Fontaine, Luc Foulquier, Michel Limousin, George Matti, Simone Mazauric, Hugo Pompougnac, Pierre Serra, Françoise Varoucas • **Conception graphique et maquette** : Frédo Coyère.

ÉNERGIES RENOUVELABLES

DÉBAT SUR L'ÉNERGIE : ET SI ON Y METTAIT UN PEU DE CHALEUR... RENOUVELABLE

La production de chaleur est souvent la grande oubliée des débats autour de la transition énergétique. Dans les discussions, l'énergie se réduit à l'électricité, et on consacre peu de temps pour parler du gaz et du pétrole, qui représentent près des 75 % de notre consommation, principalement pour le chauffage et le transport. Les énergies renouvelables n'échappent pas à la règle : pour beaucoup, ce sont avant tout les énergies nouvelles – éolienne et solaire photovoltaïque – qui produisent de l'électricité ; on oublie au passage l'hydraulique, celle qui en produit le plus ; et quant aux énergies produisant de la chaleur, elles arrivent loin derrière. Une perception et un imaginaire qui se trouvent être l'exact inverse pour ce qui est de leur importance respective dans les bilans nationaux.

Les énergies renouvelables sont beaucoup plus efficaces dans la production de chaleur, et c'est pour cela qu'elles devraient être développées prioritairement dans ce domaine. De quoi parle-t-on ? De la biomasse, des déchets, de la géothermie, du solaire thermique, qui ont beaucoup moins de place dans les médias.

Ainsi, comparons les deux technologies solaires : d'une part, les très médiatisés panneaux photovoltaïques et, d'autre part, les chauffe-eau solaires.

D'un côté, nous avons des appareils produisant de l'électricité avec un rendement assez faible (ne serait-ce qu'au regard de l'énergie nécessaire à leur fabrication), et chers à un tel point que leur installation n'est possible que conditionnée à des montages financiers incluant le rachat – obligatoire et à un tarif très élevé – par EDF de leur production. Point donc d'autoconsommation pour les habitants, le photovoltaïque en est réduit à un vulgaire investissement financier.

De l'autre côté, nous avons les chauffe-eau solaires, avec une technologie assez rudimentaire, efficace et utilisée massivement dans le monde entier : il s'agit d'un simple réservoir d'eau de couleur noire, muni d'un peu de tuyauterie, qui, exposé au soleil, permet d'économiser autant d'énergie fossile. Pourtant, ces chauffe-eau restent encore très chers faute d'une production massive qui ferait baisser les prix, de sorte que leur coût se limiterait pratiquement à l'installation par des artisans.

Si les chauffe-eau solaires ne sont pas pris autant au sérieux que le photovoltaïque, c'est qu'il est difficile de faire des profits avec de l'eau chaude. Alors que revendre son électricité avec des tarifs garantis... la bonne affaire !

Autre exemple, le bois : il peut être utilisé directement dans des chaufferies collectives ou dans des chaudières individuelles. C'est efficace sur le plan environnemental à condition de bien gérer les ressources forestières et d'avoir des dispositifs filtrant les poussières des cheminées. Et pourtant, aujourd'hui des projets de centrales au bois fleurissent partout, non pas pour produire de la chaleur mais de l'électricité ! Et toujours la même motivation financière : avec la revente de l'électricité produite à tarifs garantis. Utiliser ainsi cette ressource est un vrai gâchis car les rendements sont médiocres, avec le facteur aggravant suivant : le bois est importé jusque d'Amérique du Sud ! Là encore il est question d'investissements très profitables sous couvert d'écologie pour une ressource renouvelable qui devrait être réservée à la production de chaleur. Mais difficile de vendre de la chaleur sur un marché, d'où l'orientation préférentielle des investissements.

Il faut sortir les énergies renouvelables des griffes du marché et les développer là où elles sont le plus efficaces en ayant pour critère l'intérêt collectif, et donc aussi celui de l'environnement. Mais point de dogmatisme ici, ceci vaut aussi pour le nécessaire développement des technologies nouvelles, photovoltaïque et éolien, produisant de l'électricité, sachant qu'il faut poursuivre les recherches visant à résoudre l'épineux problème du stockage.

Cette réflexion reste essentielle pour contribuer à répondre au droit à l'énergie partout et pour tous dans le monde, tout en faisant face à l'épuisement des ressources et en réduisant nos émissions de gaz à effet de serre. ■

AMAR BELLAL
Rédacteur en chef
de *Progressistes*.



UNE RÉALITÉ MONDIALE

Les énergies renouvelables représentent près de 13 % de la consommation primaire d'énergie mondiale. L'essentiel de cette énergie est issue de l'hydraulique et de la biomasse.

BILAN MONDIAL EN ÉNERGIE PRIMAIRE

Biomasse. Elle représente 10 % de l'énergie primaire dans le monde, soit l'essentiel des énergies renouvelables. Elle comprend le bois, le charbon de bois, les déchets agricoles ou de l'industrie alimentaire, les déjections animales, les agrocarburants. Elle est renouvelable dans la mesure où les plantes restockent le carbone dégagé par combustion grâce à la régénération de la biomasse par photosynthèse. Mais ce n'est pas toujours le cas : il faut compter les déforestations sans reboisement, la surexploitation de la forêt, comme en France, les plantations de palmiers à huile se substituant à des forêts tropicales...

L'essentiel des 10 % mentionnés concerne le bois de chauffe dans les pays développés, et ailleurs dans le monde surtout le milliard de personnes qui utilisent exclusivement la biomasse comme énergie : ce n'est pas là un signe de pratique écologique mais tout simplement de sous-développement, avec une espérance de vie faible, comme en Afrique, où la biomasse (bois, excréments d'animaux) représente près de 50 % de l'énergie primaire. Concrètement, chaque jour les femmes et les enfants consacrent de longues heures à aller chercher du bois pour cuire les aliments ; par ailleurs, l'OMS estime à plus de 2 millions de morts par an les victimes de l'inhalation des fumées de cuisson.

Hydraulique. Elle représente 2,5 % de l'énergie primaire mondiale. Destinée exclusivement à la produc-

tion électrique, elle correspond à 16 % de l'électricité mondiale (contre 40 % pour le charbon, 21 % le gaz, 14 % le nucléaire, 5 % le pétrole et 3,5 % le solaire, l'éolien et la géothermie). Il y a pratiquement saturation des capacités de production en France, et en Europe. Par contre, en Asie, Amérique du Sud, Russie et surtout Afrique, il reste encore un très fort potentiel. Cela dit, les investissements sont lourds – même si après amortissement le prix de l'électricité est un des plus faibles –, ce qui suppose, pour le continent africain notamment, des financements internationaux sur la base d'une véritable aide au développement. Si l'hydraulique dégage peu de CO₂, d'autres problèmes se posent : inondation de grandes surfaces, déplacement de population, écosystème fortement perturbé, risque de rupture. En France 11 % de l'électricité est produite par hydraulique. Cette énergie permet une production de base, mais aussi de répondre (avec le thermique) aux périodes de pointe de consommation. Elle permet en outre, par les STEP (station de transfert d'énergie

par pompage), de gérer le surplus d'énergie produite par le nucléaire. Ainsi, la Suisse, notamment, stocke de l'eau en altitude grâce à des pompes alimentées par de l'électricité nucléaire française, peu chère la nuit, puis vend son électricité à l'Italie, le jour, au prix fort et avec le label « vert » hydraulique...

La privatisation en cours de l'hydraulique s'avérera catastrophique pour l'équilibre du réseau, car les opérateurs privés pourront exercer un chantage au tarif en période de pointe.

Éolien, solaire thermique, solaire photovoltaïque, géothermie. Au total, ces sources ne représentent que 1,1 % de l'énergie primaire mondiale, 8 % de la totalité des énergies renouvelables ou encore 3,5 % de la production d'électricité. On le comprend, illustrer un article de presse qui traite de la place des énergies renouvelables par une photo d'éolienne ou de panneau solaire contribue à donner une fausse idée de la réalité.

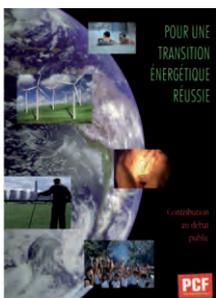
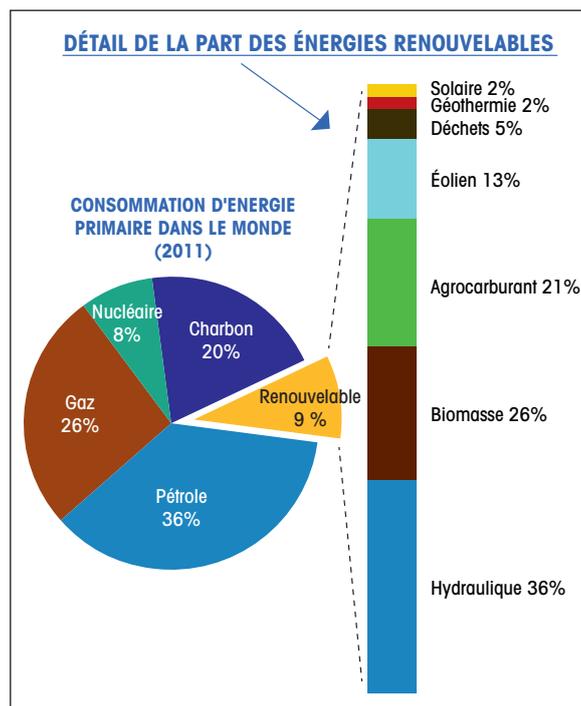
POTENTIALITÉS ET LIMITES DE CHACUNE DE CES ÉNERGIES

Éolien. Les plus grosses éoliennes ont une puissance de 4 MW, on parle maintenant pour l'offshore de prototype de 10 MW. De gros progrès ont été réalisés en termes de fiabilité et de puissance. Malgré cela l'électricité éolienne reste très chère et est largement subventionnée.

Des obstacles physiques et techniques sérieux empêchent son déploiement comme moyen de production de masse. Le principal problème étant l'*intermittence*, autrement dit le fait que le vent ne souffle pas « à la demande ». Ainsi, pour produire la même quantité d'électricité qu'une centrale thermique de 1 300 MW (qui fonctionne à peu près 8 000 h/an), il faut installer 4 fois plus de puissance, soit plus de 5 000 MW d'éolien. Le vent soufflant dans les meilleurs sites 25 % du temps, soit 2 000 h/an, le reste (6 000 h) est comblé le plus souvent par des centrales à gaz à démarrage rapide (car le vent peut cesser en quelques minutes). Tant qu'il n'y a pas de moyen de stocker l'électricité en masse, l'éolien reste très lié à un développement des capacités en gaz.

L'éolien représente 3 % de l'électri-

Il est à noter que l'essentiel des énergies renouvelables est composé de biomasse (en incluant les agrocarburants et les déchets) et d'hydraulique.



Texte tiré de la brochure « Pour une transition énergétique réussie. Contribution au débat public ». En téléchargement sur le site pcf.fr

cité mondiale, 4 % en France, 8 % en Allemagne. Pour un petit pays comme le Danemark (l'équivalent d'une région française), il est encore possible de produire plus de 30 % de l'électricité par ce moyen et importer de l'électricité des pays voisins quand il n'y a pas de vent.   l'échelle d'un grand pays, la limite des 10-15 % semble difficile à franchir durablement, pour des questions d'équilibre du réseau. C'est la situation de l'Allemagne, qui atteint difficilement ce chiffre (solaire + éolien : moins de 12 % en 2012) malgré les milliards investis et en ayant saturé tous les sites possibles. Des usages futurs existent : le chargement de batteries pour les voitures électriques, ou des usines de fabrication de biocarburant seconde génération, qui peuvent être alimentées en électricité éolienne par temps de vent. Ce serait un des moyens possibles de stocker cette énergie et de pallier l'intermittence.

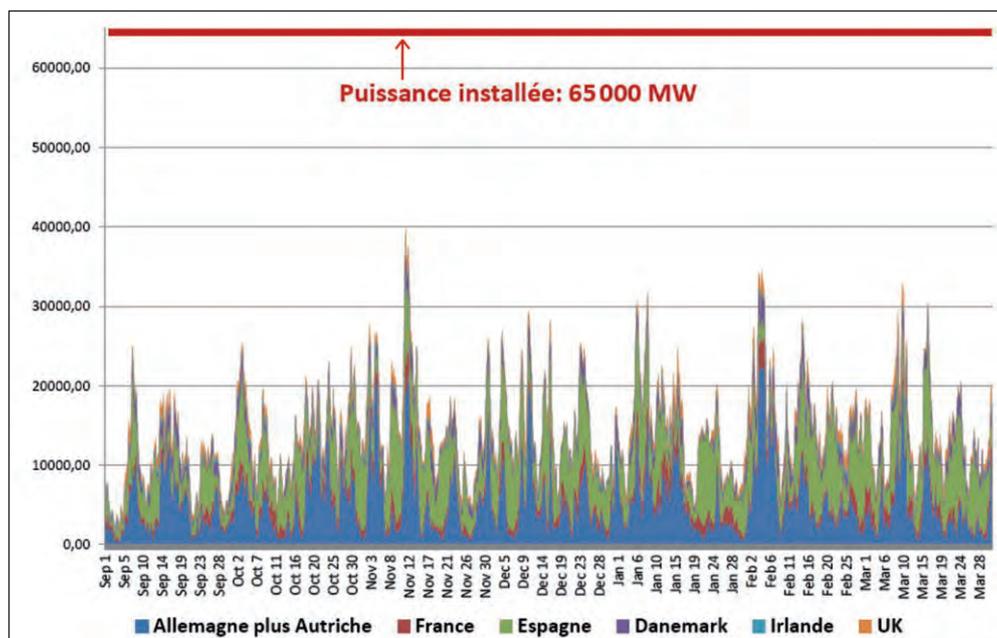
LES ÉNERGIES SOLAIRES

Le solaire thermique. Il se définit comme l'utilisation directe de la chaleur du soleil. Il permet d'obtenir de l'eau chaude avec un rendement énergétique fort intéressant, mais reste très peu développé car il dégage peu de marge de profit pour le capitalisme. Les chauffe-eau solaires seraient pourtant d'une grande efficacité pour réaliser des économies d'énergie en évitant le recours au gaz ; en plus il y aurait là un vrai potentiel industriel en France pour étendre ce type d'énergie à des millions de logements, comme le fait activement la ville de Barcelone par exemple. D'autres applications existent, notamment dans la production électrique.

Le solaire photovoltaïque. Très approprié pour fournir des quantités d'électricité dans des endroits éloignés du réseau électrique ou pour constituer un appoint aux productions centralisées. Cela dit, sa contribution reste très marginale : 0,1 % de l'électricité mondiale.

INTERMITTENCE ET RÉSEAUX

Une autre façon de pallier le problème de l'intermittence est de relier les sites de production entre eux : par exemple, quand il n'y a pas de vent en Bretagne, il peut y en avoir dans la vallée du Rhône, ce qui pour-



rait compenser, mais cela reste encore à démontrer (voir fig. 1). De plus, cela nécessite l'installation des centaines de kilomètres de lignes haute tension. L'Allemagne va devoir construire 4 000 km de lignes électriques pour acheminer l'électricité produite par les parcs éoliens offshore en mer du Nord vers le sud de l'Allemagne, là où se situent les besoins. Il est donc important d'inclure le coût de la construction du réseau pour transporter ce type d'électricité.

Il y a donc une croyance répandue à dissiper, car elle va à l'encontre du sens commun : en effet, dans la réalité, l'étalement dans le territoire des moyens de production de très petite taille impose de multiplier par quatre à cinq l'importance des réseaux de transport par rapport à ceux qui requièrent les systèmes très concentrés et centralisés.

LA GÉOTHERMIE

La géothermie profonde haute température permet de produire de l'électricité, encore très marginale et à l'état de démonstration, limitée également par les obstacles techniques et les atteintes à l'environnement (technique analogue à l'exploitation des gaz de schistes).

La géothermie moyenne-basse température permet une utilisation en chauffage de logements ; associée à une pompe à chaleur, pour les basses températures, elle offre une démultiplication de la puissance électrique (pour 1 kW d'électricité alimentant la pompe à chaleur, on extrait 4 kW de chaleur), ce qui pourrait être appli-

Figure 1. Le graphique montre la puissance injectée heure par heure sur le réseau par l'ensemble des éoliennes d'Europe, entre le 1er septembre 2010 et le 28 mars 2011. On constate que, y compris pour de grands espaces comme l'Europe, on a des variations très importantes et l'effet de compensation (foisonnement) ne se traduit guère : il n'y a pas compensation de la baisse ici par une augmentation là ! La puissance installée est de 65 000 MW ; elle n'est jamais atteinte : le maximum se situe à environ 60 %, le minimum, en septembre, s'établit à un peu moins de 4 % de la puissance installée. (Source : Hubert Flocard, Sauvons le climat, novembre 2011.)

qu  à des millions de logements en France. Un vrai enjeu industriel et une vraie solution de substitution au chauffage électrique par effet Joule.

CONCLUSION

On peut dire qu'hormis l'hydraulique, technologie mature, les autres énergies nécessiteront des sauts technologiques majeurs et la construction de vraies filières industrielles pour espérer sortir d'une application encore marginale, voire confidentielle ( olien, solaire thermique et photovoltaïque, géothermie avec pompe à chaleur, agrocaburant seconde et troisième génération). Se pose ainsi la question des moyens pour la recherche appliquée, mais surtout fondamentale : en effet, c'est certainement dans la recherche fondamentale en physique que des découvertes se feront pour augmenter les possibilités de stockage d'électricité ou améliorer le rendement photovoltaïque. ■

ÉCRIVEZ-NOUS à
progressistes@pcf.fr

FRANCE : DÉVELOPPER L'USAGE DE LA CHALEUR RENOUVELABLE

L'utilisation des énergies renouvelables pour atteindre les buts affichés d'économie et de préservation du climat est déjà très largement étudiée. Il reste à trouver et/ou à imposer la volonté politique de faire appliquer ces recherches.

Hervé Nifenecker nous livre ici ses réflexions.

PAR HERVÉ NIFENECKER*

BAISSER EFFICACEMENT LES ÉMISSIONS DE CO₂

François Hollande a fait de la *transition énergétique* une pierre angulaire de son quinquennat; ce qu'elle pourrait être reste cependant à préciser. Un débat sur l'énergie a été convoqué pour aider le gouvernement à arrêter des choix rationnels. Compte tenu de l'état de l'économie française, souffrant, entre autres, d'une balance commerciale largement déficitaire, toute politique énergétique doit faire l'objet d'une optimisation économique. Il est donc souhaitable que le développement des énergies renouvelables se traduise par une nette réduction de notre consommation de combustibles fossiles, ce qui contribuerait de façon importante à la diminution des rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. La France s'est engagée à couvrir 23 % de sa consommation d'énergie finale à l'aide d'énergies renouvelables. La production de chaleur renouvelable est une méthode efficace qui permettrait d'atteindre cet objectif à un coût modeste. En diminuant la consommation de combustibles fossiles, et donc les émissions de CO₂, ce qui devrait être l'objectif final de la transition énergétique, la balance commerciale de la France serait grandement améliorée.

L'habitat et le tertiaire sont de gros consommateurs de combustibles fossiles : 7 Mtep (80 TWh) de fioul et 18 Mtep (210 TWh) de gaz pour un montant supérieur à 16 milliards d'euros par an, contribuant au déficit de notre balance commerciale. Ces combustibles fossiles représentent 16 % de la consommation énergétique finale. En les remplaçant d'ici

à 2030 essentiellement par des énergies renouvelables (et, pour le reste, par de l'électricité faiblement carbonée), on pourrait atteindre les 23 % des énergies renouvelables dans la consommation finale, sachant que la part actuelle des énergies renouvelables est de 12 %.

“ Renoncer aux combustibles fossiles pour la production de chaleur dans le résidentiel et le tertiaire éviterait l'émission de près de 100 Mt de CO₂. ”

On constate que, dès maintenant, l'utilisation de la chaleur solaire pour la production d'eau chaude sanitaire, de la biomasse dans des chaudières performantes et de la géothermie de surface par des pompes à chaleur est plus compétitive que les systèmes fonctionnant au gaz et au fioul.

Plutôt que subventionner l'achat de systèmes (pompes à chaleur, chaleur bois, chauffe-eau solaire), solution onéreuse conduisant souvent à des effets d'aubaine pour les vendeurs, il serait préférable de décourager l'achat de chaudières à gaz ou à fioul, et ce soit en les mettant hors normes, soit en instituant un système de bonus-malus à l'achat.

L'habitat et le tertiaire sont très consommateurs de combustibles fossiles – fioul et gaz – pour un montant supérieur à 16 milliards d'euros par an, contribuant au déficit de la balance commerciale.



La durée de vie des chaudières gaz et fioul est de l'ordre de vingt ans, donc la plupart d'entre elles pourront avoir disparu d'ici à 2035. Les importations de combustibles auront été réduites de plus de 10 milliards d'euros par an sur la base des tarifs actuels, l'émission annuelle de 100 Mt de CO₂ aura été évitée, et l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale sera atteint sans qu'on n'ait eu à recourir au développement ruineux de la production d'électricité par des renouvelables intermittents.

LES RESSOURCES POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

Le soleil peut être utilisé pour la production de l'eau chaude sanitaire (ECS). La consommation d'énergie pour la production d'eau chaude est d'environ 50 TWh, elle devrait atteindre 55 TWh en 2020. Or le soleil pourrait en fournir les 3/4, soit environ 40 TWh/an.

Les besoins de chauffage atteignent 380 TWh : 45 TWh fournis par l'électricité, 95 TWh par le bois et 240 TWh par les combustibles fossiles. L'usage du bois pourrait fortement augmenter, en particulier dans les réseaux de chaleur, et permettre la fourniture de 120 TWh/an supplémentaires, en veillant à ce que les nouvelles installations obéissent aux normes les plus strictes en ce qui concerne les émissions polluantes (oxydes d'azote, dioxines, poussières...).

Les sondes géothermiques, enfin, captent la chaleur du sol des terrains traversés. Associées aux pompes à chaleur, elles autorisent le chauffage des habitations individuelles et d'immeubles collectifs. Des installations bien dimensionnées permettent d'atteindre, et même de dépasser, un coefficient de performance de 3, soit 1 kWh électrique consommé pour 3 kWh de chaleur. Peuvent être ainsi fournis 80 TWh (7 Mtep), la géothermie se substituant à des installations existantes qui ont recours au gaz, au fioul ou au charbon. La consommation d'électricité associée serait de l'ordre de 25 TWh. Cette contribution, avec celle du bois, permettrait de ne plus recourir aux combustibles fossiles pour le chauffage et la production d'ECS (240 TWh sur un total de 290 TWh, le solde pouvant



facilement être fourni par l'efficacité énergétique et l'électricité directe).

UNE STRATÉGIE POUR « SORTIR DES FOSSILES »

La première mesure à prendre serait d'amender la RT2012 (réglementation thermique 2012), qui exige que la consommation d'énergie primaire des logements neufs soit limitée à moins de 50 kWh/m²/an. Ainsi, un logement de 100 m² chauffé au gaz consommerait 5 000 kWh/an, produisant 1 000 kg de CO₂ par an. Avec une conversion de 2,58 entre énergie primaire et énergie finale, le logement chauffé à l'électricité ne pourrait consommer que 1 940 kWh/an. Dans le premier cas, on admet généralement que la production d'eau chaude sanitaire consommerait environ la moitié de la consommation totale, soit environ 2 500 kWh/an. On voit que l'usage de l'électricité ne permettrait pas même aux habitants de se laver à l'eau tiède. Il est donc clair que la mise en œuvre de la RT2012 exclut l'usage de l'électricité.

“ L'usage de la chaleur renouvelable est la voie la moins chère pour atteindre les objectifs que s'est fixés la France, et elle concourt en même temps, de manière très importante, à atteindre un autre objectif, celui de réduire nos émissions de gaz à effet de serre de 23 % par rapport à 1990. ”

C'était le but visé par les organisations qui ont eu un rôle déterminant dans la rédaction des lois du Grenelle. Si les normes portaient sur l'énergie finale et non sur l'énergie primaire, rien ne serait changé pour le gaz, mais l'usage de l'électricité resterait possible. Dans ce cas, la quantité de CO₂ émis serait de l'ordre de 225 kg/an, soit 4,5 fois moins que dans le cas du gaz. Certains parlementaires

La RT2012 (réglementation thermique 2012) favorise l'usage du gaz. L'amender est une nécessité.

avaient pris conscience de l'absurdité consistant à favoriser la technique la plus émettrice de gaz à effet de serre ; rien n'y a fait, et même les pompes à chaleur ont été exclues des logements neufs.

Il faut donc amender la RT2012 soit en définissant des normes en énergie finale, soit en ajoutant une contrainte sur les émissions de CO₂, ce qui serait conforme à l'esprit de la loi Grenelle.

L'obligation d'achat de l'électricité produite par l'éolien et le photovoltaïque est une pratique ruineuse qui n'offre aucun intérêt (sauf pour les industriels regroupés dans le Syndicat des énergies renouvelables [SER] et France Énergie éolienne), ni pour diminuer les émissions de CO₂ ni pour améliorer la balance commerciale. La suppression des contrats futurs permettrait aux consommateurs d'économiser environ 70 €/MWh à l'horizon 2030, soit près de 28 milliards d'euros par an.

ÉTENDRE L'ASSIETTE DE LA CSPE

La CSPE (contribution au service public de l'électricité) a atteint 7 milliards d'euros en 2013. Elle a conduit à une augmentation de la facture d'électricité de 16 %. Il faudrait qu'elle soit payée également par les consommateurs de gaz et de fioul. Elle passerait alors à environ 10 % de la facture énergétique. Le prix de l'électricité diminuerait de 6 %, et celui du gaz et du fioul augmenterait de 10 %.

Il s'agit de définir des normes de consommation de combustibles fossiles par mégawattheure de chaleur produite telles que, en pratique, les chaudières au fioul et au gaz devront être retirées du marché du neuf. On l'a dit, la durée de vie des chaudières étant de l'ordre de vingt ans, le parc de chauffage serait pratiquement renouvelé d'ici à 2035.

Remplacer les combustibles pour la production de chaleur exclusivement par l'électricité demanderait d'accroître les besoins de celle-ci de 290 TWh/an, soit la production de près de 25 EPR à construire d'ici à 2030. C'est irréaliste !

Une augmentation du prix de l'électricité de 20 % rendrait compétitive la production de chaleur par les énergies renouvelables. Alternativement, des bonus pourraient être affectés

aux techniques de production de chaleur renouvelable. Pour accélérer le mouvement, en particulier en faveur des chauffe-eau solaires, il serait très efficace de mettre hors marché ou de taxer à l'achat les chauffe-eau électriques. La production d'ECS en période de chauffe serait assurée essentiellement par les installations de chauffage, et en période bien ensoleillée essentiellement par des chauffe-eau solaires.

AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES FILIÈRES DE PRODUCTION RENOUVELABLE DE CHALEUR

En raison de normes trop strictes (pour les chauffe-eau solaires), d'un défaut d'approche industrielle des systèmes et d'un manque de rationalisation de la production des pompes à chaleur et des chaudières à bois, les coûts français sont notablement trop élevés. Il est nécessaire d'avoir une vision industrielle de ce secteur.

L'usage de la chaleur renouvelable est la voie la moins chère pour atteindre les objectifs que s'est fixés la France, et elle concourt en même temps, de manière très importante, à atteindre un autre objectif, celui de réduire nos émissions de gaz à effet de serre de 23 % par rapport à 1990. C'est aussi une voie qui réduit efficacement notre dépendance vis-à-vis du gaz et du pétrole. Elle permettrait d'économiser, annuellement, environ 10 milliards d'euros de combustibles fossiles à l'importation. Elle fournirait 6 millions d'années de travail en France, soit de l'emploi pour 300 000 salariés pendant 20 ans.

L'émission d'environ 100 Mt de CO₂ par an, soit le tiers des émissions actuelles serait évitée.

Voilà ce que pourrait être l'amorce d'une vraie transition énergétique. ■

***HERVÉ NIFENECKER est président d'honneur de Sauvons le climat.**

Votre revue est également téléchargeable gratuitement sur www.progressistes.pcf.fr

LA BIOMASSE, UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE

La biomasse reste très utilisée dans le monde et est la première des énergies renouvelables. Elle recouvre de multiples réalités : du bois aux déchets secs, en passant par le biogaz.

PAR PAUL MATHIS*

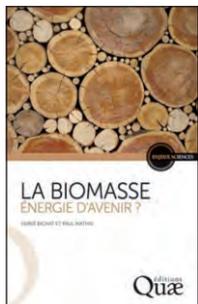
QU'EST-CE QUE LA BIOMASSE ?

La biomasse trouve son origine dans les végétaux, par le processus de photosynthèse, qui consiste en la capture de l'énergie solaire pour fabriquer toutes les biomolécules des plantes. La photosynthèse est la source des toutes les molécules carbonées qui servent à l'alimentation des animaux et des micro-organismes, et aussi de tout l'oxygène atmosphérique. La biomasse est constituée de molécules qui appartiennent à trois grandes catégories : les *sucres*, qui vont des sucres simples (comme le saccharose) à l'amidon; les *matières grasses*, constituées de glycérol estérifié par des acides gras; la *lignocellulose*, association très résistante de polymères, les celluloses et la lignine.

En schématisant, ces molécules offrent trois types de propriétés : de l'énergie, récupérable par combustion; des structures tridimensionnelles utilisables pour des matériaux; un contenu chimique valorisable dans la chimie de synthèse et dans l'alimentation.

Pour simplifier sa description, en termes pratiques, la biomasse est classée selon ses trois sources : la forêt, les cultures et les déchets.

La *forêt* produit deux grandes catégories de bois : celui des fûts, que l'on appellera bois d'œuvre, et toutes les « sous-catégories », moins nobles : bois d'éclaircissage et d'élagage, houppiers et petit bois lors de l'abattage.



La Biomasse, énergie d'avenir?, H. Bichat et P. Mathis, Quæ, 2013.

Les *cultures* sont très variées. Ce sont les céréales qui produisent le plus de biomasse, suivies par les plantes productrices de matières grasses, les oléagineuses, et celles qui produisent du sucre, les saccharifères. Mais il y a aussi des plantes, comme le miscanthus, qui sont cultivées pour leur paille.

Les *déchets* sont encore plus variés : déchets de scierie, d'industries agricoles et alimentaires, résidus d'élevage, effluents industriels et urbains, etc.

À QUOI SERT LA BIOMASSE ?

De tout temps, la biomasse a servi aux humains, d'abord pour leur alimentation, puis pour la cuisson, ensuite pour des usages très variés.

« Le bois d'œuvre remplace béton, acier et aluminium, dont la production émet beaucoup de CO₂. La pétrochimie sera remplacée petit à petit par la chimie biosourcée. Et n'oublions pas que le bois d'œuvre correspond à du carbone stocké pour environ un siècle : autant de CO₂ qui est soustrait à l'atmosphère ! »

44%
C'est la part du bois énergie dans nos énergies renouvelables !

Cela se poursuit avec son emploi dans l'alimentation des humains et des animaux; la fourniture de chaleur pour le chauffage, la cuisson, les procédés industriels; les carburants pour le transport, appelés biocarburants; les matériaux pour la construction, le mobilier, les textiles, le papier; la fourniture de molécules pour la chimie de synthèse. Sans oublier qu'une partie de la biomasse doit être retournée au sol pour assurer sa fertilité. Parmi ces emplois variés, la fourniture d'énergie est parfois considérée comme prioritaire, mais c'est plutôt l'inverse car il s'agit là d'une utilisation finale, destructrice des molécules. Comment assurer les meilleurs usages? Le marché est un outil, mais il ne saurait dominer car la biomasse s'intègre dans des cycles de production extrêmement longs et complexes, parmi lesquels certains facteurs ne sont pas rémuné-

rés : assurer la qualité des sols sur des siècles, préserver la biodiversité, maintenir la forêt comme territoire de promenade et de qualité de l'eau, notamment.

LA BIOMASSE ÉNERGÉTIQUE Fourniture de chaleur

Le bois énergie constitue déjà 44 % de nos énergies renouvelables! Sous la forme de bûches, de plaquettes ou de granulés, cet apport pourra progresser, en particulier dans les réseaux de chaleur pour le chauffage urbain ou industriel, car le bois reste l'énergie de chauffage la moins chère. Il faut y ajouter l'incinération des déchets secs renouvelables, voire de certains résidus de cultures. Mais la combustion du bois est la source de polluants atmosphériques nocifs pour la santé publique, particules et hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les solutions techniques, bien que coûteuses, devraient être systématisées.

Biocarburants et biogaz

Une première génération de biocarburants fonctionne : éthanol et biodiesel, substitués de l'essence et du gazole. Une seconde génération prévoit de tirer parti de biomasses lignocellulosiques non alimentaires (bois et ses déchets, pailles); elle en est au stade de pilotes pour la production d'éthanol par voie enzymatique, et de biogazole par voie thermo-chimique. La méthanisation de déchets organiques fournit du biométhane, dont l'emploi le plus prometteur devrait concerner le domaine des transports. Il serait logique que ces différents types de production soient intégrés à terme dans les mêmes unités de production, produisant par exemple carburants, produits chimiques et aliments.

Matériau pour la construction et la chimie

Ces utilisations ressortissent à la bio-énergie, mais la biomasse matériau peut aussi contribuer fortement à réduire le besoin en combustibles



fossiles. Le bois d'œuvre remplace béton, acier et aluminium, dont la production émet beaucoup de CO₂. La pétrochimie sera remplacée petit à petit par la chimie biosourcée. Et n'oublions pas que le bois d'œuvre correspond à du carbone stocké pour environ un siècle : autant de CO₂ qui est soustrait à l'atmosphère !

LA BIOMASSE, UNE ÉNERGIE RENOUELEBLE ?

Dans une réflexion centrée sur les questions énergétiques, il faut affirmer que la biomasse est une énergie renouvelable... du moins en principe. La question peut être abordée sous deux angles : le bilan de gaz à effet de serre (GES) et la production durable.

Bilan GES. La combustion de biomasse est la réaction inverse de sa formation par photosynthèse : elle produit autant de CO₂ que ce qui a été absorbé par photosynthèse. Dans un régime d'équilibre, où il y a égalité entre biomasse produite et bio-

masse consommée, le bilan CO₂ est donc nul. Mais ainsi présenté ce bilan est théorique. Il faudrait en effet toujours établir un bilan effectif par la méthode des analyses de cycle de vie pour tenir compte des émissions de GES entraînées par les engrais, les procédés agricoles et industriels, les transports. De tels bilans ont été établis pour les biocarburants de première génération. Le bilan n'est pas mauvais. Quels seront les bilans des biocarburants des filières lignocellulosiques ? Nul ne le sait. Quant au biogaz, son bilan devrait être bon quand on l'obtient à partir de déchets, et sans doute mauvais s'il est obtenu à partir de cultures dédiées. Et gardons constamment à l'esprit les cas de déséquilibre : ainsi, la coupe d'une forêt ou le retournement d'une prairie entraîne de fortes émissions de GES.

Une production durable. L'agronome sait bien que la ressource en biomasse est limitée par la capacité de production des sols. Ce point est



L'Énergie, moteur du progrès ?, P. Mathis, Quæ, 2014.

essentiel, surtout si l'on vise, comme il se doit, à une production durable à très long terme. La production de biomasse ne sera durable que si la qualité des sols est préservée. À cet égard, il faut souligner que le potentiel de la biomasse énergétique est souvent surévalué. Il y a à cela trois raisons. La première, c'est la tendance à extrapoler à une large échelle géographique et à un temps long les productions constatées sur de petites surfaces bien choisies, dans de bonnes conditions. La seconde, c'est la surévaluation par les instances politiques des terres disponibles pour des cultures énergétiques. Et la troisième, c'est que la biomasse a des usages multiples, parmi lesquels l'énergie n'est pas prioritaire. Même surévaluée, la biomasse énergétique ne peut répondre qu'à une faible part de nos besoins. ■

*PAUL MATHIS est ingénieur agronome, docteur ès sciences physiques, ancien directeur de recherches au CEA.



LA GÉOTHERMIE, UNE ÉNERGIE ÉCOLOGIQUE, RENOUELEBLE, NON INTERMITTENTE

La géothermie pourrait jouer un rôle important pour le chauffage des habitations, à condition de développer cette filière et les métiers qui lui sont associés.

PAR LUDOVIC ZANOLIN*

Le terme géothermie, du grec *géo* (terre) et *thermos* (chaud), désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe et les processus industriels qui visent à les exploiter pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

LES PHÉNOMÈNES GÉOTHERMIQUES

La chaleur présente dans le sous-sol provient pour l'essentiel de la désintégration des éléments radioactifs constitutifs de la croûte terrestre et de la dissipation de l'énergie primitive. Ses manifestations les plus visibles sont bien connues (volcans, geysers, sources chaudes...) et sa présence peut s'appréhender aisément grâce à la notion de gradient

géothermique. Le gradient géothermique sur la planète est en moyenne de 33 °C par kilomètre, comme en France métropolitaine, mais sa valeur peut être nettement supérieure, notamment dans les zones de volcanisme actif ou récent, où il peut atteindre plusieurs dizaines de degrés Celsius tous les 100 m.

À faible profondeur, la chaleur du sous-sol peut être valorisée pour produire de la chaleur ou du froid si elle est assistée par une pompe à chaleur géothermique (PAC). Au-delà de quelques centaines de mètres, cette énergie peut être utilisée directement pour des usages thermiques (chauffage de bâtiments, utilisation dans des *process* industriels, applications agricoles...) ou pour produire de l'électricité.

Actuellement, plus de 35 pays ont

recours à la géothermie pour produire de l'électricité pour une puissance mondiale installée de 12 GWe. La production de chaleur par géothermie est présente dans 79 pays avec un total de 43 GW_{th} installés (en 2012).

RÉGLEMENTATION FRANÇAISE

Parmi les différents types de gîtes géothermiques, on distingue :

- les gîtes géothermiques à haute température (plus de 150 °C) ; ils sont essentiellement exploités pour produire de l'électricité. Les procédures d'obtention d'un titre d'exploitation sont identiques à celles des autres mines.

- les gîtes géothermiques à basse température (moins de 150 °C) ; ils peuvent être exploités pour produire de l'électricité (entre 90 et 150 °C) et de

► la chaleur (surtout en dessous de 90 °C). Un décret décrit les procédures spécifiques à ce type de géothermie. – les gîtes géothermiques de minime importance (moins de 200 m et moins de 500 kW); la nouvelle procédure est encadrée par le décret du 8 janvier 2015, lequel définit les activités ou installations de ce type qui n'ont pas d'incidence significative sur l'environnement et en élargit le périmètre; il simplifie le cadre réglementaire qui leur est applicable en substituant au régime d'autorisation en vigueur une déclaration de travaux pour une large partie du territoire, précisée dans une cartographie qui vient d'être établie.

DES TECHNOLOGIES MATURES

La géothermie de minime importance s'accompagne de la mise en œuvre de PAC pour élever la température de la chaleur prélevée dans le sous-sol à un niveau compatible avec l'utilisation que l'on veut en faire (en général le chauffage de bâtiments). Ce type de géothermie vise principalement le chauffage et le rafraîchissement de maisons individuelles, de bâtiments tertiaires ou résidentiels collectifs. Il est très développé dans des pays comme l'Allemagne et la Suisse.

La géothermie basse température valorise directement la chaleur de ressources que l'on rencontre dans les formations sédimentaires profondes de hautes porosité et perméabilité, situées entre 500 et 2 500 m de profondeur.

C'est ce type de ressources que l'on trouve en France, par exemple dans le Bassin parisien ou le Bassin aquitain. Elles sont couramment exploitées pour le chauffage urbain, le chauffage des serres, de piscines et d'établissements thermaux, l'aquaculture et le séchage. Des PAC peuvent être utilisées en complément afin d'en optimiser la valorisation.

Dans le cas des gisements de moyenne énergie (température comprise entre 100 °C et 150 °C), on peut utiliser des centrales (électricité ou électricité-chaleur) fonctionnant avec un fluide organique volatil (isobutane, isopentane...) évoluant en circuit fermé (technologie ORC).

La géothermie haute température et haute énergie cible majoritairement la production d'électricité. Les gise-

1 GWe
= puissance de
1 milliard de watts
électriques.

1 GWth
= puissance de
1 milliard de watts
thermiques.

1 MW
= 1 mégawatt,
soit 1 million
de watts.

1 kW = 1 kilowatt,
soit 1 000 watts.

1 TWh
= 1 térawattheure,
1 000 milliards
de wattheures.

La France produit
environ 550 TWh
par an.

ments se rencontrent généralement à une profondeur comprise entre 500 et 1 500 m, dans les zones de volcanisme actif ou récent, aux frontières des plaques tectoniques. En France, les ressources sont présentes dans les départements et régions d'outre-mer insulaires (Guadeloupe, Martinique, La Réunion, Mayotte). L'électricité est produite dans des centrales à vapeur d'eau : la vapeur géothermale à plus de 150 °C sortant directement des puits géothermiques est envoyée dans une turbine couplée à un alternateur. Ces centrales peuvent aussi fonctionner en cogénération électricité-chaleur pour des applications de chauffage ou de froid. C'est également le cas des centrales géothermiques EGS (*enhanced geothermal systems*) qui s'adressent à des réservoirs à faible perméabilité (bassins d'effondrement, zones périphériques des champs géothermiques de haute énergie), fracturés naturellement, profonds de plusieurs milliers de mètres, qu'il est nécessaire

« La France dispose de tout le tissu industriel nécessaire pour produire les composants des boucles géothermiques et des installations de surface pour la production d'électricité ou de chaleur. »

de stimuler par voie hydraulique ou chimique pour en augmenter la perméabilité. Le pilote scientifique de Soultz-sous-Forêts, en Alsace, met en œuvre cette technique.

ÉTAT DE LA GÉOTHERMIE

La France dispose de tout le tissu industriel nécessaire pour produire les composants des boucles géothermiques et des installations de surface (tubes de forages, échangeurs, vannes, turbines, alternateurs, systèmes de régulation, systèmes de traitement contre la corrosion, centrales binaires, etc.) pour la production d'électricité ou de chaleur.

La filière française peut s'appuyer notamment sur l'expérience acquise dans le Bassin parisien, qui concentre la plus grande densité au monde d'opérations de géothermie basse énergie en fonctionnement exploitant le même aquifère. À cela s'ajoutent de solides compétences en matière d'exploitation d'installations énergé-

tiques, d'ingénierie du sous-sol, ainsi qu'un savoir-faire reconnu de sociétés aptes à réaliser les forages les plus complexes à grande profondeur.

Production

Située au 3^e rang européen en termes de capacité, la France joue un rôle important dans le développement de cette énergie. Le Grenelle de l'environnement a prévu qu'entre 2006 et 2020 la contribution de la géothermie au mix énergétique français sera multipliée par 6, pour représenter 1,3 million de tonnes équivalent pétrole (tep) substituées. La part de production d'électricité géothermique en France doit passer de 15 à 80 MW.

Géothermie de minime importance

On estime que la puissance installée en 2012 atteint 100 MWth. Cela correspond à une baisse de 16 % de par rapport à 2011. Les chiffres de l'AFPAC (Association française des pompes à chaleur) montrent que le marché des PAC géothermiques pour les maisons individuelles s'est encore dégradé¹. Le marché des champs de sondes (plus de cinq sondes), qui émerge, ne compense pas cette baisse. En revanche, le marché de la géothermie sur nappe progresse très légèrement. En 2012, un total de 1 950 MWth étaient installés en France.

Géothermie basse température

Avec 42 réseaux en fonctionnement et 27 réseaux à l'étude en 2012 (dont Arcueil-Gentilly et Bagneux), la France est le pays européen qui compte le plus de réseaux de chaleur urbains géothermiques et se classe au 3^e rang européen, derrière l'Islande et la Turquie si l'on considère la puissance totale installée en mégawatts thermiques. Au total, 411 MWth sont installés dans la filière basse énergie, ce qui correspond à 200 000 équivalents logements, essentiellement en région parisienne (170 000) et en Aquitaine.

Haute température

Avec 17,2 MWe installés en 2014 (1,5 MWe de type EGS à Soultz-sous-Forêts et 15,7 MWe d'origine volcanique à Bouillante, en Guadeloupe), la France se classe au 5^e rang européen des producteurs d'électricité d'origine géothermique.



Centrale géothermique de Nesjavellir (Islande). Les hautes températures dues à l'activité volcanique de l'île permettent de produire à la fois de la chaleur et de l'électricité pour la capitale, Reykjavik.

PRODUCTION ANNUELLE, EMPLOI ET PROGRESSION ATTENDUE

La production annuelle de chaleur et de froid a été portée fin 2012 à 460 000 tep. La production d'électricité géothermique pour 2012 s'est légèrement tassée, à 51 GWh (0,051 TWh). D'après l'Association française des professionnels de la géothermie (AFPG), la géothermie a évité en 2012 l'émission d'environ 1 Mt de CO₂; par ailleurs, l'AFPG estime que le secteur représente, *a minima*, 4 000 emplois directs en France.

Au-delà des 1,3 Mtep, objectif (qui semble à ce jour difficile à atteindre en 2020) du Grenelle, l'AFPG estime que la géothermie en bassin d'effondrement (type Soultz-sous-Forêts) sera en mesure de fournir 350 MW_{th} en métropole en 2030.

Pour l'électricité, entre bassins d'effondrement et surtout zones volcaniques dans les DROM (extension de la centrale de Bouillante [40 MWe en 2025], nouveaux projets dans les DROM et importation possible de la Dominique), l'AFPG comme l'ADEME ont des prévisions entre 200 et 300 MWe en 2030. Pour la métropole, l'AFPG a avancé, le 19 mars 2015, dans le cadre du groupe de travail préparatoire à la PPE, une prévision de 8,1 MWe en 2018 et une fourchette entre 39,7 et 53,5 MWe pour 2023. Pour la filière basse température à usage direct de la chaleur, de nouveaux réseaux sont attendus en Île-de-France et en Aquitaine.

Le développement de la géothermie de minime importance n'est pas quantifié au-delà de sa contribution à l'objectif 2020. Il devrait être facilité par la simplification des démarches administratives, l'existence de la cartographie des zones sans risques (près de 90 % du territoire français) et la modification de la RT2012 (réglementation thermique 2012) pour s'aligner notamment sur les

dispositions plus favorables dont bénéficie la filière bois, puisque la géothermie apporte les mêmes avantages : emploi local, faible importation d'énergie, réduction des émissions de CO₂.

Le maintien des dispositifs d'aides fiscales (crédit d'impôt pour le développement durable...) et de subventions (fonds « chaleur »...) est posé par l'AFPG comme condition essentielle pour maintenir l'attractivité de la géothermie dans plusieurs domaines (capteurs horizontaux pour les particuliers, sondes verticales dans le collectif, doublets sur les aquifères dans le tertiaire).

(N.B. : Le coût de rachat de l'électricité en métropole de 200 €/MWh, uniquement utilisé à Soultz-les-Forêts, va être remplacé par le système de complément de rémunération prévu pour toutes les EnR.)

PERSPECTIVES DE LA GÉOTHERMIE

Si les contributions attendues de la géothermie ne pourront modifier fortement le bilan énergétique du

“ En métropole, le recours à la géothermie pourrait se développer davantage dans l'usage direct de la chaleur, contribuant ainsi à la diminution des importations d'énergie et à la réduction des émissions de CO₂. ”

pays, son développement peut avoir une influence sensible dans certaines zones du territoire national. C'est évidemment le cas pour la production électrique dans les DOM. En métropole, le recours à la géothermie pourrait se développer davantage dans l'usage direct de la chaleur, contribuant ainsi à la diminution des importations d'énergie et à la réduction des émissions de CO₂.

Les efforts de qualité, de qualification des techniques et des opérateurs de forage, de formation, de recherche et développement, d'in-

novation sont des conditions indispensables au développement de la géothermie et au renforcement de l'exportation du savoir-faire des opérateurs français, en particulier dans le domaine de la géothermie haute température.

LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ GÉOTHERMIQUE DANS LE MONDE

10 principaux pays producteurs (2012)	
Pays	Production
États-Unis	19,6
Philippines	10,2
Indonésie	7,9
Nouvelle-Zélande	6,2
Mexique	5,8
Italie	5,6
Islande	5,2
Japon	2,5
Salvador	1,5
Kenya	1,5
Reste du monde	4,2
Total mondial	70,4

Les dix principaux pays producteurs produisent 94 % de l'électricité d'origine géothermique ; dix autres, dont la France, se partagent les 6 % restants. Le total de la production mondiale 2012 (70 TWh) représente 0,3 % des 22 700 TWh de la production électrique mondiale mais a une place importante dans des pays comme les Philippines ou l'Islande.

Concernant la France, la production de 0,051 TWh représente 1/10 000 des 560 TWh de la production totale du pays. Cette production française provient essentiellement de la centrale de Bouillante, à la Guadeloupe. Notons que portée de 200 à 300 MWe en 2030 elle resterait marginale dans l'ensemble du parc, dont la puissance est de l'ordre de 100 000 MWe, mais qu'elle pourrait avoir une production significative dans les DROM.■

N.B. : Cet article est basé sur des textes et données de l'ADEME, du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) et de l'AFPG.

*LUDOVIC ZANOLIN est ingénieur et membre du Comité national de la géothermie.

1. Il n'en est pas de même des PAC géothermiques dont le développement est très important.

LE SOLAIRE THERMIQUE

Beaucoup moins médiatisé que son homologue photovoltaïque, le solaire thermique est largement sous exploité et pourrait produire une grande partie de l'eau chaude que nous utilisons quotidiennement. Un éclairage de Claude ACKET, tiré de l'ouvrage collectif publié par l'association Sauvons le climat, *Éléments pour une politique raisonnée de l'énergie*.

PAR CLAUDE ACKET*

Lorsque l'énergie du soleil est utilisée pour créer de la chaleur, c'est principalement l'irradiation directe, ce que l'on appelle familièrement les rayons du soleil, qui sera captée, et non le rayonnement diffus.

On arrive à capter plus de 70 % de l'irradiation solaire.

En France, l'énergie produite se situe entre 300 (Nord de la France) et 600 (Sud de la France) kWh/m² par an.

Pour améliorer les performances et minimiser la surface de capteurs qu'il faut placer en toiture, on peut utiliser des capteurs mieux isolés. Le vide étant le meilleur des isolants thermiques, les constructeurs ont imaginé des tubes sous vide ou sous faible pression de gaz rare (Krypton par exemple). Plus chers, ils représentent une faible part du marché.

L'EAU CHAUDE SANITAIRE SOLAIRE (ECS)

En France, pour répondre aux besoins moyens de 50 litres d'eau chaude par an et par personne, il faut dépenser annuellement environ 47 TWh. En ajoutant les besoins du tertiaire et de l'industrie (douches d'ateliers...) ce sont environ 60 TWh dédiés à la seule production d'ECS, soit 3,3 % de l'ensemble des besoins français en énergie finale. Le solaire sous forme de



Éléments pour une politique raisonnée de l'énergie, Sauvons le climat.

chauffe-eau solaire peut en grande partie répondre à ces besoins.

Dans les zones sans risque de gel, une installation ECS peut être très simple et peu coûteuse. Elle se réduit au capteur thermique plan duquel l'eau chaude plus légère monte naturellement dans un réservoir placé au sommet de la maison, en général sur la terrasse.

Dans les zones où la température risque de descendre pendant l'hiver sous zéro degré, il faut passer par un fluide intermédiaire (exemple : solution d'eau glycolée) pour alimenter le capteur et transférer la chaleur à l'eau sanitaire consommée, à travers un échangeur sous forme par exemple d'un serpentin en cuivre placé au sein du réservoir tampon.

“ Les panneaux solaires, venant en substitution même partielle à l'emploi de combustibles fossiles, permettent la réduction des rejets de gaz carbonique. ”

Le chauffe-eau solaire, moins médiatisé que les panneaux photovoltaïques, est pourtant bien plus efficace pour diminuer la consommation d'énergies fossiles.

LE CHAUFFAGE SOLAIRE

Le chauffage, premier poste de consommation d'énergie, fait appel en France à environ 700 TWh. Un complément limité peut venir du soleil, sur la base de l'utilisation de capteurs thermiques identiques à ceux utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire, en notant que l'intermittence du soleil devient ici un problème majeur. En effet, si l'eau chaude sanitaire est utilisée toute l'année, le chauffage solaire ne l'est que les mois d'hiver lorsque la production solaire est réduite. Les investissements ne sont utilisables qu'une partie réduite du temps. Si cette intermittence du soleil peut être en partie compensée par la mise en place d'un réservoir-tampon, même en stockant un à deux mille litres d'eau chaude, il n'est pas possible de faire face aux longues périodes d'hiver avec peu, voire pas de soleil du tout.

L'apport relatif du chauffage solaire,

que l'on appelle la couverture solaire, ne peut devenir significatif pour une même surface de capteurs que pour des habitations à faibles déperditions thermiques, dans les régions à faible DJU (Degrés jour unité, 2 400 à Paris 1 465 à Nice), et enfin à fort ensoleillement.

Le coût d'une installation pour un chauffe-eau solaire individuel, équipé de 3 à 5 m² de capteurs et d'un ballon de 200 à 300 litres varie entre 4 000 € et 8 000 €, pose incluse. En se basant sur une durée de vie de l'investissement de 30 ans et un taux d'amortissement de 4 %, l'annuité de ce placement est de 346 €.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL, REJETS DE GAZ CARBONIQUE

Les panneaux solaires, venant en substitution même partielle à l'emploi de combustibles fossiles, permettent la réduction des rejets de gaz carbonique. Pour une installation ECS de 4 m² de panneaux, les rejets de CO₂ sont réduits de 0,44 tonne. Étendu à 15 millions de logements (voir ci-dessous) le gain annuel des rejets serait de 6,6 millions de tonnes.

De même pour un chauffage associé à 15 m² de panneaux, les rejets de CO₂ sont réduits de 1,36 tonne par installation.

SOLAIRE THERMIQUE, PERSPECTIVES

À ce jour en France, l'ensemble de l'apport solaire thermique est d'environ 1,6 TWh, basé sur l'installation d'environ 2,3 millions de m² de panneaux solaires (accroissement d'environ 250 000 m² par an). À l'avenir, en supposant que la moitié des logements puisse disposer de chauffe-eau solaires et que par ailleurs 1,5 million de logements (5 % du parc) soient équipés en panneaux solaires chauffage, un total de 25 TWh (2,1 Mtep) pourraient être produits par le soleil thermique. Ceci reposerait sur l'installation d'environ 50 millions de m² de panneaux solaires, soit moins de 1 m² par habitant, quota concevable puisque déjà pratiquement atteint en Autriche. ■

CLAUDE ACKET est ingénieur dans le domaine de l'énergie.



PAS D'ÉNERGIE RENOUVELABLE SANS MATÉRIAUX RARES

Vent, soleil, vagues... Les énergies renouvelables puisent à des sources réputées inépuisables. Or, à y regarder de près, elles sont de fait hautement dépendantes de matières rares, à l'approvisionnement incertain. La recherche publique, bien mal suivie par les industriels, tente de pallier ces dépendances.

PAR SÉBASTIEN ELKA*

Un mât haut de 75 m, d'immenses pales composites... Les éoliennes en construction à Saint-Nazaire seront des colosses de carbone et d'acier. Et non seulement cela! Au cœur de la nacelle, la génératrice abrite d'énormes aimants permanents. Les aimants ordinaires, ceux qui retiennent la liste des courses sur la porte du frigo, sont banalement en ferrite de strontium ou de baryum. Cela dit, pour les aimants des génératrices – comme des moteurs de véhicules électriques ou hybrides, disques durs ou haut-parleurs –, on n'échappe pas aux terres rares. Puissants, résistants à la chaleur et aux contraintes magnétiques, les aimants néodyme-fer-bore sont riches en néodyme, dysprosium, terbium, voire praséodyme. D'autres options existent, non moins gourmandes en samarium, gadolinium, lanthane.

COÛT DE L'ÉNERGIE ET RISQUES GÉOPOLITIQUES

Il faut savoir que ces terres rares – utiles aux éoliennes, moteurs électriques, éclairages basse consommation, lasers, etc. – se trouvent un peu partout dans le monde, mais sous forme d'oxydes mélangés, chimiquement proches, donc difficiles à séparer. On n'en produit pas en Europe – l'exploitation en serait trop polluante! – et pratiquement pas aux États-Unis; si bien qu'aujourd'hui 97 % de leur extraction sont le fait de la Chine... On mesure l'ampleur du risque géopolitique. D'autres matériaux « critiques »¹ sont au cœur des énergies renouvelables et de toute possibilité de transition énergétique. Il en est ainsi du cobalt, utilisé dans d'autres types d'aimants et différentes sortes de batteries, dont 80 % des réserves connues se partagent entre la République démocratique du Congo, l'Australie et Cuba. C'est aussi le cas des matériaux du

photovoltaïque. Car si l'énergie solaire a un potentiel gigantesque, sa transformation en électricité est encore peu efficace et très coûteuse. Pour améliorer les rendements, on teste des cellules solaires à base de cadmium-tellure, nitrure de gallium ou autres alliages de métaux rares. À quoi il faut ajouter dans les panneaux solaires des connecteurs, souvent à base d'argent ou de cuivre, métaux assez abondants mais très demandés.

La production des énergies renouvelables (EnR) est intermittente et déconcentrée, aussi faut-il pouvoir les stocker et les distribuer intelligemment. Le stockage (important aussi pour tirer parti de la consommation réduite de la mobilité électrique) se fera avec des batteries compactes et/ou de l'hydrogène, ce qui implique des réactions chimiques efficaces et maîtrisées, et donc d'excellents catalyseurs – aujourd'hui du platine ou d'autres métaux nobles. Des recherches visent à leur substituer du graphène ou d'autres matériaux nanostructurés, avec des résultats encourageants. Reste à porter ces découvertes du laboratoire à l'usine, et les industriels ne se bousculent pas pour ce faire. Quant à la distribution, elle appelle de l'électronique de puissance, basée sur des semi-conducteurs économes, enrichis par exemple en gallium, et sur des connexions améliorées au tungstène, titane, tantale ou germanium, tous matériaux rares.

LE RENOUVELABLE DURABLE EST UN COMBAT!

On le voit, dans l'état des savoir-faire, il n'y a pas de développement possible des EnR sans consommation d'éléments épuisables. Le renouvelable d'aujourd'hui n'est pas durable! Pour autant, nous apprenons peu à peu à réduire la quantité nécessaire de ces matériaux – jusqu'à l'infime – et nous devrions savoir bientôt les recycler ou même leur substituer des nanomatériaux à base d'éléments chimiques communs. Derrière tous ces dévelop-



Construction d'éoliennes offshore. La nacelle (pièce au bandeau rouge Cf. photo) abrite d'énormes aimants nécessitant de grandes quantités de métaux rares.

pements, il y a l'exigence d'une connaissance et d'une maîtrise aigüe de la matière – issue pour l'essentiel des sciences nucléaires – qui nécessite du temps et des ressources. Une exigence loin d'être remplie quand les stratégies financières des industriels rencontrent les politiques d'austérité, l'absence de véritable politique industrielle ou d'au moins prise de positions pro-EnR mais « anti-nano » et « pas dans mon jardin ».

On entend souvent dire qu'une alliance de grands intérêts – EDF, Areva et Total, pour le dire vite – serait responsable de la lenteur à laquelle se déploient les EnR. De fait, ces riches acteurs pourraient bien mieux porter les indispensables transitions énergétiques au lieu de s'arc-bouter sur leur zone à défendre... Mais s'arrêter à cette explication des trop lents progrès des renouvelables est assurément un peu court. ■

*SÉBASTIEN ELKA est rédacteur en chef adjoint de *Progressistes*.

1. Les éléments considérés comme « critiques » par la Commission européenne, à la fois importants économiquement et risqués en termes d'approvisionnement, sont, en 2013 : les terres rares lourdes et légères, le magnésium, le niobium, l'antimoine, le germanium, l'indium, le cobalt, le gallium, les borates et roches phosphatées, le béryllium, les métaux « nobles » de la famille du platine, les spaths de fluor, le silicium métal, le graphite naturel, la magnésite, le tungstène et le charbon à coke.

LES CONTRAINTES DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

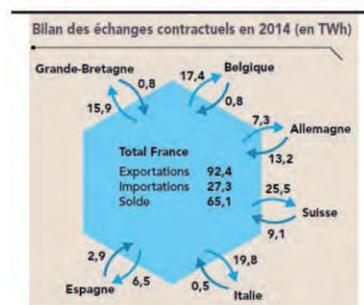
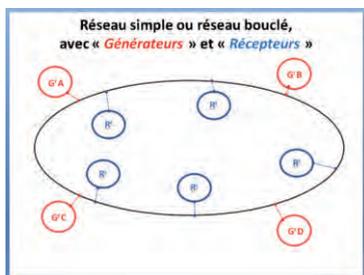
Comprendre la nature de l'électricité et les contraintes qu'elle impose au réseau de distribution est indispensable. Sans cela, impossible de comprendre les liens entre énergies renouvelables et mix électrique.

PAR FRANÇOIS POIZAT*

Un ami me disait croire que derrière une prise de courant se trouvaient des électrons prompts à nourrir son aspirateur ou son téléviseur. Son père était ingénieur EDF, c'est dire combien l'électricité est méconnue... car mystérieuse. La démythifier sans avoir à résoudre les équations de Maxwell est l'un des buts de cet article.

SYSTÈME OU RÉSEAU?

Le dessin ci-dessous schématise un réseau bouclé, tel que celui que nous avons en France (malgré deux antennes en Bretagne et PACA). Ailleurs, de grands pays, Chine, et même États-Unis, en sont partiellement dépourvus.



Par ailleurs, notre réseau métropolitain, sous très haute tension (jusqu'à 400 kV), est maillé, et aussi relié à ceux de nos voisins par des interconnexions, mais chacune de nos « zones non interconnectées » (sous-entendu « au réseau métropolitain ») des DOM-TOM et des îles bretonnes doit se contenter d'un réseau isolé, forcément moins robuste, et donc vulnérable en cas d'incidents.

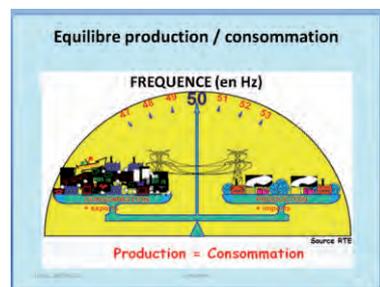
Il faut bien considérer aussi que le système électrique français ne se réduit pas à son réseau 400 kV ; il inclut toutes les sources de production (générateurs), centralisées ou disséminées, et tous les points de consommation (récepteurs), grands et petits. On conçoit bien qu'un réseau de tuyaux, fût-il bien connecté, ne suffit pas : il faut l'alimenter !

MYSTÉRIEUSE ÉLECTRICITÉ : NON STOCKABLE, NON COMPRESSIBLE, VÉLOCE...

Mais générateurs et récepteurs de quoi, au juste ?

On n'achète pas de l'électricité au kilo, ou au baril, non ! Ce n'est pas une matière, comme du minerai, ou un liquide, comme le pétrole, et l'électron ne vaut pas par sa masse mais par son agitation. L'électricité est donc un « service » insaisissable (quand on y touche, c'est nous qui sommes « saisis » !) et peu descriptible : analogie possible à une fièvre dont on mesurerait le degré par la notion de « fréquence » ?

La fréquence, exprimée en hertz, est un indicateur à tout instant de l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité : s'il y a plus de demande que d'offre, la fréquence baisse ; *a contrario*, si l'offre est supérieure à la demande, la fréquence augmente.



De même qu'il n'est pas bon pour le corps humain de s'éloigner de la température de 37 °C, de même l'objectif, en Europe occidentale, est de se tenir à 50 Hz avec une tolérance de $\pm 0,5$ Hz. En dehors de cette fourchette, certaines utilisations sont compromises et le réseau court le

risque de s'effondrer comme un château de cartes, de nombreux alternateurs pouvant ne pas tenir le choc, comme ce fut le cas en Italie (« nuit noire » italienne du 28 septembre 2003). La France a connu ce genre de désagrément, dit « black-out », le 4 novembre 2006, à la suite d'une succession d'incidents en Allemagne. N'ayant aucune consistance matérielle, l'électricité en tant que telle n'est pas stockable comme l'eau dans une retenue. Qui pis est, elle n'est pas compressible, en ce sens qu'on pourrait espérer pouvoir un peu « tirer dessus », comme sur un réservoir de gaz, nos gazinières s'accommodant d'une pression un peu plus faible... Et, pour couronner le tout, la propagation de l'onde électrique, quasi instantanée, exporte un incident du sud au nord de la France en quelques secondes.

OBJECTIF : PRODUCTION = CONSOMMATION

Le but des gestionnaires du système est donc de garantir une production égale à la consommation appelée par les clients, professionnels et particuliers. Cet équilibre est requis à tout instant et souhaitable en toute région (Bretagne, notamment), ne serait-ce que pour éviter de trop grandes pertes en ligne (échauffement par effet Joule, notamment).

Encore faut-il maîtriser les fluctuations, qui ne manquent pas.

Les aléas de consommation sont essentiellement dus à des facteurs socio-économiques : les jours fériés (week-ends surtout) voient la mise au repos de l'outil productif (sous réserve des services vitaux) ; les grands rendez-vous médiatiques sollicitent les téléviseurs, le retour au domicile et la relance de nos cuisinières, radiateurs et gadgets sont perceptibles (pics bien visibles sur le graphe de production hebdomadaire, page ci-contre).

Le facteur climatique est déterminant, accroissant les besoins de chauffage en hiver, qu'il soit assuré par des

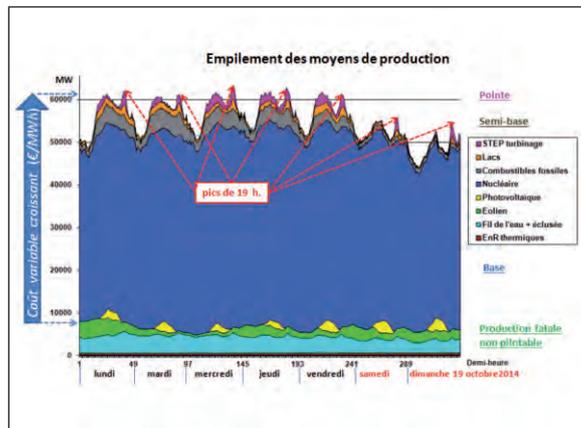
convecteurs d'appoint ou non, et de climatisation en été, notamment aux États-Unis.

Au titre des aléas de production, on pense évidemment aux pannes, incidents techniques, opérations de maintenance, tant dans les centrales que sur les réseaux (seul celui sous très haute tension est à équilibrer). Dans le registre de l'offre, la météorologie prend de l'importance : si une usine hydraulique ne peut turbiner lorsque le gel saisit les torrents, l'intermittence du vent, fluctuant et peu prévisible, et des nuages devient préoccupante.

DE QUELLES PARADES DISPOSE-T-ON ?

En cas de montée des besoins d'électricité, le « dispatcheur » fait appel aux différents moyens de production, en fonction de leur disponibilité, bien sûr (difficile de compter sur des barrages vides, en fin d'hiver...), et de leur prix. Classiquement, le *merit order* met en branle successivement les moyens « de base » (en France, le nucléaire), puis de « semi-

goisse d'un éventuel anticyclone froid – sans vent – stagnant sur l'Europe occidentale.



La production électrique doit suivre la consommation à chaque instant.

La problématique inverse n'est pas moins préoccupante, car le caractère fatal de l'éolien et du solaire et leur répartition assez homogène (pour l'éolien du moins) sur l'Ouest européen font que, par temps beau et venté, les électrons « verts » peuvent inonder le continent : d'abord la Pologne et la République tchèque, puis les voisins occidentaux de l'Allemagne, France incluse, ont subi cet afflux d'électrons excédentaires, surtout durant les week-ends d'été de faible consommation. Du coup, des centrales, notamment celles à gaz – au coût marginal excessif – se retrouvent dans l'impossibilité de placer leur production sur le marché EPEX (European Power Exchange), lequel en vient à afficher des prix négatifs : cet OFNI (objet financier non identifié) a pour conséquence de dissuader les investisseurs de garder en état de fonctionnement leurs installations de semi-base (parfois flambant neuf, comme le cycle combiné au gaz d'Irsching) car leur *business plan* est compromis par la totale

imprévisibilité des cours. Jusqu'aux Suisses qui abandonnent leurs projets de STEP (station de transfert d'énergie par pompage), outil de prédilection consistant à acheter aux Français l'électricité nocturne, pas chère, pour permettre la remontée du niveau d'eau dans leurs barrages avant de la turbiner de jour pour vendre, cher, aux Italiens ! Pis, de grands électriciens, comme l'allemand E.On, en viennent à scinder leurs portefeuilles : d'un côté les énergies renouvelables, rentables car à tarif d'achat garanti par les États, de l'autre les « vieilles » centrales classiques remises dans une structure de défaillance.

Cette dérive du grand marché libéralisé depuis 1997 (2000, en France) inquiète les responsables des réseaux européens car on risque, en cas de grands froids, de manquer des indispensables moyens de semi-base pour passer une sévère pointe de consommation. Alors, plusieurs solutions (ou espoirs de...) sont dans les cartons pour éviter les délestages, c'est-à-dire la cessation brutale de distribution à une partie des clients. D'abord les « effacements » : il ne s'agit pas là d'une nouveauté, EDF ayant depuis longtemps travaillé en ce sens avec les contrats HP/HC (heures pleines/heures creuses) pour inciter les abonnés à décaler leur consommation vers des périodes de moindre tension et meilleur marché, par exemple de leur chauffe-eau ; ou encore avec les contrats EJP (effacement jours de pointe). Le gestionnaire de réseau RTE explore la même idée avec ses plans Écowatt en Bretagne et PACA, le petit consommateur étant incité à réduire sa consommation pendant quelques heures. La nouveauté tient au fait que des entrepreneurs avisés (Voltalis, notamment) veulent fédérer – moyennant rémunération, bien sûr – des clients disposés à saisir cette opportunité, appelée « effacement diffus ». Autre idée, le « marché de capacités » reposerait sur l'assurance que tel ou tel opérateur garantirait, sous peine de sanctions, la possibilité de mettre sur le réseau quelques dizaines ou centaines de mégawatts, moyennant finance. Pour l'heure, ce n'est que du papier... ►

“ Les lois de Kirchhoff régissant les courants électriques ne seront pas abolies par un amendement parlementaire. ”

base » (le thermique dit « classique », plus cher car le combustible fossile – fuel, charbon ou gaz – n'est pas gratuit), pour finir par le plus précieux, l'hydraulique de retenues alpines ou autres pour faire face aux pointes de consommation.

On notera que les énergies renouvelables, bénéficiant d'un achat obligatoire par EDF et d'une priorité d'accès au réseau, sont de la production « fatale » (en ce sens qu'elles ne dépendent que du soleil et du vent, et non de notre bon vouloir).

Jusqu'à il y a peu, l'enjeu et la crainte des gestionnaires de réseau tenaient à la possibilité physique de fournir assez de mégawatts (grandes centrales ou petites installations disséminées) pour répondre à la demande des clients : le passage de la pointe (102 000 MW en février 2012, mais il faisait — 20 °C) a sûrement été le cauchemar de certains responsables de RTE, cauchemar accru par l'an-

LES ACTEURS DE LA FILIÈRE DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION (loi du 10 février 2000)

PRODUCTEURS :

- EDF (sous l'appellation EDF-PEI en ZNI)
- autres : GDF-Suez, E.On, ENEL, DirectÉnergie, etc.

TRANSPORTEUR, MONOPOLE ABSOLU : RTE (EDF-SEI en ZNI).

DISTRIBUTEURS :

- Dans l'Hexagone : ErDF
- + 135 entreprises locales de distribution.
- En ZNI : EDF-SEI (monopole).

N.B. : ZNI = zones non interconnectées (DOM, Corse, etc.).

► Certains, nombreux, se (nous) bercent d'illusion en faisant miroiter le renforcement des interconnexions, voire en vantant les *smart grids* qui, à écouter un Jeremy Rifkin, permettront l'essor de la « troisième révolution industrielle » par la mise en commun des énergies réparties dans nos bâtiments basse consommation (BBC). Ils oublient qu'un réseau ne peut distribuer de l'eau que si une pompe, au moins, l'alimente.

Il n'y a donc là aucun espoir tant que ne sera pas résolue la question du stockage des excédents d'électricité : nouvelles STEP (en dépit de Civenes et Roybon ?), batteries (malgré leurs coûts, poids...), conversions en matières facilement utilisables (H_2 , *coal-to-gas*...). Ce n'est pas pour demain, hélas.

CONCLUSION

Contrairement à ce que pensent certains idéologues, les lois de Kirchhoff régissant les courants électriques ne seront pas abolies par un amendement parlementaire. Si personne, en et hors de France, n'investit dans des installations de production « dispatchables », c'est-à-dire pilotables *ad libitum*, les problèmes posés aux réseaux iront s'aggravant.

La seule chose qui perdurera sera l'ardoise de l'éolien et du solaire : si on en ignore l'impact collatéral (renforcement de réseaux, complexification de la gestion...), le citoyen commence à en mesurer le coût direct, sous le tapis de la CSPE : les 3,5 milliards d'euros (hors TVA) prévus pour 2015, répartis sur 359 MkWh se traduiraient par une taxe d'1,2 ct€ par kilowattheure consommé, soit, pour une consommation moyenne de 5 000 kWh, une dépense de 60 € par an et par foyer. Et ce n'est pas fini, une taxe similaire, mais 5 fois plus élevée, existant en Allemagne. ■

*FRANÇOIS POIZAT, diplômé de Supélec et du Génie atomique, a fait toute sa carrière à l'ex-Direction de l'équipement à EDF.

VISITEZ NOTRE BLOG SUR :
revue-progressistes.org

STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ : LE TALON D'ACHILLE DE LA FILIÈRE ÉNERGÉTIQUE

C'est le graal qui fait rêver les ingénieurs et les scientifiques du monde entier : un procédé pour stocker l'électricité massivement... et peu cher. Cela changerait la donne pour le développement des énergies nouvelles.

PAR CHRISTIAN NGÔ*

L'électricité est de plus en plus utilisée, et à chaque instant la production doit être égale à la consommation. Stocker l'électricité lorsque l'on en produit trop pour l'utiliser plus tard, quand on en aura besoin, est donc une nécessité.

Les kilowattheures produits de manière continue (centrales à gaz, hydrauliques, nucléaires...) ont une souplesse d'usage supérieure à ceux générés de manière intermittente (éolien ou solaire). La flexibilité de certains moyens de production (centrales à gaz) est aussi appréciée pour répondre rapidement aux demandes de pointe. Avoir de l'électricité quand et où on en a besoin impose de fortes contraintes à la production comme à la distribution.

LES MULTIPLES USAGES DU STOCKAGE

On stocke l'électricité pour :

- lisser la production, car la demande varie fortement en fonction de l'heure, du jour, de la saison (fig. 1). Pour satisfaire la demande dans l'ensemble de l'année, le producteur surdimensionne les moyens de production, puisque les moyens de stockage sont insuffisants¹ :

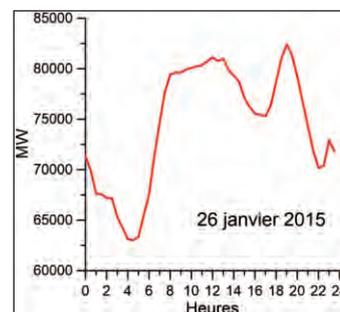


Figure 1. Consommation d'électricité sur 24 heures pour un jour typique. (Source : RTE.)

- la revendre cher aux heures de pointe alors qu'elle est achetée à bas prix aux heures creuses²;
- parer à l'intermittence d'énergies renouvelables comme l'éolien ou le

solaire. Une éolienne ne fournit de l'électricité que lorsqu'il y a un vent suffisant³, et un panneau solaire que si le soleil brille. Un développement massif des énergies renouvelables intermittentes ne pourra se faire sans fortement développer des moyens de stockage et des centrales utilisant des combustibles fossiles, émettrices de CO_2 ;

- assurer l'alimentation des systèmes nomades (téléphones portables, ordinateurs portables, tablettes...);
- produire de l'électricité de bonne qualité pour des besoins spécifiques et parer à des défaillances du réseau. Le moyen de stockage peut ultérieurement générer de l'électricité ou répondre en différé à un usage (fig. 2).

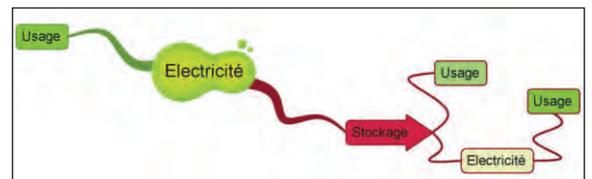


Figure 2. On peut utiliser immédiatement l'électricité ou la stocker pour l'utiliser ultérieurement directement (batteries) ou indirectement (cumulus).

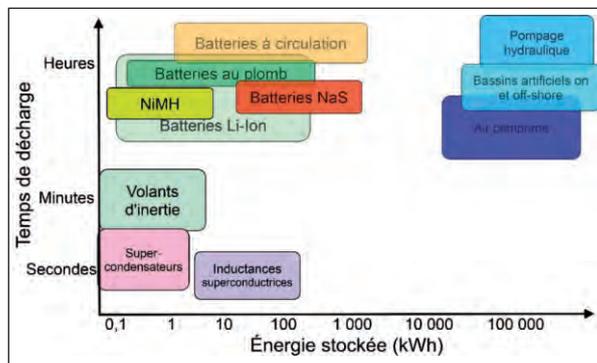
Les technologies de stockage existantes ne permettent d'emmagasiner que peu d'énergie par unité de volume ou de masse comparée à celle contenue intrinsèquement dans un combustible (tableau ci-dessous).

ÉNERGIE STOCKÉE SELON LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES

Matériau ou système	1 kWh =
Essence	0,07 kg (70 g)
Batterie Pb	30 kg
Batterie Li-Ion	5-8 kg
Eau	3 600 kg d'eau à une hauteur de 100 m

LES MOYENS DE STOCKAGE

Les principales technologies⁴ sont indiquées dans la figure 3.



Le stockage nomade (téléphones portables, ordinateurs portables...) est aujourd'hui dominé par les batteries de type Li-Ion (densité d'énergie de l'ordre de 200 Wh/kg).

Les véhicules électriques ou hybrides rechargeables utilisent des batteries de type Li-Ion d'une technologie plus sûre que celle des équipements nomades (densité d'énergie d'environ 100 à 150 Wh/kg). Il faut 15 à 20 kWh pour parcourir 150 à 200 km grâce à l'électricité.

Figure 3. Différents moyens de stockage en fonction de la quantité d'énergie stockée et du temps de décharge.

“ Au niveau du réseau, les quantités d'électricité à stocker sont bien plus considérables (des térawattheures). Le moyen de stockage le plus utilisé est fondé sur le pompage-turbinage de l'eau entre deux réservoirs situés à des altitudes différentes. ”

Au niveau du réseau, les quantités d'électricité à stocker sont bien plus considérables (des térawattheures). Le moyen de stockage le plus utilisé est fondé sur le pompage-turbinage de l'eau entre deux réservoirs situés à des altitudes différentes. Ce sont les STEP (stations de transfert d'énergie par pompage). Il y a environ 350 STEP dans le monde, et leur puissance totale est proche de 150 GW. Elles permettent de moduler environ 6 % de la puissance électrique moyenne et représentent 15 % de la puissance hydroélectrique mondiale. Grand'Maison, la plus grande STEP française, peut stocker 35 GWh. Les énergies renouvelables intermittentes nécessitent de développer des

moyens de stockage importants⁵. La construction de STEP artificielles utilisant l'eau de mer ou l'eau douce est une possibilité⁶.

L'HYDROGÈNE

Lorsque l'électricité produite par une éolienne n'a aucun usage (heures creuses), son prix est nul ou même négatif⁷. Dans ce cas, on pourrait la mettre à profit pour produire de l'hydrogène par électrolyse (il faut 4 à 6 kWh/m³). L'hydrogène peut fournir de l'électricité avec une pile à combustible (rendement 50 %) ou être utilisé pur ou mélangé avec du gaz naturel (hythane) pour fournir de la chaleur par combustion avec un excellent rendement.

Dans la plupart des applications mobiles, le volume est un facteur limitant. L'hydrogène a une faible densité énergétique par unité de volume (2 kWh/L à 700 bars ; 2,3 kWh/L, liquide et un peu plus de 3 kWh/kg avec des hydrures).

LE STOCKAGE DÉCENTRALISÉ

Plutôt que de gros systèmes centralisés, on peut envisager de stocker l'électricité avec un grand nombre de petits moyens décentralisés. Il y a déjà deux systèmes de stockage d'énergie aujourd'hui : le réservoir des véhicules (6-8 TWh) et les cumulus qui équipent 11 millions de foyers (20 TWh/an de chaleur).

Demain, les véhicules hybrides rechargeables et électriques constitueront, par leur nombre, un gigantesque régulateur du réseau électrique en stockant l'électricité aux heures creuses. Il sera même possible d'utiliser leur batterie pour alimenter une partie de la maison en cas de besoin.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le stockage est le point faible de la filière énergétique. La priorité politique accordée aux énergies intermittentes (éolien, solaire) pour l'accès au réseau va avoir des conséquences économiques et environnementales pour la France (augmentation des prix et des émissions de CO₂). L'équilibre du réseau ne pourra en effet être assuré qu'en combinant des moyens de stockage – aujourd'hui

largement insuffisants : il en faudrait 200 fois plus, 360 fois plus en Allemagne –, des centrales utilisant des combustibles fossiles, donc émettrices de CO₂, et un réseau intelligent dont une des fonctions sera de demander l'« effacement » de certains clients lorsque la production électrique est insuffisante. On va donc passer d'une situation où l'on a de l'électricité pas chère quand on en a besoin à une situation où l'on aura de l'électricité chère quand on pourra la produire. ■

***CHRISTIAN NGÔ est expert en énergie et animateur du laboratoire d'idées Edmonium, site d'informations scientifiques et technologiques. (www.edmonium.fr).**

1. La puissance moyenne utilisée en France est d'environ 65 GW et la puissance installée est proche de 120 GW.
2. Une partie de l'électricité éolienne produite au Danemark est achetée à bas prix par la Suède et la Norvège aux heures creuses, stockée sous forme hydraulique, et turbinée aux heures de pointes pour être revendue très cher aux Danois lorsqu'ils en ont besoin.
3. En Allemagne, le rendement de l'éolien mesuré sur une décennie est d'environ 15 %. Les 62 GW d'éolien installés en Allemagne produisent 74 TWh/an, mais de manière intermittente. La France produit 405 TWh/an avec 63 GW électriques de nucléaire installés.
4. P. Odrú (dir.), *Le Stockage de l'énergie*, Dunod, 2010, et *Our Energy Future, Resources, Alternatives, and the Environment*, C. Ngô et J. Natowitz, Wiley, 2009.
5. Avec 50 % de nucléaire et le reste en énergies renouvelables, il faudrait pouvoir stocker 14 TWh, soit un stockage environ 200 fois plus important que ce qui existe aujourd'hui (D. Grand, C. Le Brun et R. Vidil., *Techniques de l'ingénieur*, 2015).
6. F. Lempérière, « Stockage de l'énergie par pompage de l'eau de mer », in *Techniques de l'ingénieur*, et <http://www.hydrocoop.org/fr/publications.php>
7. En Europe, le prix de l'électricité peut varier, approximativement, de 500 €/MWh à plus de 3 000 €/MWh, selon l'offre et la demande.

Votre revue est également téléchargeable gratuitement sur www.progressistes.pcf.fr

LA QUÊTE DE L'AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE

Régulièrement, on entend parler de tel ou tel écoquartier qui serait autonome en énergie, et même des villes et des régions entières qui le seraient. Il faut préciser ce dont il s'agit pour ne pas tomber dans des confusions lourdes d'arrière-pensées idéologiques.

PAR AMAR BELLAL*

AUTONOME DANS SON QUARTIER ?

L'idée d'autonomie énergétique est issue de la mise en avant des performances énergétiques des premiers écoquartiers (sis à Freiburg et à Copenhague) : ainsi, la qualité de l'isolation thermique des bâtiments serait telle que la chaleur d'une simple ampoule lumineuse permettrait de chauffer une pièce, même par grand froid. C'est vrai (mais avec une ampoule à incandescence !) : ce sont des performances tout à fait actuelles et qu'il faudrait s'efforcer de reproduire à grande échelle – les fameux bâtiments basse consommation (BBC) vont dans ce sens. Concernant la production d'eau chaude ? On nous répond qu'il y a des chauffe-eau solaires sur le toit. Pour ce qui est de l'électricité nécessaire aux usages électroménagers, informatiques et autres, il y a les panneaux solaires photovoltaïques, et une petite unité de biogaz collective. L'eau ? On a un récupérateur de pluie (une remarque au passage : l'eau de pluie n'est pas utilisable telle quelle ; il faut la traiter).

Il semble bien qu'il y ait là vraiment une autonomie énergétique. Qu'en est-il vraiment ? Regardons-y de plus près.

« Ce qui explique qu'on arrive à se tromper, c'est qu'en matière d'énergie peu de gens ont le sens des échelles et font la différence entre 1, 10 et 100 (et c'est compréhensible, tout le monde n'est pas familier avec le sujet). »

Dans le bilan énergétique ne sont pas comptabilisées les dépenses liées à la fabrication de ces équipements. On pourrait penser que c'est hors bilan puisque les usines qui les produisent se situent hors du périmètre de notre écoquartier. Pourtant, cette énergie grise est considérable, surtout



© Claire73 Andrewglaser

Lotissement solaire, écoquartier Vauban à Freiburg (Allemagne).

Une mise en cohérence de nombreuses techniques réunies dans un même quartier, mais qui ne doit pas conduire à des conclusions hasardeuses : on est en effet encore très loin de l'autosuffisance et de l'autonomie énergétiques.

lorsqu'on y inclut des produits de haute technologie à haute valeur ajoutée (comme les panneaux photovoltaïques).

Quand un de ses occupants se rend à son travail en voiture, prend le train ou le tramway ou, dans le cadre de ses loisirs, passe une semaine à New York, en vacances, ce n'est pas comptabilisé dans le bilan. Évidemment, il fait son voyage hors du périmètre de la bulle écoquartier, on peut encore penser que ça ne compte pas non plus.

On ne comptabilise pas l'énergie contenue dans la nourriture et autres biens de consommation. Prenons juste l'exemple de l'eau, élément vital qu'on peut difficilement accuser de participer à la société de consommation : elle nécessite beaucoup d'énergie pour être purifiée, transportée, puis retraitée dans une station d'épuration (avec des produits chimiques dont la production demande aussi de l'énergie).

Bien sûr, on peut prendre en compte, pour l'eau, l'existence d'un récupérateur de pluie et, pour la nourriture, l'existence du petit potager (qu'il faut avoir le temps d'entretenir aussi : le temps est aussi une ressource). Cela peut aider, mais si on considère les rendements, les besoins en eau, la compatibilité avec la densité, on a beau faire tourner la calculatrice, on n'arrive pas à « boucler » le problème de la recherche d'autonomie. À moins

d'avoir un quartier de très grande étendue avec une faible densité d'habitations... mais alors il ne s'agirait plus d'un quartier.

Plus : au-delà de l'autonomie en énergie, si on prend maintenant un indicateur plus général, qui comptabilise toutes les ressources consommées, l'empreinte écologique par exemple, encore plus de questions se posent ; il faudrait, entre autres, rajouter les surfaces liées aux exploitations minières, agricoles, les océans nécessaires.

LES CONFUSIONS

Ce qui explique qu'on arrive à se tromper, c'est qu'en matière d'énergie peu de gens ont le sens des échelles et font la différence entre 1, 10 et 100 (et c'est compréhensible, tout le monde n'est pas familier avec le sujet). La simple perception d'un panneau solaire sur un toit, la publicité aidant, le temps d'un reportage de deux minutes au journal de 20 heures, peut conduire à penser que l'autonomie est possible. Ce faisant, on néglige toutes les interactions sociales liées à une division du travail tellement poussée à l'échelle planétaire qu'on ne les perçoit même plus. C'est ce qui rend pour le moins problématique d'essayer de fixer une frontière territoriale à l'intérieur de laquelle on aboutirait vraiment à une autonomie. En fait, on se rend compte qu'on a désespérément besoin de ses voisins. L'idéologie dominante, individualiste, a beau essayer de les cacher, les nier, les mépriser, rien n'y fait, on a besoin d'eux, on est lié au reste de la société, au reste du pays et même à l'appareil productif mondial : cachez-moi cette usine polluante qui consomme de l'énergie que je ne saurais voir ! On s'aperçoit ainsi que cette quête de la bulle autonome est problématique, pour ne pas dire vaine, la société est incontournable, l'humain est d'abord et *avant tout* un être social. Pour les valeurs communistes que nous partageons, c'est plutôt une bonne nouvelle.

LES ÉCOQUARTIERS, VERS UNE PRATIQUE GÉNÉRALISÉE

Pourtant, il y a là une idée très intéressante si on la sort de l'idéologie, si



on en fait le point de départ d'une vraie préoccupation d'économie des ressources et de réduction des atteintes à l'environnement, d'une pratique nouvelle intégrée dès la conception des bâtiments, dès les études d'urbanisme (ce qui est aujourd'hui presque toujours le cas). Mais ces réelles avancées ne doivent pas nous conduire à verser dans le discours individualiste du type : « *On peut se passer des autres, on peut vivre dans une bulle, dans le mirage de l'autonomie de notre quartier, dans l'entre-soi* », en somme la version dite autonome des tristes quartiers résidentiels, hautement sécurisés, entourés de quartiers pauvres qu'on rencontre aux États-Unis et en Amérique du Sud.

En résumé: oui aux innovations techniques, y compris aux innovations sur le plan de l'organisation sociale; non aux mirages et aux conclusions rapides conduisant à une nouvelle forme d'entre-soi.

Revenons aux écoquartiers de Freiburg: ils sont indéniablement de vrais laboratoires d'idées dont, depuis vingt ans, l'Europe entière

« Écoquartiers de Freiburg : ils sont indéniablement de vrais laboratoires d'idées dont, depuis vingt ans, l'Europe entière s'inspire. »

s'inspire. Plus que de réelles innovations, c'est surtout la mise en cohérence d'une multitude de techniques déjà éprouvées et réunies sur un même espace qui a constitué vrai-

Un exemple de *small is beautiful* qui ici fonctionne : les chauffe-eau solaires, solution écologique et élégante avec un rendement énergétique très appréciable. Cependant, le plus souvent, les équipements de grandes tailles restent largement plus écologiques par les économies d'échelles qu'elles permettent.

ment la nouveauté. Il n'en reste pas moins qu'il est faux d'affirmer que ces quartiers sont autonomes en énergie: ils sont reliés au reste du monde, ne serait-ce que par le réseau électrique national allemand. Ils dépendent également de tous les équipements au niveau national, et même au niveau mondial, y compris les aéroports internationaux! Aéroports qui accueillent des avions, qui transportent entre autres des médecins, lesquels se rendent à des colloques pour se former et qui, de retour en Allemagne, seront amenés à exercer leur métier avec plus d'efficacité. Or la dépense énergétique qui est à l'arrière-plan est-elle comptabilisée dans le bilan des écoquartiers lors de la visite d'un de ces médecins pour soigner la bronchite d'un des enfants de ses occupants? Non. Cet exemple est très ponctuel, il y en a des milliers d'autres possibles qui donnent la mesure de la complexité du problème et montrent qu'on est toujours très loin de l'autonomie.

Au fond, s'il y avait vraiment besoin de conceptualiser jusqu'au bout ce qui ressemblerait à un espace autonome, alors le vrai écoquartier à construire est à dimension mondiale, un écoquartier géant qui compterait aujourd'hui 7 milliards de personnes et qui se stabiliserait demain à 10 milliards.

« *SMALL IS BEAUTIFUL* » ?

Cette question donne la réplique au très répandu *small is beautiful* (« ce qui est petit est beau »): les équipements de petite taille, à échelle réduite, seraient moins polluants que les gros équipements. Rien n'est

moins sûr: rappelons que, contrairement aux apparences, la vraie efficacité se réalise souvent dans la mutualisation d'équipements collectifs de grandes dimensions, qui se révèlent au final, au regard des services rendus à un grand nombre de foyers, plus économes, plus efficaces sur tous les plans qu'une multiplication de petites solutions. On peut en effet y concentrer les meilleures technologies qui soient, les plus propres aussi, et on peut très facilement les entretenir, les contrôler, les rénover, contrairement à une multitude (des dizaines de milliers parfois) d'équipements disséminés dans les habitations ou les quartiers. L'inverse est vrai aussi, il arrive ainsi réellement que *small is beautiful*, pensons aux chauffe-eau solaires qui pourraient équiper des millions d'habitations et éviteraient autant de dépenses énergétiques.

LA CIBLE RÉELLE : LES SERVICES PUBLICS

On pourrait refaire cette analyse à propos de l'écoville autonome (Freiburg) et de l'écorégion autonome (Poitou-Charentes). Ici, le discours politique sous-jacent n'est pas innocent, il consiste à faire passer l'idée que les services publics nationaux n'ont plus de pertinence, et ainsi préparer la régionalisation voulue par l'Europe de Bruxelles pour affaiblir les États. Le morcellement et la privatisation des services publics sont du même coup justifiés. ■

*AMAR BELLAL est enseignant dans le secteur du bâtiment et rédacteur en chef de *Progressistes*.

ÉNERGIE RENOUVELABLE : LES INCOHÉRENCES DE L'EUROPE LIBÉRALE

La politique de l'Union européenne est inefficace pour lutter contre le réchauffement climatique mais très profitable pour les placements financiers sous couvert d'investissement dans les énergies « vertes ».

PAR VALÉRIE GONCALVES*

L'Union européenne veut porter à 27 % la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique, et réaliser 27 % d'économies d'énergie. L'Europe dépense 400 milliards d'euros en importations d'énergie; dans ce domaine, elle est dépendante à 53 %.

La Commission européenne chiffre à 1 000 milliards d'euros le besoin en investissements sur dix ans. C'est 1 % du PIB mondial, moins de 0,3 % des actifs financiers mondiaux. Les marges financières existent donc. Dans l'UE, l'évasion fiscale représente 1 000 milliards d'euros annuels. Chaque directive européenne n'a amené que désoptimisation du secteur, filialisations et privatisations. La concurrence devait faire baisser les prix pour les consommateurs, c'est le contraire qui s'est produit, et l'énergie pèse de manière croissante dans le budget des ménages.

La précarité énergétique progresse pour 75 à 150 millions de personnes, or l'UE veut mettre fin aux tarifs régulés. Partout où les tarifs réglementés ont été supprimés, les factures se sont envolées. Un Italien paie son électricité 45 % plus cher qu'un Français, un Belge 40 %, un Allemand 80 %. L'accès de tous à l'énergie appelle des réponses politiques.

COOPÉRATION PLUTÔT QUE CONCURRENCE

Il faut passer de l'Europe de la concurrence à l'Europe de la coopération énergétique.

La France doit être à l'offensive pour une politique européenne industrielle répondant à des objectifs de progrès humain et écologique. L'échelon européen est pertinent pour introduire des clauses sociales et environnementales dans les échanges internationaux.

La création d'une agence européenne de l'énergie permettrait d'associer sécurisation, indépendance et long terme avec des objectifs communs, telle la réduction des gaz à effet de serre (GES), la recherche, le droit à l'énergie... La diversité des situations au plan européen concerne aussi les sources d'énergie possibles (nucléaire en France, charbon en Pologne...). Il faut prendre en compte le niveau des différentes technologies (coût, stockage de l'électricité, stockage du CO₂), en respectant trois critères : social, environnemental et économique.

L'énergie n'est pas une marchandise comme les autres, se vendant au gré des cours de la Bourse et sujette à spéculations. La lutte contre le réchauffement climatique exige d'agir en conséquence.

Maîtriser le réchauffement climatique est une impérieuse nécessité, et c'est une bataille politique que le PCF entend bien mener. C'est le sens de la campagne, dont le PCF a pris l'initiative avec trente formations progressistes de toute la planète, lancée en janvier 2015 par une pétition. L'intervention des peuples est urgente et nécessaire pour pousser les États à conclure un accord positif lors de la tenue à Paris de la Conférence des Nations unies sur le climat, dite

4,5%
c'est la contribution
du photovoltaïque
dans la production
globale d'électricité
en Allemagne en
2013.



COP21, en décembre 2015. Un accord global est possible, à condition de dégager une vision solidaire du développement humain durable à l'échelle de la planète; les décisions doivent être contraignantes pour les États, mais différenciées sur des principes de solidarité et d'équité.

Le PCF, à travers la GUE (Gauche unitaire européenne), propose de rompre avec les politiques d'austérité et de financer par l'endettement « sain » auprès de la BCE les programmes visant à une société bas carbone. Le marché et le recours au secteur privé ne sont pas à la hauteur des enjeux qui nécessiteront des temps longs et d'importants investissements publics. Le service public est incontournable, à l'opposé des politiques de dérégulation et de privatisation.

LE CASSE-TÊTE IMPOSSIBLE DE L'INTERMITTENCE

L'arrivée sur le réseau européen de l'intermittence, électricité d'origine éolienne et photovoltaïque, met en danger la stabilité du réseau. Comme actuellement l'électricité ne se stocke que très difficilement, à moins d'avoir de nombreux barrages hydrauliques à disposition, et que la production d'énergies renouvelables (EnR) est prioritaire sur le réseau, elle y est déversée y compris aux périodes de faible demande. Elle est subventionnée et produite à coûts fixes, ce qui incite les exploitants à surproduire. Ainsi, les prix de gros de l'électricité en Europe sont tirés à la baisse durant les pics de production EnR, jusqu'à, devenir négatifs.

On assiste à des mises sous cocon de centrales thermiques, qui sont confrontées à des difficultés de rentabilité sur les marchés de l'énergie. Des pays comme la Suisse et la Norvège utilisent ces surplus de l'électricité via le stockage hydraulique. Ils achètent l'électricité lorsque son prix est très bas, la stockent et réservent leurs capacités de production pour la vendre au prix le plus fort aux heures de pointe.

En Allemagne, pays qui avait un objectif (non atteint) de 80 % de produc-



tion d'EnR par l'éolien et le solaire, le prix de l'électricité est très élevé (presque le double du nôtre). Pour financer ces énergies « vertes » la facture d'électricité des Allemands est très fortement taxée, les industriels électro-intensifs bénéficiant quant à eux d'exonérations importantes. Le développement incontrôlé de l'électricité éolienne et solaire n'a pas permis de dimensionner le réseau de transport en conséquence. De ce fait, l'absence d'une capacité de transport suffisante entre le nord et le sud de l'Allemagne provoque des flux qui satureront les interconnexions des pays limitrophes. Le choix de développement tous azimuts des EnR en vue de la fermeture de toutes les centrales nucléaires contraint le pays à relancer la production à partir du lignite, particulièrement polluante et productrice de GES (plus de 60 % de l'électricité est produite par le charbon et le gaz).

SITUATION EN FRANCE

En France, le récent débat sur la loi de transition énergétique a montré que certains courants politiques sont affectés de mimétisme sur le modèle allemand.

Alors que, d'ores et déjà, certains électro-intensifs bénéficient de diverses exonérations de contribution du service public de l'électricité (CSPE) qui représentent un montant total d'environ 1 milliard d'euros, les dernières mesures de la loi TURPE les exonèrent aussi jusqu'à 90 % du tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité. Ce manque à gagner pour financer les investissements sur les réseaux sera

L'électricité d'origine éolienne et photovoltaïque, du fait de leur intermittence (imprévisibilité) met en danger la stabilité du réseau. Le risque étant la panne générale pour toute l'Europe, comme l'ont connue les États-Unis.

pris aux ménages ou aux PME, comme en Allemagne. Parallèlement, la loi Macron s'apprête à leur faire un dernier cadeau : leur octroyer le bénéfice d'un accès privilégié, au coût de revient, à l'hydroélectricité.

Des sommes monstrueuses s'accumulent : le CICE pour 20 milliards, le crédit impôt recherche pour 6 milliards, sans parler des exonérations sociales patronales et de l'exil fiscal (50 à 80 milliards d'euros par an).

Si les entreprises fortement consommatrices d'énergie peuvent bénéficier d'une électricité compétitive et stable, cet avantage ne doit pas pénaliser les autres usagers. Il faut mettre en parallèle les politiques d'emploi, d'investissement sur les moyens de production, de recherche et développement...

“ La création d'une agence européenne de l'énergie permettrait d'associer sécurisation, indépendance et long terme avec des objectifs communs : la réduction des gaz à effet de serre (GES), la recherche, le droit à l'énergie. ”

La libéralisation du secteur a permis la création de nouveaux marchés, tel l'effacement sur les marchés de l'énergie. L'effacement consiste à couper temporairement le fonctionnement des appareils électriques chez un professionnel ou un particulier pendant quelques minutes lors de pics de consommation. Les agrégateurs d'effacement sont rémunérés par une taxe prélevée sur les factures des usagers. Ce système fait pression sur le renouvellement de nouveaux moyens de production dont notre pays a besoin à court terme et organise le concept de la décroissance énergétique. C'est une conception qui consistera à adapter les besoins à la production, à l'opposé du système électrique actuel.

PROPOSITIONS DU PCF

Il est temps d'en finir avec ces politiques de rachat des énergies « vertes » qui n'ont cessé de créer des effets d'aubaine au détriment des consommateurs domestiques.

Il faut plutôt un mix énergétique diversifié, incluant toutes les énergies disponibles, privilégiant celles émettant le moins de CO₂ et prenant en compte le niveau de maturité des différentes technologies avec le triple critère : social, environnemental et économique. Un mix énergétique où différents critères peuvent être privilégiés : compétitivité économique, faibles émissions de CO₂, indépendance énergétique, prévisibilité des coûts et des tarifs, réponse aux besoins... Le modèle français avec son électricité hydraulique est bien placé en termes d'énergie renouvelable.

Une condition *sine qua non* de la réussite d'une transition énergétique ambitieuse est un effort public massif de recherche, devant être mené dans toutes les directions : énergies renouvelables ; nucléaire avec la Génération IV ; projet ITER ; charbon propre et captage de CO₂ ; énergie océanique ; carburant hors carbone ; stockage de l'électricité ; économies d'énergies... Or un récent rapport remis au gouvernement sur les infrastructures énergétiques fait état d'un effort de recherche « au même niveau que celui de 1980 ». Les parlementaires communistes ont, à nouveau, dénoncé la privatisation du secteur énergétique dans le cadre de la loi de transition énergétique. Ils ont demandé, sans succès, l'abrogation de la loi NOME, loi scélérate qui a entre autres obligé EDF à vendre à ses concurrents le quart de sa production d'origine nucléaire. Elle a également mis fin aux tarifs réglementés pour les collectivités et les PME. Enfin, leur demande d'un bilan de la déréglementation du secteur énergétique n'a pas abouti. ■

*VALÉRIE GONCALVES est dirigeante nationale du PCF ; elle est en charge de la commission énergie.

ÉCRIREZ-NOUS À
progressistes@pcf.fr

“ Maîtriser le réchauffement climatique est une impérieuse nécessité, et c'est une bataille politique que le PCF entend bien mener. C'est le sens de la campagne, dont le PCF a pris l'initiative avec trente formations progressistes de toute la planète, lancée en janvier 2015. ”

INDUSTRIE ET ÉNERGIES NOUVELLES RENOUVELABLES

Produire les indispensables appareils pouvant capter l'énergie du soleil et du vent impose de développer une vraie filière industrielle qui manque à la France, avec un effort soutenu pour la formation. Industrie et écologie vont ici de pair.

PAR FABRICE ANGÉI*

Par *transition énergétique* on entend le passage d'un système énergétique qui repose essentiellement sur l'utilisation des énergies fossiles, épuisables et émettrices de gaz à effet de serre (pétrole, gaz, charbon) à un bouquet énergétique donnant la part belle aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique. Cette transition répond à la nécessité de lutter contre le réchauffement climatique. Dans cette lutte, l'Union européenne s'est fixé l'objectif de réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre et d'accroître de 20 % l'efficacité énergétique ainsi que la part des énergies renouvelables d'ici à 2020.

On ne peut penser transition énergétique et énergies renouvelables sans poser le préalable de l'accès pour tous à l'énergie. Sur la planète, 2 milliards d'êtres humains n'ont pas accès à l'électricité et ne disposent que de moyens rudimentaires pour se chauffer; dans notre pays, la précarité énergétique touche 8 millions de personnes. Il va être nécessaire au niveau mondial de produire plus d'énergie pour satisfaire les besoins d'une population de plus en plus nombreuse.

Personne ne remet en cause la nécessité de développer les énergies renouvelables, pour autant il ne s'agit pas là de technologies miracles. Il n'y a

pas de bonnes ou de mauvaises énergies. Pour l'illustrer, la France dispose d'un portefeuille de production électrique et thermique parmi les moins émetteurs de CO₂ de l'Union européenne, avec un parc nucléaire et hydroélectrique couvrant, ensemble, 90 % de la demande.

UN VÉRITABLE GISEMENT D'EMPLOIS

Toutes les activités sont concernées par la transition, et avec elles les emplois. La CGT ne voit pas d'opposition entre écologie et industrie mais de vraies questions à investir : Quel type d'industrie et quelle structuration des filières? Quelle territorialisation et quelle organisation de circuits courts? Quelle responsabilité sociale et environnementale sur les territoires doit s'imposer aux groupes et aux entreprises?

Certaines écoactivités sont des gisements importants d'emplois nouveaux : rénovation thermique, efficacité énergétique, énergies renouvelables, réseaux intelligents, transports propres, économie circulaire, gestion de l'eau, écologie industrielle, biodiversité et génie écologique. Une étude de l'Agence internationale pour l'énergie renouvelable (IRENA [International Renewable Energy Agency]) publiée en 2014 montre que les énergies renouvelables participent à la création d'emplois et à la croissance de l'économie mondiale. En 2013, dans le monde, environ 6,5 millions de personnes étaient directement ou indirectement employées dans l'industrie des énergies renouvelables avec un gain de 800 000 salariés constaté entre 2012 et 2013.

En France, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie a évalué le poids des filières « vertes » en termes d'emplois : 310 260 en 2012, dont 100 000 emplois directs dans le secteur de l'énergie renouvelable. Mais le rythme de croissance se tasse : l'emploi dans les activités

liées au développement des énergies renouvelables baisse de 22 %, notamment du fait que l'éolien et le photovoltaïque sont marqués, pour le premier, par une contestation croissante et, pour le second, par une perte d'attractivité financière. La filière des énergies marines renouvelables (EMR) prend la relève. Le Groupement des industries de constructions et activités navales communiques le chiffre de 55 000 à 80 000 emplois en France à l'horizon 2030. L'éolien offshore, par exemple, a fait l'objet d'appels d'offres pour l'édification de parcs en mer, ce qui exige de disposer d'un outil industriel local, pérenne et pourvoyeur d'emplois.

UNE FILIÈRE INDUSTRIELLE QUI RESTE À CONSTRUIRE

Bien que fort de 10 milliards d'euros de chiffre d'affaires, le tissu industriel en France accuse dix ans de retard sur l'Allemagne dans le domaine des énergies renouvelables. En conséquence, une bonne part des équipements correspondants – éoliennes, chaufferies, panneaux solaires, etc. – est produite outre-Rhin et importée. Si d'aucuns estiment que les entreprises françaises ne disposent pas d'une marge suffisante pour rattraper ce retard sur les technologies matures, le potentiel de développement de l'emploi, y compris industriel, reste important dans leur mise en œuvre. Les sous-traitants (pièces mécaniques et câbles, entre autres) se comptent déjà par centaines. Les projets requièrent ensuite beaucoup de main-d'œuvre locale pour leur implantation (chaufferie bois, biogaz à la ferme, parc éolien...) et leur maintenance.

La CGT se prononce pour développer des filières industrielles des énergies nouvelles renouvelables. Comme dans d'autres domaines, redonner les moyens à la recherche peut nous permettre de faire sauter des verrous technologiques et de changer de paradigme (stockage massif de l'électricité, autonomie des batteries, etc.). Les technologies du renouvelable offrent, à côté de projets de grande envergure (hydroélectricité, éolien,

Que ce soit dans le domaine du solaire thermique et photovoltaïque, de la rénovation des logements, de la fabrication et installation de pompes à chaleur, de systèmes de ventilation, de chauffage... la transition énergétique est un véritable gisement d'emplois.





offshore), des gammes de solutions énergétiques variées et modulaires, qui répondent précisément aux exigences nouvelles d'efficacité énergétique et d'innocuité qui marquent ce début de XXI^e siècle.

C'est dans les domaines des énergies renouvelables et de l'efficacité économique qu'il y a incontestablement des filières nouvelles à créer et qu'il faut aller chercher les perspectives d'emploi les plus solides. Ajoutons-y le secteur des réseaux, puisqu'il faut adapter ceux-ci à l'arrivée massive de sources d'électricité intermittentes – venues de milliers de petits producteurs diffus – en insérant des systèmes de stockage et de pilotage à la demande.

L'ENJEU DE LA FORMATION

L'un des facteurs de croissance de l'emploi demeure le développement des compétences techniques. L'IRENA estime que des pénuries de compétences créent déjà des goulets d'étranglement dans le déploiement des énergies renouvelables dans certains pays. Il ne s'agit pas dans ces secteurs de développer des métiers peu qualifiés et précaires mais de véritables métiers nécessitant des formations et des qualifications spécifiques.

L'emploi lié aux énergies renouvelables a été façonné par les changements régionaux, les réalignements industriels, la concurrence du marché, les technologies et les procédés de fabrication. Il apparaît d'ores et déjà nécessaire de sécuriser le potentiel industriel existant, en liaison avec l'anticipation de nouveaux besoins. Il est aussi urgent d'assurer la transition des savoirs et des savoir-faire et d'engager les évolutions des métiers et des modes de production. La structure de l'emploi et le chômage des seniors privent une grande partie des entreprises industrielles de leur savoir-faire. De la même façon, le sort réservé aux jeunes générations – bien souvent précarisées, et qui ne sont pas de manière permanente

dans l'entreprise – contribue à cette absence de transmission du savoir, donc des métiers.

Les territoires sont également impactés, notamment au regard des enjeux autour de l'industrie, de l'emploi, des conversions de site et de bassin. Pour la CGT, il s'agit d'améliorer l'expertise et la connaissance des évolutions prévisibles – comme des besoins insatisfaits par filière – et d'engager cette réflexion dans une logique territoriale de proximité. Dans le même ordre d'idées, la GPEC (gestion prévisionnelle des emplois et des compétences) doit devenir un outil de gestion prévisionnelle des stratégies d'entreprise en ouvrant une véritable prospection sur les besoins de compétences, et donc les formations à mettre en place en amont. Tout cela implique d'ouvrir

Les éoliennes sont de véritables ouvrages d'art : béton, acier, rotors avec des aimants gigantesques nécessitant des métaux rares. Les pales sont assemblées dans des usines puis transportées par camion jusqu'au site d'exploitation. La dimension industrielle est une réalité.

“ Le tissu industriel en France accuse dix ans de retard sur l'Allemagne dans le domaine des énergies renouvelables. Une bonne part des équipements correspondants – éoliennes, chaufferies, panneaux solaires, etc. – est produite outre-Rhin et importée. ”

un véritable dialogue social en territoire pour obtenir des droits nouveaux pour les salariés et nourrir efficacement les volets formation professionnelle des contrats de plan État-régions.

C'est cette démarche que nous avons conduite en Bretagne autour du parc éolien en mer de la baie de Saint-Brieuc pour faire émerger dans la région une véritable filière industrielle, scientifique et énergétique autour de l'exploitation de ces énergies marines qui permettent de générer des retombés économiques et sociales importantes.

POUR DES POLITIQUES PUBLIQUES À LA HAUTEUR

Les énergies renouvelables dans un environnement libéral et de dérégulation offrent des opportunités spé-

culatives. Chacun a en mémoire les déboires qu'ont subis nombre de propriétaires séduits par le mirage de l'équipement en panneaux photovoltaïques. C'est ainsi que les aides de l'État, principalement sous forme de crédit d'impôt, ne favorisent de fait que les plus aisés. Qui, parmi les particuliers, peut aujourd'hui entreprendre pour son logement les travaux d'efficacité énergétique, qui sont pourtant un secteur d'avenir pour la création de filières industrielles et d'emplois ?

À une tout autre échelle, la non-consommation d'énergie devient un acte monnayable en espèces sonnantes et trébuchantes ou moyen de titres négociables sur une Bourse dédiée, à la manière des quotas de CO₂. Acheter des kilowattheures, vendre une non-consommation comme on achète ou on vend des actions, voilà à quoi se réduit la transition énergétique en l'absence de maîtrise publique, démocratique, des financements, de transparence et de contrôle.

Les aides et financements publics doivent être conditionnés à des critères sociaux et environnementaux ainsi qu'à la responsabilité sociale des entreprises. Pour être véritablement la banque de la transition énergétique, la Banque publique d'investissement (BPI) doit prendre en compte, comme le précise la loi, les enjeux environnementaux, sociaux, d'égalité professionnelle, d'équilibre dans l'aménagement économique des territoires à l'appui de son engagement. Il importe également de mettre en place son comité de responsabilisation sociale et environnementale indépendant comme appui à son conseil d'administration. Ce qui doit pousser la logique de la BPI vers un véritable pôle financier public.

L'énergie est un secteur stratégique : l'appropriation sociale *via* un pôle public de l'énergie, structure juridique et administrative indépendante, visant à renforcer la mise en cohérence du secteur, est indispensable. ■

*FABRICE ANGÉL est membre du bureau confédéral de la CGT.

ADEME : LE SCÉNARIO AUX PIEDS D'ARGILE

Alors que l'Allemagne reconnaît officiellement son échec avec une production d'électricité à partir d'énergies renouvelables intermittentes de seulement 15 %, que doit-on penser du rapport de l'ADEME voulant porter ce chiffre à 80 % pour la France ?

PAR JEAN-CLAUDE CAUVIN*

UN PLAN « COM » PARFAITEMENT ORGANISÉ

Depuis plusieurs mois, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) annonçait un important rapport : « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 », qui devait être présenté lors d'un colloque sur « les énergies renouvelables dans le mix électrique français » organisé les 14 et 15 avril 2015. Le 4 avril, le journal *le Monde* révélait que sa parution était reportée, mais le 8 avril des « fuites » très opportunes permettaient sa publication par Médiapart.

L'« affaire » était entendue ! Sans trop se préoccuper de ce que disait cette étude, dans la course à l'émotion médiatique, la presse annonçait : « En 2050, la France pourrait avoir une électricité 100 % fournie par les énergies renouvelables et se passer du nucléaire. La preuve : on voulait cacher ce rapport. » Bien entendu, les lobbies antinucléaires s'emparaient de cette « information » et en assuraient la gestion politique.

MAIS QUE DIT RÉELLEMENT CETTE ÉTUDE ?

Elle consiste en un exercice d'école purement théorique qui imagine un mix électrique 100 % renouvelable à l'horizon 2050 et multiplie les scénarios envisageables, avançant pour y parvenir des hypothèses plus ou moins crédibles. Ces projections « théoriques » sont toutes construites avec une forte contribution des énergies intermittentes (photovoltaïque et éolien).

Pour résoudre cette question, alors que « la question du stockage à grande échelle de l'énergie électrique n'est pas résolue »¹, la solution de l'ADEME consiste :

– à se reposer sur des pistes pour stocker l'énergie, pistes qui sont encore loin d'être assurées à des coûts accessibles ;



Objectif 100 % d'électricité renouvelable : la France peut-elle vraiment réussir là où l'Allemagne a échoué ?

– à piloter la demande en fonction de la production, les compagnies d'électricité commandant *via* le compteur « intelligent » des effacements de vos appareils électriques. Orwell n'est pas loin !

Rien d'étonnant à ce que le rapport nous invite à prendre avec précaution ces résultats, « car rien ne garantit l'adéquation, à chaque instant, entre production et demande », y lit-on.

Difficile de résumer en quelques lignes un document technique de 119 pages qui aligne à l'envi tout autant de figures. Aussi nous limiterons-nous, dans le cadre de cet article, à analyser deux questions clés de ce rapport : le scénario de référence et les estimations de coût.

LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Il est fondé sur une consommation électrique nationale ramenée en 2050 à 422 TWh et se répartissant entre l'éolien (63 %), le solaire (17 %), l'hydraulique (13 %) et le thermique (7 %). Les 422 TWh sont à mettre en regard de la consommation actuelle, qui est de 478,4 TWh², et d'une prévision de croissance démographique de 10 %. À cela il faut ajouter que nous ne pouvons nous accommoder d'une situation de crise qui se traduit par des coupures d'électricité pour des centaines de milliers de foyers et par la casse de l'outil industriel national. Enfin, la recherche d'économie d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ passe par une utilisation plus importante de l'électricité avec, par exemple, le développement

de la voiture électrique, des transports en commun ou des pompes à chaleur, sans compter les nouvelles technologies. On comprend mieux pourquoi le rapport souligne pudiquement que « ces hypothèses sont ambitieuses en termes d'efficacité énergétique »... Elles sont tout simplement irréalistes.

Dans cette configuration, 63 % de l'électricité seraient donc d'origine éolienne, soit plus de 300 TWh par an. Lorsqu'on sait que la part de l'éolien dans la production actuelle est de 17 TWh (3,1 % de la production³, il faudrait multiplier par 18 cette production ou, dit autrement, installer 100 000 éoliennes de 2 MW. En moyenne, plus de 1 000 par département ! Le même constat peut être fait pour la production photovoltaïque prévue, qui nécessiterait de multiplier par 12 les surfaces actuelles. Comment ignorer les résistances sociales que peuvent engendrer de telles installations ?

ET TOUT CELA À QUEL PRIX ?

Levons tout ce suite un contresens colporté par la mouvance antinucléaire et que n'a pas manqué d'alimenter une presse à la recherche de sensationnel. Le rapport en ferait la démonstration : « [...] le nucléaire n'est plus compétitif face aux renouvelables. » Or à aucun moment cette étude n'aborde la question des coûts de production des diverses filières. Sur ce point, l'analyse des chiffres fournis par la Commission de régulation de l'énergie et la Cours des

comptes permet d'affirmer que le coût de production le plus faible est, de loin, celui de l'énergie hydraulique. Vient ensuite le nucléaire (54,4 €/MWh) puis l'éolien terrestre, qui se rapproche de la compétitivité, alors que le mégawattheure produit par les futures éoliennes offshore est estimé à plus de 220 €. L'énergie solaire photovoltaïque reste l'une des plus chères à produire (jusqu'à 370 €/MWh pour les petites installations)*.

L'étude de l'ADEME se contente d'examiner l'évolution des coûts globaux en fonction du taux de pénétration des EnR dans le mix électrique : actuel (20 % EnR) = 91 €/MWh ; scénario 100 % EnR = 119 €/MWh ; scénario 40 % EnR = 117 €/MWh. De plus, ces chiffres sont à accompagner de sérieuses réserves :

1. Ces résultats sont obtenus à partir d'hypothèses d'avancées technologiques et de baisse des coûts (en particulier sur le stockage), qui sont non explicitées et pour le moins optimistes.

2. « *La maîtrise de la demande est un élément clef pour limiter le coût du scénario 100 %* » (paragraphe 5.5, p. 84). L'étude montre en effet que tout dépassement des 422 TWh de référence entraîne rapidement une augmentation rédhitoire de la fourniture.

3. Alors qu'une augmentation du taux de pénétration des énergies intermittentes va entraîner des investissements de plus en plus importants pour développer et stabiliser le réseau, il est assez surprenant de voir que « *l'évolution du réseau de répartition n'a pas été prise en compte* » (paragraphe 5.1.1, p. 70) dans cette estimation des coûts.

TOUT ÇA POUR ÇA ?

C'est sans doute pour cela que les conclusions du rapport précisent que « *de nombreuses pistes, en lien avec l'analyse des paramètres les plus à même d'abaisser les coûts ou bien avec l'exploration de contraintes non prises en compte à ce jour dans la modélisation, restent aujourd'hui à explorer. Plus précisément, dans les mois à venir, de nouveaux cas d'études pourront être considérés, dans le but de répondre aux questions [que l'étude soulève]* ».

Alors pourquoi autant de bruit autour d'un tel rapport qui n'apporte aucun élément franchement nouveau ? Serait-ce pour relancer une campagne pour la sortie du nucléaire ? Ou bien pour justifier de nouveaux financements pour l'ADEME et ses partenaires ? À moins que ce soit les deux à la fois... ■

*JEAN-CLAUDE CAUVIN est ingénieur de l'École centrale de Paris.

1. Académie des sciences, « Avis sur la transition énergétique », adopté à l'unanimité en assemblée plénière le 6 janvier 2015.

2. « Bilan électrique 2014 », RTE.

3. « Bilan électrique 2014 », RTE.

4. Luc Foulquier et Jean-Claude Cauvin, « L'énergie, les chiffres et l'idéologie », in *la Pensée*, n° 380.

ÉNERGIE : ENTRE ILLUSIONS, INTENTIONS ET RÉALITÉ

Réchauffement climatique, épuisement des ressources, droit à l'énergie et réalité des besoins : quels choix se posent pour l'avenir énergétique de l'humanité ? Une équation mêlant réalités techniques et enjeux politiques.

PAR CLAUDE AUFORT*



95%
c'est, d'après le GIEC, le degré de certitude que les activités humaines et les émissions de gaz à effet de serre sont responsables du changement climatique.

L'énergie est le « sang » nécessaire au développement des sociétés. Dans les pays industrialisés, elle est incontestablement le socle sur lequel repose le fonctionnement du système technique. Le besoin d'énergie se heurte à des aspects contradictoires de la réalité. Les organisations humaines se développent dans un monde fini, notamment du point de vue des ressources fossiles, les besoins urgents en énergie doivent prendre en compte des contraintes inédites et des risques mal acceptés. Les hommes ont-ils les moyens de sortir de cet étau énergétique ?

DEUX ASPECTS CONTRADICTOIRES DE LA RÉALITÉ MONDIALE

D'une part, les conclusions du GIEC affirment avec 95 % de certitude que les activités humaines et les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont responsables du changement climatique. Les pays signataires du protocole de Kyoto se sont engagés en 1997 à réduire les émissions de GES pour limiter à 2 °C la hausse de la température moyenne du globe d'ici à 2050 ; au-delà de cette valeur, les impacts sur l'environnement et nos sociétés seraient dramatiques et irréversibles. Cet engagement

implique que les pays développés divisent par 4 leurs émissions de GES, en s'engageant dans une stratégie de sortie des énergies fossiles.

D'autre part, la demande énergétique mondiale ne peut qu'augmenter. L'évolution de la démographie mondiale, la résorption des inégalités énergétiques, l'accès à l'eau douce et à Internet pour tous les peuples, la modification des modes de production pour ne pas aggraver les déséquilibres écologiques terrestres exigeront beaucoup d'énergie. D'ici à 2050, nous devons au moins doubler la production d'énergie primaire sur la Terre.

Pour affronter cette contradiction qui menace toutes les organisations humaines, de nombreux scénarios sont étudiés, parfois mis en œuvre. Ils adoptent comme hypothèse l'une des deux perspectives politiques suivantes :

– accélérer une transition vers un système énergétique indépendant, efficace et fondé sur 100 % d'énergies renouvelables à terme (c'est le cas de la stratégie allemande) ;

– utiliser toute la diversité énergétique en permettant à chaque peuple de déterminer les choix indispensables qui répondent à ses besoins. Examinons ces deux perspectives en débat en allant à l'essentiel¹, et en ►

► ayant conscience qu'il s'agit de choix vitaux pour l'avenir de nos petits-enfants.

LE PARADOXE, LES ILLUSIONS ET LA RÉALITÉ TECHNIQUE

Un premier paradoxe s'impose pour ce qui concerne l'énergie. Le flux solaire qui tombe sur la Terre fournit annuellement une quantité d'énergie environ 10 000 fois supérieure à la consommation mondiale. La vie sur Terre dépend de ce flux. Le centre de la Terre est aussi une source inépuisable d'énergie sous forme de chaleur. En plus de l'abondance d'énergie naturelle, Einstein² nous a montré que toute matière est en soi une source d'énergie potentielle. Dans l'absolu l'énergie est une ressource inépuisable.

Or, historiquement, les hommes ont toujours manqué d'énergie. Pourquoi? Pour produire une énergie domestiquée utilisable par les hommes, il faut *convertir* les sources d'énergie naturelle dans la forme d'énergie souhaitée. Il faut donc que le développement scientifique et technologique invente et exploite des *convertisseurs*, c'est-à-dire des dispositifs, des techniques et des savoir-faire humains qui assurent le passage d'une forme d'énergie à une autre. L'histoire authentique de l'énergie est celle des convertisseurs.

QUATRE SOURCES NATURELLES D'ÉNERGIE

Les énergies de flux (solaire direct, vent, vagues, courants marins...) utilisent des phénomènes physiques qui ne produisent pas de GES. Leur principal avantage est leur renouvellement permanent, d'où leur appellation d'énergies renouvelables (EnR). Mais, elles sont diffuses et cycliques, voire intermittentes. Alors que pour passer des énergies denses aux énergies diffuses il suffit de laisser faire la nature, le passage inverse impose à l'homme de faire tout le travail de concentration que la nature n'a pas fait. Et ce passage contre nature a un coût économique important. Par exemple, dans le domaine de la production d'électricité, le coût du mégawatt-heure nucléaire est compris entre 50 et 80 €, celui du gaz entre 80 et 120 €, celui de l'éolien *on shore* 90 et 160 € (supérieur à 180 € pour l'éo-



Le flux solaire qui atteint la Terre fournit annuellement une quantité d'énergie environ 10 000 fois supérieure à la consommation mondiale. Or, historiquement, les hommes ont toujours manqué d'énergie. Pourquoi?

lien *off shore*), celui du photovoltaïque supérieur à 280 €. Par ailleurs, en l'absence de résultat dans la recherche relative au stockage de l'électricité ou de la réalisation de très nombreuses STEP³ là où cela est possible et accepté, leur caractère intermittent sera un obstacle important à leur développement.

À la surface de la Terre, la biomasse, l'hydraulique et la géothermie sont tout à la fois plus denses, beaucoup plus régulières et se renouvellent à une vitesse moyenne. Elles sont considérées comme des EnR. La place qu'on leur accordera dans le futur dépend de l'effort de recherche qui leur sera consacré et de leur acceptabilité par les populations.

Enfin, deux types de source sont issus de l'écorce terrestre.

“ Ces choix sont l'affaire de chaque peuple, qui doit les déterminer à partir de sa réalité géographique, scientifique et technologique, géopolitique, économique, sociale et culturelle. ”

Les plus importantes actuellement (80 % de l'énergie primaire mondiale) sont celles produites par la combustion des hydrocarbures (charbon, pétrole et gaz). Elles sont denses : 1 kg de gaz naturel produit environ 16 kWh, 12 kWh pour 1 kg de pétrole et entre 4 et 8 kWh pour 1 kg de charbon. Elles sont transportables et stockables, mais dans des limites qui ne dépassent pas quelques mois de consommation. Elles ne sont pas renouvelables.

Elles sont toutes, à des degrés divers, émettrices de 82 % des GES, le plus important étant le CO₂ qui est engen-

dré par le processus physique utilisé : la combustion. Le charbon, la ressource la mieux répartie sur la Terre, la plus abondante du point de vue des réserves, la plus polluante, est le combustible n° 1 de la planète. Face aux besoins, son utilisation ne fait que croître. Notre avenir dépend donc de deux possibilités : trouver une autre source naturelle capable de le remplacer et/ou engager l'effort de recherche pour réaliser le stockage et la séquestration du CO₂ émis lors de sa combustion. Nous savons déjà que cette seconde solution sera coûteuse et qu'elle pose des problèmes financiers, de connaissances fondamentales et d'éthique. La quatrième source d'énergie naturelle, celle contenue dans le noyau atomique, est environ 1 million de fois supérieure à celles des énergies fossiles (avec la technologie des surgénérateurs). Cette densité énergétique permet des stockages pouvant couvrir plusieurs années de consommation électrique, et la quantité d'énergie évaluée qu'elles représentent permet de reculer les risques d'épuisement de un millénaire. Le retour d'expérience français montre qu'elles sont maîtrisables. Les processus physiques utilisés ne sont pas producteurs de GES.

Toutefois, deux conditions sont nécessaires pour que tous les avantages de cette source naturelle soient crédibles. L'effort de recherche technologique sur la génération IV des réacteurs de fission (notamment les surgénérateurs) doit être renforcé pour le court terme, comme celui sur la fusion pour le plus long terme. Leur développement dépend de leur acceptabilité par la société compte tenu des risques d'accidents graves déjà survenus.

LES CONVERTISSEURS ET LE CAS PARTICULIER DE L'ÉLECTRICITÉ

Un constat s'impose : c'est une chaîne de *convertisseurs* qui « crée » la source, et non l'inverse. Elle lui assure en même temps un débouché. Sans elle, la source la plus fabuleuse peut rester sans emploi (c'est actuellement le cas de l'énergie nucléaire de fusion : le convertisseur en énergie électrique n'est pas encore opérationnel), tandis qu'un besoin vital peut demeurer insatisfait.



Il convient d'accorder une attention particulière à une des énergies domestiquées utilisées : l'électricité. Elle représente la forme d'énergie la plus efficace, la plus pratique, la plus écologique du point de vue de son transport et de son utilisation. En plus de ses utilisations énergétiques, elle est aujourd'hui indispensable dans les domaines essentiels de l'information et de la communication (Internet, téléphone...). Déjà très utilisée dans les transports collectifs, elle a sans

Les peuples doivent avoir le droit de choisir.

“ La politique doit prendre un nouveau visage, celui de la solidarité, de la coopération et de la démocratie dans une coconstruction permanente. ”

doute un avenir prometteur pour les voitures individuelles, sous réserve d'un effort de recherche technologique soutenu. Le deuxième principe de la thermodynamique¹ entraîne un rendement faible du processus de transformation contre nature d'une énergie thermique en énergie mécanique utilisée pour produire l'électricité. La perte qui s'ensuit ne peut être réduite que par un effort de recherche très important en direction des matériaux résistant à des températures élevées (en application du principe de Carnot).

L'effort de recherche dans tous les domaines est essentiel, nécessaire mais pas suffisant pour desserrer l'étau énergétique dans lequel nous nous trouvons. Si la technique ne peut pas s'imposer sur une quelconque volonté politique, elle peut en élargir les champs d'action.

La réalité scientifique et technique ne nous laisse pas sans moyens ni sans espoir pour le présent et le futur. Qu'en est-il de la réalité politique ?

LES FAITS, LES INTENTIONS... ET LA RÉALITÉ POLITIQUE

Compte tenu de ce qui précède, pour disposer de l'énergie là où on en a besoin, au bon moment et corres-

pondant à l'usage que l'on veut en faire, les choix sont multiples. Ils dépendent de la source naturelle utilisée en fonction de sa densité, de ses possibilités de stockage, de sa disponibilité, de sa régularité, de son caractère renouvelable ou non et de ses émissions toxiques (GES et autres). Ces choix sont l'affaire de chaque peuple, qui doit les déterminer à partir de sa réalité géographique, scientifique et technologique, géopolitique, économique, sociale et culturelle. Mais l'enjeu de sortie des combustibles fossiles liée à la limite acceptable du réchauffement climatique impose la nécessité d'une mutation dont on mesure mal les conséquences dans tous les domaines de la vie. L'action des femmes et des hommes, la politique, doit prendre un nouveau visage, celui de la solidarité, de la coopération et de la démocratie dans une coconstruction permanente qui définira pour chaque peuple les choix technologiques économiques et sociaux qui le feront avancer dans le respect des équilibres naturels de la Terre. Dans cette perspective, la capacité de régulation des marchés et le rôle des États face à la recherche de compétitivité par les grands groupes multinationaux de l'énergie interrogent. Plusieurs aspects de la réalité mondiale, européenne et nationale, traités dans le présent numéro de la revue, montrent des constats accablants.

CONCLUSION

Pour la première fois dans l'histoire, nous avons inventé et introduit des moyens qui peuvent mettre en cause les équilibres humains et terrestres. Nous fabriquons des corps que la nature n'a pas sélectionnés, nous mettons en cause les équilibres écologiques, le nucléaire peut faire disparaître la vie. Nous ne pouvons plus considérer aujourd'hui que les actions humaines, scientifiques et techniques d'un côté, politiques de l'autre, sont indépendantes.

Nous avons manifestement commencé à transporter *l'imprévisibilité* propre aux « affaires des hommes » dans le domaine même que nous pensions régi seulement par le caractère inaltérable des lois de la nature. Hannah Arendt⁵ considère que nous captions aujourd'hui la nature dans

le monde humain. Les domaines de l'histoire des hommes et de la nature s'interpénètrent maintenant. La politique étant inhérente à la diversité humaine et à son renouvellement permanent, le problème qui nous est posé est de prendre en compte ce changement anthropologique en inventant de nouveaux rapports entre la nature et les affaires humaines. C'est un changement de civilisation. La concurrence, la compétitivité, le marché, le pouvoir d'une élite ne sont plus des évidences synonymes de progrès. La solidarité, la coopération, la démocratie et le sens des responsabilités individuelles et collectives sont devenus des exigences pour chaque individu sur la Terre. Ces considérations essaient de mettre en évidence la nécessité d'une réflexion fondamentale sur la nature, la culture et les potentialités intrinsèques de la politique qui n'a jamais auparavant révélé aussi ouvertement sa grandeur et ses dangers. ■

***CLAUDE AUFORT** est chercheur, ancien administrateur du CEA.

1. L'auteur de ce texte veut simplement éclairer quelques repères d'une analyse plus complexe qui permettra au lecteur d'accéder à la compréhension de la nature des choses mieux expliquée dans la bibliographie suivante :

– Association Sauvons le climat, *Éléments pour une politique raisonnée de l'énergie*, « Les fiches du conseil scientifique », 2014.

– Paul Mathis, *l'Énergie, moteur du progrès ?*, éditions Quæ, 2014.

– André Lebeau, *les Horizons terrestres*, Gallimard, 2011.

– Jean-Marc Jancovici, *Changer le monde*, Calman-Lévy, 2011.

2. Albert Einstein a précisé la relation qui existe entre la masse et l'énergie d'un corps : $E = \Delta mc^2$ (Δm est la variation de masse et c est la vitesse de la lumière).

3. Il s'agit de stations de pompage capables de délivrer des puissances de plusieurs milliers de mégawatts grâce à l'eau retenue dans des réservoirs et déversée au moment voulu sur des turbines. Le barrage de Grand'Maison, dans l'Isère, a cette fonction.

4. C'est l'entropie (état de désordre) qui réduit d'environ deux tiers l'énergie électrique produite à partir de l'énergie thermique disponible. Cette loi de la nature a été découverte au XIX^e siècle par Sadi Carnot. Rudolf Clausius et Ludwig Boltzmann en ont élaboré ensuite la connaissance théorique.

5. Hannah Arendt, *Condition de l'homme moderne*, 1958, et *la Crise de la culture*, 1961.

FERMETURE DES ATELIÈRES, EX-LEJABY : LES BANQUES PLUS FORTES QUE LA RÉPUBLIQUE

La liquidation judiciaire de la SCIC Les Ateliers a été prononcée le 17 février 2015 par le tribunal de commerce de Lyon. C'est la fin d'une belle aventure portée par d'anciennes ouvrières de Lejaby, déjà victimes d'une restructuration en 2012. Malgré un chiffre d'affaires de 230 000 € en 2014, leur fonds propres sont épuisés. Impayés importants, contexte économique morose ont eu raison de l'atelier de fabrication française de corseterie de 30 salariées. Mais pas seulement. Deux banques s'opposent à la proposition de grandes entreprises, soutenues par le préfet du Rhône, de concourir aux 585 000 € du fonds de revitalisation nécessaire pour que la coopérative continue à produire. Rien à attendre non plus de la BPI (Banque publique d'investissement), le projet de la coopérative ne rentrant pas dans ses critères. On est loin du soutien au *made in France* tant vanté par le gouvernement.

Muriel Pernin, présidente fondatrice de l'entreprise, ne décolère pas : « Dans notre pays, les banques sont plus fortes que la République [...]. Avec notre argent, elles exécutent chaque jour des dizaines de PME, et aujourd'hui ce sont Les Ateliers qui montent à la guillotine. »



MOBILISATION EN ALGÉRIE CONTRE L'EXPLOITATION DU GAZ DE SCHISTE

Le 24 février 2015, date anniversaire de la nationalisation des hydrocarbures en Algérie (en 1971), un *sitting* était organisé sur la place du 1^{er}-Mai à Alger en solidarité avec les populations des provinces sahariennes. Des forages expérimentaux y sont réalisés par la compagnie publique Sonatrach, épaulée par des partenaires étrangers. Avec ces forages, l'Algérie, 4^e réserve mondiale de gaz de schiste « récupérable », espère compenser la baisse du cours du pétrole.

La population est fortement mobilisée contre l'exploitation de cette ressource, dans ce pays où manifester reste interdit.

Apple croque ses sous-traitants



Plus de marges. Plus de bénéfices. Plus de pressions sur les sous-traitants. Malgré les scandales à répétition révélés dans la presse (suicides, accidents de travail dramatiques...), Apple continue d'exercer une pression infernale sur ses sous-traitants. 1,5 millions d'ouvriers continuent ainsi de subir salaires indécentes, heures supplémentaires forcées, complémentaires santé non payées...

50 % d'entre eux doivent effectuer 90 heures par semaine, chacune de ces heures rapportant de 2,10 à 2,60 € aux sous-traitants. Pendant ce temps, 178 milliards de dollars seraient « placés » par Apple dans les îles Vierges britanniques.

Leclerc et le numérique

Michel-Édouard Leclerc, P-DG de l'enseigne qui porte son nom, a annoncé, mercredi 15 avril, 1 milliard d'euros d'investissement en trois ans dans le numérique ainsi que la création de 10 000 emplois. « Ce ne sera pas forcément les emplois qu'on avait avant », annonce M. Leclerc, et d'affirmer que ce sont 10 000 créations d'emplois « nettes ». « Même moi, ça m'effraie un

peu », commente le dirigeant. L'enjeu pour le groupe est de développer ses ventes en ligne. « Avec Internet, nous réalisons 2 milliards d'euros de chiffre d'affaires alors que le chiffre d'affaires global réalisé sous l'enseigne Leclerc est de 44 milliards d'euros », détaille M. Leclerc. « Ce n'est pas encore majoritaire, mais on n'existait pas il y a cinq ans sur Internet. Ça va vite. »

BILLET D'HUMEUR D'IVAN

JEUNES DOCTEURS : LE CHÔMAGE OU L'EXIL

Malade, M^{me} Fioraso s'en est allée, souhaitons lui la guérison la plus complète qui soit. Les problèmes, eux, restent. Ainsi, *Libération* du 30 janvier 2014, sous la plume de Sylvestre Huet, relève que la précarité organisée des jeunes chercheurs est un problème grave, non seulement pour ces jeunes à titre individuel, mais aussi pour les laboratoires et la recherche française en particulier. L'article cite les cas de trois jeunes docteurs qui, après des CDD, sont obligés soit de s'expatrier, comme Laurent W. en Allemagne, sur des postes précaires eux aussi, soit de changer complètement de travail, à l'instar de François G. qui, bien qu'ayant obtenu un prix prestigieux en cosmochimie, se retrouve aujourd'hui au chômage et doit se réorienter. En effet, le libéralisme à tous crins de ce gouvernement, prolongeant et renforçant celui de Sarkozy, est en train de déstructurer la recherche française à coups de précarité des jeunes chercheurs. Une enquête du monde signalée dans ce même article note que « Selon une enquête réalisée en mai et juin 2014 par l'Association pour l'emploi des cadres (APEC), seuls 56 % étaient en poste un an après leur thèse. Soit 7 points de moins que l'ensemble des bac + 5 et 6 points de moins qu'en 2012 ».

Un esprit mal intentionné, et il n'en manque pas, pourrait penser que ces gouvernements n'ont de cesse de casser tout ce qui pourrait être pérenne au nom d'une *compétitivité* mal comprise qui conduit à privilégier l'innovation sur la recherche pour faire du profit à court terme, car, comme le disait si bien Keynes quand on lui posait la question du long terme, « à long terme je serai mort »! ■

IVAN LAVALLÉE



De g. à d., Catherine Bréchnac, Jean-Pierre Kahane, Florence Greffe, Pierre Laurent.

Pierre Laurent invité à l'Académie des sciences !

Pierre Laurent, secrétaire national du Parti communiste français, a été reçu le 8 avril par M^{me} Catherine Bréchnac secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, qui l'a invité à déjeuner. Sur la photo, prise dans la salle des archives de l'Académie des sciences, Catherine Bréchnac; Jean Pierre Kahane, mathé-

maticien, académicien; Florence Greffe directrice honoraire des archives; Pierre Laurent. L'entrevue a donné lieu à un échange constructif sur le rôle majeur des sciences et des techniques dans le développement des sociétés et sur les perspectives de libération humaine que cela permet d'envisager.

C'est officiel : réduire le temps de travail fait baisser le chômage

Le rapport d'une commission d'enquête parlementaire¹ présenté le 16 décembre à la presse montre que la réduction du temps de travail entrée en vigueur en 2000 a réellement entraîné des créations d'emplois en France. En cinq ans, les « 35 heures » ont permis la création de 2 millions d'emplois (350 000 créations « nettes » si l'on prend en compte les emplois disparus dans la même période), réduisant donc le taux de chômage dans toutes les catégories.

Pourtant, depuis leur mise en place, elles sont accusées de tous les maux. La commission d'enquête parlementaire remet les choses au clair : le pas-

sage aux 35 heures n'a eu d'effets négatifs ni sur la compétitivité de notre pays ni sur sa productivité. Au contraire, cette réforme a même permis d'augmenter le nombre global d'heures travaillées en France.

Selon l'Organisation internationale du travail, on est passé de 11,8 % de chômeurs en 1997 à 8,8 % en 2001, alors même que la population active passait de 25,5 millions à 26 millions. Autant de nouveaux cotisants et d'indemnités chômage en moins à financer pour l'État.

1. Instaurée à l'unanimité et présidée par le député UDI Thierry Benoit; la socialiste Barbara Romagnan en était la rapporteure.

Recul du climato-scepticisme aux États-Unis

50 % des citoyens états-unis, contre 87 % des scientifiques, admettent désormais l'idée d'une corrélation entre émissions de gaz à effet de serre et changement climatique. Cette différence de perception entre population et scientifiques aux États-Unis est marquée sur de nombreux autres thèmes.

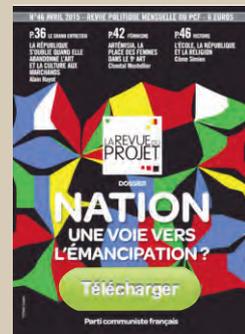
C'est ce que révèle une enquête du Pew Research Center, qui a posé des questions identiques, d'un côté, à un panel représentatif de la population et, de l'autre, à des membres de l'Association américaine pour l'avancement des sciences (AAAS). Les résultats sont consultables en ligne.

CONTRIBUTION AU DÉBAT

Documents téléchargeables sur le site PCF, pour la version papier (payante) téléphonez au 01 40 40 11 59 ou écrivez à : jyoudom@pcf.fr



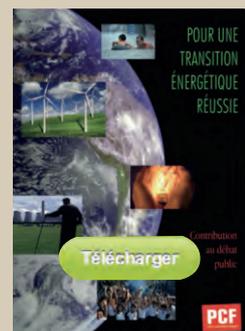
Économie et politique
« Grèce/BCE alternatives »



La Revue du projet n° 46
« La Nation... »



L'eau : un besoin,
un droit, un combat



Pour une transition
énergétique réussie

■ ÉNERGIE

Une ressource énergétique vitale encore inexploitée : les réacteurs à sels fondus en cycle thorium

Un défi pour l'avenir de l'humanité : produire de l'énergie de manière massive sans épuiser les ressources ni dégrader les écosystèmes naturels.

PAR JEAN-PIERRE DEMAILLY*

L'utilisation croissante et non contrôlée des combustibles fossiles depuis la révolution industrielle met aujourd'hui les sociétés humaines face à des enjeux et à des périls considérables. Les ressources naturelles sont en effet limitées : de l'ordre d'un siècle pour les ressources conventionnelles de pétrole, quelques siècles pour le charbon, sous réserve que la consommation mondiale ne s'emballe pas. En même temps, pour se nourrir, l'humanité prélève déjà dans les écosystèmes terrestres et marins beaucoup plus que la nature ne peut régénérer – certains experts chiffrent aujourd'hui ce taux à quelque 160 %.

Dans les pays développés, la production de nourriture est tributaire d'une agriculture intensive fortement consommatrice d'énergie. Outre la dégradation de l'environnement et le réchauffement climatique désastreux susceptible d'être entraîné par des émissions accrues de dioxyde de carbone, l'humanité pourrait ainsi être confrontée dès le milieu du XXI^e siècle à de graves pénuries alimentaires. Il sera bien entendu crucial de mieux contrôler la croissance démographique et d'accroître l'efficacité énergétique, en adoptant si nécessaire des modes de vie plus frugaux et moins énergivores.

Mais quels que soient les efforts consentis, et hors scénarios de décroissance très improbables,

il semble acquis que les besoins globaux de l'humanité iront croissant et seront loin de pouvoir être couverts par les énergies dites renouvelables – énergies solaire, éolienne, hydrolienne, géothermie²; celles-ci peuvent d'ailleurs elles-mêmes engendrer de sérieuses nuisances environnementales du fait de leur caractère dilué. En l'état actuel de la science, la seule source d'énergie massivement disponible, et ayant un impact théorique minimal sur l'environnement, est l'énergie nucléaire.

Nous voudrions plaider ici la cause d'une technologie révolutionnaire, en développement au CNRS : le MSFR « Génération IV » : durabilité des ressources, impact environnemental très faible, sûreté, caractère non proliférant.

Cependant, même si les réacteurs actuels de génération II et III ont introduit des avancées importantes en matière de sécurité, il faut savoir que les réacteurs à eau pressurisée (REP), constituant la grande majorité des 450 réacteurs en service, dérivent en réalité au niveau fondamental d'une technologie ancienne issue des programmes militaires du milieu du XX^e siècle (course à la bombe, moteurs de sous-marins et de porte-avions nucléaires...). Les principaux problèmes sont, d'une part, des enjeux de sécurité qui restent sérieux, comme on a pu le voir à Fukushima, et, d'autre part, une mauvaise utilisation du combustible : seul

0,72 % de l'uranium naturel est fissile. Corrélativement, les REP entraînent une production massive de déchets radiotoxiques à longue vie, difficiles à gérer à échelle de temps humaine.

Nous voudrions plaider ici la cause d'une technologie révolutionnaire, en développement au CNRS : le MSFR (*molten salt fast reactor*), réacteur rapide à sels fondus en cycle thorium, est susceptible de faire passer l'horizon des ressources à des milliers ou dizaines de milliers d'années, tout en réduisant de manière drastique la quantité

Laboratory (ORNL), et un réacteur expérimental de 8 MW-Th (une puissance de 8 millions de watts), le MSRE, y a été conçu et exploité avec succès de 1965 à 1969. La caractéristique fondamentale des RSF réside dans l'utilisation d'un combustible liquide, et non plus solide comme dans les concepts actuels de réacteurs nucléaires. Les possibilités de manipulation sont très souples : les sels fondus sont chimiquement stables, ne demandent pas de mise en forme particulière et peuvent être ponctionnés et injectés sans arrêt du réacteur ; de plus, le combustible liquide regroupe à lui seul la double fonction de combustible et de caloporteur.

Dans la décennie écoulée, des chercheurs du CNRS ont analysé scientifiquement les moyens de satisfaire aux critères des réacteurs nucléaires de génération IV, tout en recherchant la plus grande simplicité au niveau du design⁴. De cette analyse résulte un concept innovant de réacteur nucléaire à sels fondus, en cycle thorium et à spectre neutronique rapide, différent du concept historique de l'ORNL et baptisé MSFR. Grâce à son spectre rapide, ce concept, simplifié et robuste, a pour combustible un sel fluoré liquide ne nécessitant que peu de matière fissile initiale et les tolérant toutes (²³⁵U, Pu, actinides mineurs). La surgénération peut y être assurée par le thorium, élément naturellement 3 ou 4 fois plus abondant que l'uranium, avec un taux d'utilisation proche de 99 %, ce qui assure

et la dangerosité des déchets produits, et en garantissant une sécurité de fonctionnement beaucoup plus grande³. Ces réacteurs constituent l'un des six types retenus en 2008 par le forum international « Génération IV » visant à optimiser de nombreuses caractéristiques essentielles : durabilité des ressources, impact environnemental très faible, sûreté, caractère non proliférant.

LE MSFR : UNE INNOVATION MAJEURE POUR L'ÉLECTRONUCLÉAIRE

Le concept de réacteur nucléaire à sels fondus (RSF) a été imaginé dès le début des années 1950 à l'Oak Ridge National

des ressources à un horizon très lointain, de plusieurs milliers d'années ; la production des transuraniens, principaux éléments radiotoxiques à longue vie, est alors fortement réduite (par un facteur 1 000 à 10 000 !). Le MSFR ouvre aussi la possibilité d'exploiter et d'incinérer les déchets des centrales actuelles en cycle ouvert U-Pu, ce qui limite considérablement le stockage géologique à long terme des déchets tout en assurant la transition avec les réacteurs de génération II et III. Son cycle fermé Th-²³³U est impropre à la production de matériaux fissiles de qualité militaire, un fort gage de non-prolifération.

Les possibilités d'ajustement en continu de la composition du sel combustible, les capacités d'obtention de hautes températures (650-800 °C) garantissent un bon rendement thermodynamique (autour de 50 %) et de très fortes densités de puissance, sans pression interne importante – un facteur de sécurité crucial. Les sels fondus ont pour propriété d'avoir un fort coefficient de dilatation thermique, ce qui induit, par variation de densité et à volume de cœur presque constant, un coefficient de contre-réaction thermique très négatif. Le coefficient de vide est lui aussi très négatif. Grâce à ces excellents coefficients de sûreté, le comportement du MSFR est intrinsèquement sûr, toute augmentation intempestive de puissance conduit à un échauffement instantané du sel et à sa sortie du cœur hors zone de criticité, dans un vase d'expansion, voire dans des réservoirs de vidange d'urgence. Cela conduit aussi à une excellente stabilité de fonctionnement : la réactivité s'ajuste seule par variation de température, et la puissance par la demande calorifique.

Le MSFR a d'autres très gros atouts : une petite taille (seulement 18 m³ de sels fondus pour une puissance de 1,3 GW électriques), ce qui à terme devrait



Et si la technologie utilisant le thorium comme combustible était une alternative sérieuse pour le nucléaire de demain ? Sûreté accrue et volume de déchets amoindri semblent plaider dans ce sens.

conduire à une énergie très compétitive – certains experts estiment qu'elle pourrait être nettement moins chère que les énergies fossiles⁵. Les hautes températures de fonctionnement sont également propices à la cogénération de produits chimiques importants pour l'industrie (ammoniac) et de carburants de synthèse⁶.

La mise au point du MSFR nécessiterait d'amplifier considérablement la recherche et développement, comme celle sur la tenue des matériaux au fluage et à l'irradiation, le retraitement chimique en continu du sel et des produits de fission gazeux, ou encore la technologie des échangeurs de chaleur. C'est à l'heure actuelle un véritable défi du fait de la faiblesse des financements en Europe et de l'absence d'un milieu technique et industriel fort soutenant cette activité en France. Avec un programme dédié de plusieurs centaines de millions de dollars porté par l'Institut de physique de Shanghai depuis 2011, la Chine est aujourd'hui le seul pays qui se soit réellement donné les moyens d'accéder à la technologie de la « fission liquide », même si des initiatives importantes se développent en Inde et dans le secteur privé au Canada et aux États-Unis.

RÉÉQUILIBRER LA RECHERCHE NUCLÉAIRE ET LA POLITIQUE INDUSTRIELLE DE LA FRANCE

En France, dans le secteur du nucléaire, le CEA est à ce jour



Les besoins globaux de l'humanité, fortement consommateurs d'énergie, iront croissant.

missionné principalement sur l'énergie de fusion, à travers le développement du réacteur thermonucléaire ITER (pour International Thermonuclear Experimental Reactor) implanté à Cadarache, et sur le projet ASTRID, un réacteur à neutrons rapides en cycle uranium-plutonium caloporté au sodium. Or ITER n'est en réalité qu'un projet de recherche en physique des plasmas, et ne pourra en aucun cas aboutir à une technologie industrielle utilisable avant les années 2050-2080 ; sa faisabilité technologique n'est d'ailleurs pas encore acquise, et la viabilité industrielle encore moins. ASTRID repose quant à lui sur un savoir-faire bien établi, en particulier grâce aux réacteurs Phénix et Superphénix des années 1970-2000 ; la mise en œuvre de la surgénération garantit une bonne utilisation de l'uranium naturel. Néanmoins, le gigantisme des réacteurs mis en jeu (15 t de plutonium et 5 000 t de sodium liquide pour ASTRID), la nécessité de multiples barrières de confinement du sodium et le coût élevé du plutonium laissent planer un doute quant à la rentabilité économique à long terme des RNR sodium, sans compter les questions de sécurité et de fiabilité

encore à résoudre, et le problème de l'acceptabilité sociale de tels réacteurs. Pour toutes ces raisons, le MSFR, du fait de ses caractéristiques exceptionnellement prometteuses, sa sécurité inégalée et sa complémentarité avec le parc nucléaire actuel, nous semble mériter un soutien public et industriel beaucoup plus élevé que celui très maigre dont il fait l'objet aujourd'hui en France. ■

***JEAN-PIERRE DEMAILLY est mathématicien, spécialiste des équations fondamentales de la physique ; Institut Fourier, université Grenoble-Alpes et Académie des sciences.**

1. Global Footprint Network, http://www.footprintnetwork.org/fr/index.php/GFN/page/earth_overshoot_day/
2. David McKay, « Sustainable Energy – without the hot air », <http://www.withouthotair.com/>
3. Daniel Heuer, « Le thorium et le nucléaire du futur », <https://www.youtube.com/watch?v=M4MgLiXMrz8>
4. CNRS, LPSC, IN2P3, « Étude paramétrique des RSF et cycle thorium », <http://lpsc.in2p3.fr/gpr/msfr.htm>
5. Robert Hargraves, « Thorium Energy Cheaper than Coal @ TheC12 », <https://www.youtube.com/watch?v=aylYlVu08cY>
6. John Laurie, « La voiture nucléaire », https://www.youtube.com/watch?v=bkj-vf1_pzQ

La nature des découvertes et le caractère hasardeux des recherches

Lors d'une conférence à l'université d'été du PCF en 2014, Evariste Sanchez Palencia nous a fait part de ses réflexions sur le mouvement des sciences. Retour sur ce RDV marquant.

PAR ÉVARISTE SANCHEZ-PALENCIA*

LA NATURE DE LA CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE

Dans la vie courante, *scientifique* est souvent compris au sens de « exact », « sérieux », « objectif », ou « mettant en œuvre des moyens difficilement contestables ». En fait, d'une façon générale, la connaissance scientifique n'est pas exacte, mais approchée. La science nous permet de comprendre approximativement des parcelles de la réalité, et la recherche consiste principalement en un travail d'élaboration et d'amélioration des théories scientifiques. Prenons l'exemple de la chute des corps ; je connais trois types assez différents de chute : chute des petits corps denses (pièces de monnaie), chute des feuilles (d'arbre ou de papier) et chute des chats (censés tomber sur leurs pattes).

Les lois de la chute des corps ont été établies par Galilée, qui les a dégagées à partir d'expériences variées où il découvrit des coïncidences remarquables : en abandonnant une bille sans vitesse initiale, celle-ci tombe en augmentant sa vitesse proportionnellement au temps écoulé, et bien d'autres. Galilée observa cela pour des chutes dans l'air de quelques centimètres ou quelques mètres. Nous savons à présent que, en plus de la pesanteur, l'air exerce une force de résistance qui modifie ce type de mouvement. Ainsi, les parachutistes qui se jettent d'un avion à grande altitude tombent à peu près comme une pièce de monnaie, mais leur

vitesse se stabilise à quelque 200 km/h.

Quant aux feuilles, lors de leur chute dans l'air, par leur forme et leur faible épaisseur, elles mettent en mouvement l'air autour d'elles bien plus que les parachutistes. Dans la chute d'une feuille, nous voyons la feuille ; mais, pour y comprendre quelque chose, nous devons tenir compte du mouvement de l'air environnant, qui s'écarte, certes, pour laisser tomber la feuille, mais qui ne manque pas d'appliquer des forces sur elle, modifiant son mouvement par rapport à celui qu'il aurait été dans le vide. C'est un problème extrêmement complexe, faisant intervenir des phénomènes et des théories difficiles et variés, dont le *chaos déterministe* et la *turbulence*, qui sont matière de recherche actuelle.

Les lois scientifiques sont simples, en tout cas bien plus simples que l'infinie variété des questions ouvertes auxquelles elles s'appliquent.

Et les chats ? Il n'y a pas une grande différence entre la chute des corps inertes et celle des êtres vivants peu développés ; mais les animaux dotés d'un système nerveux développé disposent de modèles mentaux de certaines parcelles du monde extérieur. Ce sont des représentations simplifiées et schématisées de certains éléments du monde, qui concernent ce que les choses sont, comment elles évoluent, agissent entre elles et, surtout, avec le sujet. Ces représentations ont des natures variées ; certaines, les *réflexes*, sont par-



Un exemple de chute des corps : celle des chats...

faitement involontaires, inconscients et automatiques. C'est le cas du *réflexe de redressement* du chat, qui lui permet souvent d'atterrir sur ses pattes.

De manière générale, la science est notre connaissance de certaines parcelles de la nature, de leurs interactions et de leur évo-

lution. Contrairement aux apparences, les *lois scientifiques* sont simples, en tout cas bien plus simples que l'infinie variété des questions ouvertes auxquelles elles s'appliquent et apportent des éléments de réponse, toujours partiels et approchés. La recherche scientifique est en fait une recherche de compréhension de la causalité qui relie les éléments et phénomènes de la nature, elle n'est nullement une expérimentation pour simplement reporter les résultats, elle comporte des facettes où l'on imagine une structure cau-

sale avec d'autres phénomènes, ce qui guide l'expérimentation. Il y a un va-et-vient entre une imagination ouverte, parfois débridée, et une observation patiente, perspicace et objective. Citons François Jacob qui, dans *La Statue intérieure*, écrit : « Contrairement à ce que j'avais pu croire, la démarche scientifique ne consistait pas simplement à observer, à accumuler des données expérimentales et à en tirer une théorie. Elle commençait par l'invention d'un monde possible, ou d'un fragment de monde possible, pour la confronter, par l'expérimentation, au monde extérieur. C'était ce dialogue sans fin entre l'imagination et l'expérience qui permettait de se former une représentation toujours plus fine de ce qu'on appelle la réalité. »

tions qui ne s'étaient pas posées. Plus exactement, le développement des connaissances fournit des outils nouveaux ou fait apparaître une nouvelle vision des choses où se posent des questions d'une nature différente, dont certaines admettent une réponse.

L'ÉVOLUTION DES CONNAISSANCES

Analysons maintenant la genèse d'une nouvelle théorie ou méthode. La *figure 1* représente la courbe typique décrivant le flux de publications d'une nouvelle théorie ou méthode.

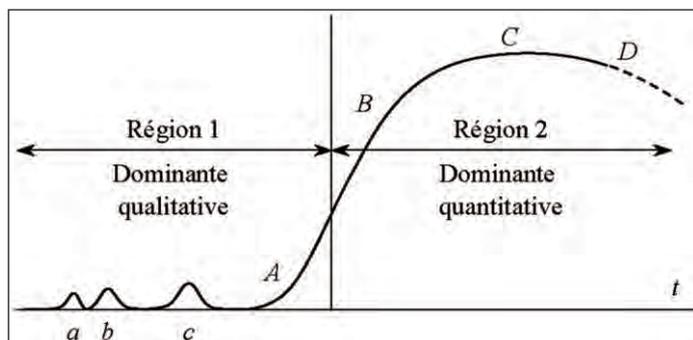


Fig. 1. – Les publications d'une nouvelle théorie ou méthode : *a, b, c* = avant-gardes ; *A* = articles fondateurs ; *AB* = montée en puissance ; *BCD* = application exhaustive, *D* = fusion dans les connaissances générales.

On distingue clairement une première région faite des avant-gardes (parfois sans lendemain) et des articles fondateurs, suivie d'une deuxième d'approfondissement, développement et application systématique. La première région est dominée par l'originalité des idées et l'imprévisibilité des découvertes ; la seconde par le nombre de travaux, la compréhension des phénomènes et les applications. Il est clair qu'elle ne pourrait exister sans la première.

On peut illustrer le schéma qui précède avec une découverte bien connue, quoique de nature non scientifique, celle de l'Amérique. Les avant-gardes sont les expéditions sans lendemain des Vikings, qui ont été arrêtées car elles conduisaient à des régions à environnement trop hostile (les côtes américaines ne bénéficient pas du

courant chaud du Golfe), la partie *A* est le premier voyage de Colomb, qui cherchait, à la suite d'erreurs de calcul, un chemin plus court pour atteindre les Indes et leurs richesses ; la partie *BCD* est constituée par les voyages des conquistadors. Seule cette dernière phase correspond au but visé : l'exploitation effrénée d'immenses richesses.

RECHERCHE, DÉVELOPPEMENT ET VOLONTARISME

Le volontarisme pour les applications (économiques en particulier) est voué à l'échec sans une recherche fondamentale

dément dérisoire en matière d'avancées contre le cancer. L'euphorie initiale est vite retombée, et les engagements ont été discrètement abandonnés à l'approche d'une échéance gênante.

Pourquoi Manhattan et Apollo ont-ils réussi et le National Cancer Act 1971 a-t-il échoué ? N'en était-il pas la copie conforme ? Non, il en différait sur un point essentiel : le projet Manhattan est issu de la fameuse lettre d'Einstein à Roosevelt du 2 août 1939 dans laquelle le premier faisait état de la faisabilité réelle, au point de vue scientifique, des armes atomiques, si bien que l'enjeu se situait à un niveau technique et industriel. Il en était de même

pas être surmonté par de l'argent et du volontarisme.

Or la recherche fondamentale remplit des fonctions autres que celle, primaire et affichée, d'étudier les propriétés de la nature et de son évolution. Les connaissances contenues dans des livres, revues et autres supports ne sont pas utiles en tant que telles ; ce ne sont pas les bibliothèques qui font des recherches ou qui en tirent des applications, même si elles sont nécessaires pour faire des recherches ou trouver des applications. Les connaissances, pour être utiles, doivent être actualisées et manipulées, vivifiées par une activité mettant en œuvre les hommes, seuls agents de leur évolution. Autrement dit, pour avoir une

La science a vocation à étudier tout, mais elle ne connaîtra jamais tout. Des questions telles que « Comment va tomber cette feuille ? » n'ont pas de réponse scientifique et ne l'auront probablement jamais.

du projet Apollo ; la possibilité réelle de poser des hommes sur la Lune et de les récupérer était acquise, et l'enjeu s'inscrivait plutôt dans une course de vitesse avec l'Union soviétique pour la maîtrise des lanceurs puissants et des techniques de décollage et d'alunissage. Bien au contraire, « vaincre le cancer » était (et est) un véritable défi : personne ne savait (ni ne sait) comment s'y prendre. Qui plus est, la nature même du problème est scientifique, puisqu'on ne sait pas vraiment ce que c'est qu'un cancer, ni comment et pourquoi il se développe. La vraie nature de l'obstacle à surmonter pour vaincre le cancer était passée entièrement inaperçue du président Nixon et de ses conseillers ; ils pensaient que c'était un problème quantitatif ponctuel et isolé du reste de la science. Mais Cancer par rapport à Manhattan ou Apollo était une affaire de ne pas savoir par rapport à savoir, un obstacle essentiel qui – cela est bien plus difficile à comprendre – ne pouvait

chance de pouvoir utiliser les connaissances il faut être en train de les manipuler. Ce point est extrêmement important, car il donne la clé de la nécessité d'une recherche fondamentale active – ou tout au moins d'une activation des connaissances – si l'on veut avoir une recherche appliquée efficace. Et si l'on songe à ce que l'innovation dans chaque domaine vient en général d'un autre, le plus souvent éloigné, on comprendra pourquoi un tissu global de recherche fondamentale éveillé aux problèmes ouverts est un élément nécessaire à toute politique de développement. L'oubli de ce point entraîne la désertification intellectuelle et le déclin programmé. ■

***EVARISTE SANCHEZ-PALENCIA** est mathématicien et membre de l'Académie des sciences.

ÉCRIVEZ-NOUS À
progressistes@pcf.fr

ÉPISTÉMOLOGIE

La rationalité, la science et le scientisme

« Scientisme »... le terme revient régulièrement dans les débats visant à disqualifier tout argument fondé sur une base rationnelle et scientifique. Il est pourtant utile de revisiter sa définition et de le situer sur le plan épistémologique, entre science et rationalité.

PAR YVON QUINIOU*

Affirmation de base : la rationalité, dans sa dimension théorique de moyen d'accéder à la vérité, est désormais *scientifique* et n'appartient plus à la philosophie comme elle l'a cru pendant des siècles. Et l'on ne peut plus dire, comme Aristote, que « *le philosophe est celui qui possède la totalité du savoir dans la mesure du possible* ». C'est la *raison* à l'œuvre dans la science, avec ses protocoles spécifiques, qui nous fait connaître le monde dans tous ses aspects, y compris l'homme, même si les sciences humaines ne peuvent prétendre au même type ou au même degré de scientificité que les sciences de la nature, pour l'instant tout au moins. Et nier cette affirmation, en l'accusant d'être « scientiste » sous prétexte qu'elle conférerait à la science un pouvoir exorbitant (c'est le sens habituel de ce terme péjoratif), de façon à la disqualifier... ne disqualifie que ceux qui profèrent cette accusation. Pourtant, cette disqualification existe aujourd'hui sous la forme d'un relativisme dominant dans la philosophie de la connaissance, qui vise à *limiter le pouvoir cognitif* de la raison humaine

vis-à-vis de l'Être. Cela avait commencé par le positivisme d'Auguste Comte au XIX^e siècle, qui, tout en valorisant la science positive, la réduisait à n'être qu'une mise en relations des phénomènes à l'aide de lois formulables mathématiquement : l'en-soi des choses lui échapperait et relèverait d'un mythe métaphysique. Depuis, ce propos a été repris de différentes manières, et l'on a vu, dans la dernière période, un Foucault assimiler la connaissance à des « *jeux de vérité* » dépourvus de valeur objective (sans susciter beaucoup de réactions) et même, forme caricaturale extrême, un Rorty soutenir aux États-Unis qu'il n'y avait « *pas plus de vérité dans une théorie scientifique que dans un roman* » !

Or c'est la position rigoureusement inverse qu'il faut soutenir, comme le fait Jacques Bouveresse en France, quitte à recourir à d'autres arguments que lui. Étant admis que la réalité matérielle à laquelle nous avons accès, soit directement par nos sens, soit indirectement par notre intelligence aidée désormais de la technique, existe par elle-même, il faut dire que la pensée scientifique nous en offre un *reflet* objectif. Je sais bien que ce terme



La science, avec ses protocoles spécifiques, nous fait connaître le monde dans tous ses aspects. Pourtant, cette idée est aujourd'hui combattue, et taxée abusivement de « scientisme ».

de « reflet », avec sa dimension métaphorique, est souvent sujet à caution en raison de la charge de passivité qu'il comporte et qu'il oublie que la connaissance est une *production active* du sujet humain – et Althusser a eu raison d'en dénoncer, à ce niveau, le caractère empiriste. Mais il y a un autre niveau où l'on peut le légitimer, quitte à le retravailler intelligemment : c'est celui qui s'intéresse à la portée ontologique de la connaissance.

La science en marche, fondée sur la raison et l'expérience, la totalité du réel auquel l'homme a accès et dont il fait partie, doit être considérée comme intelligible rationnellement, et donc connaissable par cette même science.

Le matérialisme, qui est un rationalisme, soutient que celle-ci *re-produit* bien par ses *productions théoriques* la réalité – ce que Marx avait justement indiqué dans un texte sur la méthode de l'économie politique. Ce qui veut dire que l'esprit humain, dans la connaissance (ce n'est pas le cas ailleurs, comme dans l'art), ne *constitue* pas son objet mais nous en offre une représentation qui s'y *accorde* tel qu'il

est en lui-même. Certes, il le fait dans son élément propre, qui est celui de la pensée, ce qui interdit de poser entre cette représentation et le réel, comme l'indiquait remarquablement Lénine dans *Matérialisme et empiriocriticisme*, une identité de « coïncidence » mais seulement de « correspondance ». Mais celle-ci existe bel et bien et elle concerne l'*essence* des choses¹. Ce qui nous le prouve, en dehors du consensus scientifique sur les résultats d'une science, c'est le fait que la connaissance nous confère un pouvoir sur le réel, contrairement à l'ignorance, l'erreur ou l'illusion. La découverte des lois de son fonctionnement ou de son développement nous permet d'y intervenir pour le maîtriser dès lors que nous avons mis au point la technique correspondante, tirée de la théorie : soit pour produire un effet donné à partir de sa cause connue, soit pour l'empêcher en intervenant sur cette même cause. Or comment cela serait-il possible si les lois en question n'étaient pas celles du réel lui-même ? Cette objectivité de la connaissance vaut non seulement pour les sciences de la nature dites « exactes » mais, même si c'est avec des nuances et des précautions à prendre, pour les sciences humaines dans de nombreux secteurs. C'est ainsi que Marx a *découvert* et non *inventé* les lois d'évolution de l'histoire en général, du capitalisme en particulier, en rompant avec

l'idéologie idéaliste qui les masquait ; c'est ainsi aussi que Freud a découvert certaines lois du fonctionnement du psychisme humain à la lumière de sa découverte de l'inconscient. On pourrait prendre d'autres exemples. Ils nous montreraient que pour la science en marche, fondée sur la raison et l'expérience, la totalité du réel auquel l'homme a accès et dont il fait partie, doit être considérée comme *intelligible rationnellement*, et donc *connaissable par cette même science*. C'est là non du scientisme au sens péjoratif du terme mais un postulat *méthodologique* qui a une implication *ontologique* irrécusable, du côté de l'Être donc, elle-même vérifiée, au moins tendanciellement.

La science connaît ce qui *est* (qui inclut ce qui *a été* et, dans une certaine mesure, *sera*); mais elle ne saurait nous dire à partir de là et sur sa base propre ce que nous devons faire, ce qui constitue l'objet de la morale.

Pourtant, on pourra m'objecter que tout n'est pas connu et ne le sera jamais et qu'il y a le domaine de l'action qui ne saurait s'appuyer sur la seule science. Y aurait-il des limites à la rationalité scientifique ?

QUELLES LIMITES POUR LA SCIENCE ?

Refuser *a priori* une pareille possibilité serait verser dans un dogmatisme effectivement scientifique, conférer à la science un pouvoir cognitif qu'elle n'a pas toujours. Mais je ne vois que deux domaines qui soient concernés, et il faut les délimiter avec précision et démontrer la limitation de la raison dans ces deux cas.

Le premier est assez facile à établir : il s'agit de l'infini du réel physique (ou matériel) comme tel. Car si la science est bien un processus indéfini, elle vise à embrasser la totalité infinie de l'être qu'elle présuppose,

mais elle ne peut, par définition, y parvenir et ne peut s'en rapprocher qu'*asymptotiquement*. Comme l'indique le philosophe et physicien grec Eftichios Bitsakis, pourtant matérialiste, « *elle ne peut se prononcer que sur le fini* »², chaque nouveau pas en avant qui lui permet de franchir une limite lui ouvrant un autre champ à connaître avec sa nouvelle limite. On peut le dire autrement, d'une manière plus abstraite et plus générale, inspirée de Kant : la science ne peut se prononcer, avec sa certitude spécifique, sur les caractéristiques ultimes du monde matériel dont l'homme est issu. Est-il incréé ou créé, par exemple, réellement infini ou fini ? etc. Ce sont là des questions *métaphysiques*

qu'aucun savoir ne peut résoudre. On ne peut y répondre que sur le plan d'une option personnelle qu'on dira « métaphysique » parce qu'elle concerne la totalité du réel et qui relèvera alors d'une *pensée* ou d'une *croyance rationnelle*, ou encore d'une *conviction raisonnée* comme le dit le philosophe Marcel Conche à propos de son propre athéisme. En ce sens, autant le matérialisme qui affirme que l'homme provient de l'évolution de la nature matérielle (Darwin) et n'en est qu'une forme est bien prouvé, autant tout énoncé sur le statut ultime de cette nature ne saurait l'être, qu'il s'agisse de l'athéisme (matière incréée) ou du théisme (matière créée) : ce sont toutes deux des positions métaphysiques et hors science... même si l'athéisme est plus proche de cette dernière. Affirmer le contraire relèverait d'un scientisme insupportable parce qu'insoutenable théoriquement.



Le second concerne le domaine des valeurs que toute action, individuelle ou collective, engage. Je parle ici des valeurs morales avec leur universalité propre, comme le respect de l'être humain, et non des valeurs éthiques qui relèvent de préférences existentielles personnelles. Or il faut être clair : la science connaît ce qui *est* (qui inclut ce qui *a été* et, dans une certaine mesure, *sera*) ; mais elle ne saurait nous dire à partir de là et sur sa base propre *ce que nous devons faire*, ce qui constitue l'objet de la morale. Elle explique, donc, elle analyse, elle prédit éventuellement (et de plus en plus) des *états de la réalité*, mais elle ne saurait les *juger* dans l'ordre de la valeur : Sont-ils *bien* ou *mal* ? Devons-nous les accepter, les valoriser ou les condamner, les refuser, donc les transformer ? Un exemple simple le fera comprendre. Marx (à nouveau) nous fournit une explication du fonctionnement du mode de production capitaliste, avec ses contradictions, qui en prédit la fin, et donc le dépassement à terme. Mais rien dans cette analyse factuelle ne nous permet de conclure que cette fin *doit être* poursuivie. On peut affirmer, avec Joseph Schumpeter, que ce pronostic est juste théoriquement, et cependant le *condamner* pratiquement parce qu'on estime que le capitalisme témoigne d'une grande productivité économique et tout faire, par conséquent, pour l'empêcher de se réaliser. Inversement, on peut, sur la base d'une dévalorisation du capitalisme en raison de ses méfaits humains, juger non seulement souhaitable mais *exigible moralement* son dépassement et tenter de le hâter par l'action politique. On a donc ici le même constat scientifique qui autorise deux jugements de valeur moraux rigoureusement opposés ! C'est

Quoi qu'en disent Foucault et Rorty, cet avion, application directe des sciences, parmi elles la mécanique des fluides et des matériaux, vole. Comment cela serait-il possible si les lois en question n'étaient pas celles du réel lui-même ?

admettre que la science du réel ne fonde en rien ces jugements, qu'on ne peut les déduire univoquement de ses analyses et qu'une autre instance intervient alors : la morale avec ses normes objectives et impératives. Celle-ci s'enracine dans la *raison pratique* humaine, qui a le pouvoir de légiférer sur le bien et le mal. Certes, elle ne tombe pas du ciel mystérieusement : avec Darwin on peut expliquer sa genèse naturelle, puis historique. Mais expliquer scientifiquement l'*origine* de la morale comme il le fait, ce n'est pas en déduire une *morale scientifique*, expression qui n'a aucun sens et, comme le dit Bertrand Russell, « *nous ne pouvons tirer de l'étude des choses existantes, aucun enseignement quant à la nature du bien et du mal* ». C'est la raison, mais dans sa dimension pratique, qui peut seule le faire.

CONCLUSION

Il y a bien donc plusieurs formes de rationalité, et la reconnaissance de cette pluralité permet d'éviter le scientisme sans porter atteinte à la science dans son domaine propre. À quoi j'ajouterai cette remarque ultime, qui est un paradoxe : c'est bien la raison qui me fait dire tout cela, mais une raison philosophique, réflexive et critique. Une raison de plus donc, qui confirme le pouvoir de la rationalité en général. ■

*YVON QUINIOU est philosophe.

1. Lucien Sève, dans son dernier livre, *La philosophie ?*, a remarquablement réhabilité la catégorie d'essence dans une perspective matérialiste... précisément contre le positivisme ou le relativisme ambiants.

2. In Bertell Ollman et Lucien Sève (dir.), *Dialectiques aujourd'hui*, Syllepse, Paris, 2007, p. 156.

■ SANTÉ PUBLIQUE

Don de sang, médicaments dérivés... Éthique ou marchandisation ?

Fondé sur la solidarité, le don, la gratuité et l'anonymat, le système transfusionnel, pilier de la santé publique, semble faire partie du paysage. Donc, peu s'en préoccupent alors que se déroule une opaque bataille de requins pour le transformer.

PAR JEAN-PIERRE BASSET*

HISTORIQUE

Le don de sang bénévole a été institutionnalisé par une loi de juillet 1952. Il a précédé de plus de trente ans, par sa forme éthique, la création du Comité national consultatif d'éthique. Le système français assure l'égalité de traitement des citoyens, quel que soit leur statut social, grâce à l'anonymat et à l'interdiction du don dirigé (don de sang au profit d'une personne précise, la plupart du temps un membre de la famille).

La France a souvent été pionnière en matière de transfusion sanguine. Quelques dates ponctuent son parcours :

– 26 octobre 1914 : première transfusion sauvant un humain (blessé dans les tranchées de la

ration des donneurs de sang bénévoles ;

– juillet 1952 : adoption d'une loi instituant les principes éthiques, hors commerce.

Tous ces faits étaient les premiers au monde dans leur domaine.

Après 1986, la création d'un registre de donneurs volontaires de moelle osseuse (DVMO), puis de la première banque « d'unités de sang de cordons », recueillies lors des accouchements, élargissaient le champ d'action, permettant la greffe des leucémiques.

L'Établissement français du sang, qui assiste l'Agence de biomédecine dans l'objectif d'obtenir un registre de 240 000 DVMO, fournit avec les associations de donneurs de sang environ 90 % du total des inscrits.



L'OMS recense 500 000 morts annuelles de femmes lors d'accouchements dans les pays ne disposant pas d'un service de transfusions.

de fournir 200 types différents¹ de concentrés de globules rouges, éliminant ainsi des effets secondaires sur les malades. Le sang humain permet d'obtenir deux catégories de produits à finalité thérapeutique : les produits sanguins labiles (PSL), à durée de conservation très courte (concentrés de globules rouges et plaquettes), qui relèvent, avec le plasma thérapeutique, du monopole de l'EFS, et les médicaments dérivés du sang (MDS), qui relèvent de la législation pharmaceutique et font l'objet d'appels d'offres des hôpitaux.

MODÈLE DE RÉFÉRENCE ET DÉBUT DE L'INDUSTRIALISATION

Tout cela a fait de notre système transfusionnel un modèle, la référence recommandée par l'OMS aux pays en développement qui veulent se doter de services de santé publique.

On notera que l'OMS recense 500 000 morts annuelles de femmes dans les pays ne disposant pas d'un service de transfusions. Elles sont victimes de l'hémorragie de la délivrance lors de leur accouchement. Cet accident, disparu depuis deux générations en France, a aussi disparu des mémoires, de sorte qu'on ne mesure plus les progrès accomplis.

Beaucoup moins connus du public que la transfusion, les MDS issus du fractionnement – technique qui permet d'isoler et de recueillir les différentes protéines du plasma sanguin – traitent en moyenne 500 000 malades par an. Ce sont les victimes de déficits immunitaires, de déficits de coagulation (hémophilie, par exemple), de troubles pulmonaires, de maladies génétiques, héréditaires et auto-immunes, certaines très rares, souvent invalidantes. Les MDS sont aussi utilisés en soins intensifs.

Les produits sanguins sont toujours remboursés à 100 % par

L'Europe libérale a beaucoup fait pour la marchandisation en adoptant, dès 1993, une directive qui transforme en « médicaments » (donc commercialisables) les produits sanguins ayant subi un processus « industriel ».

Première Guerre mondiale) ;

– 1923 : création d'un service de transfusion, à l'hôpital Saint-Antoine, à Paris, hôpital qui deviendra le premier centre de transfusion en 1928 ;

– les années suivantes, création d'un centre de transfusion par département ;

– 1948 : à Paris, découverte de l'exsanguino-transfusion (permettant de traiter la maladie hémolytique des nouveau-nés) ;

Avec la création de l'Établissement français du sang (EFS), établissement public, le 1^{er} janvier 2000, le système transfusionnel voyait ses pratiques médicales et de sécurité sanitaire s'harmoniser sur l'ensemble du territoire.

Entre 1992 et 1997, la mise en œuvre de la *déleucocytation* des poches de sang supprimait une grande partie des risques de contamination, puis le *phénotypage* des poches permettait

L'EFS

Il assure l'autosuffisance nationale avec 152 sites de prélèvements et 40 000 collectes mobiles, 9 800 salariés. Il approvisionne 1 900 hôpitaux et cliniques. En 2013, il a recueilli 2 833 351 poches de « sang total », plaquettes et plasma, auprès de 1 625 735 donneurs. Il assure aussi des recherches dans les domaines des thérapies cellulaires et tissulaires. Les donneurs de sang, sont organisés dans 2 850 associations rassemblées dans la Fédération française pour le don de sang bénévole. Partenaire de l'EFS, elle dispose de deux représentants au conseil d'administration de l'EFS et du LFB.

la Sécurité sociale, d'où l'acharnement de multinationales à vouloir transformer le système en « marché », toujours solvable pour elles, en France grâce à la Sécu et à l'hospitalisation publique.

D'une façon générale, les progrès médicaux conduisent à une utilisation de plus en plus large des produits sanguins. Aussi, depuis l'apparition du premier médicament dérivé (le facteur VIII pour les hémophiles), des multinationales se sont constituées afin d'exploiter ce nouveau marché, estimé à 12 milliards d'euros.

L'Europe libérale a beaucoup fait pour la marchandisation en adoptant, dès 1993, sous la pression des lobbys, une directive qui transforme en « médicaments » (donc commercialisables) les produits sanguins ayant subi un processus « industriel ». C'est le cas du plasma utilisé pour les « médicaments » et depuis le 1^{er} février 2015, en France, du plasma thérapeutique à usage transfusionnel. Jusqu'en 2011, les gouvernements successifs, bénéficiant pour cela du soutien du mouvement associatif des donneurs de sang, avaient résisté au diktat européen et maintenu intact, par le monopole d'État, notre système éthique.

Puis en 2011, une tentative d'imposer dans une spécialité – le plasma thérapeutique – l'Octoplas, un produit de la multinationale Octapharma, fut vigoureusement combattue... et rejetée par l'action des donneurs de sang.

UTILISATION DES TRANSFUSIONS

Les transfusions requises par les accidentés, toutes catégories comprises, représentent moins de 1 % du sang disponible. Donc l'essentiel se répartit entre :

- traitements postcancéreux, après les chimiothérapies ;
- maladies hématologiques ;
- chirurgie ;
- médecine hospitalière.

DES ACTIONS EN JUSTICE

Cela entraîna une série d'actions judiciaires de cette même firme. Elle a finalement gagné contre les institutions françaises devant la Cour de justice européenne (CJUE) en mars 2014, puis devant le Conseil d'État, en juillet 2014, notre gouvernement ayant fait le choix de ne pas défendre nos principes éthiques et notre système malgré les recommandations d'un rapport de l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS) l'y incitant depuis 2011.

Cette double décision, CJUE et Conseil d'État, brisant le monopole du service public EFS a ouvert la voie à la commercialisation par la mise en concurrence du service public et des firmes commerciales.

Aussi, à l'automne 2014, l'article 51 projet de loi du financement de la Sécurité sociale est-il venu mettre cela en musique, en fixant au 1^{er} février 2015 l'ouverture à la concurrence. Puis l'article 48 de la loi Macron modifie le statut du Laboratoire français du fractionnement et des biotechnologies (LFB), établissement public qui produit les MDS à partir du plasma cédé (à son coût de production) par l'EFS, pour permettre d'en ouvrir le capital au prétexte de difficultés de financement. Enfin, l'article 42 de la loi « santé » ouvre les vannes à la commercialisation généralisée de tous les produits sanguins.

Les associations de donneurs de sang – partenaires de l'EFS – organisées sur l'ensemble du territoire, sur la base de la solidarité, à tendance humanitaire, ont beaucoup de mal à comprendre que leur raison d'être puisse être volontairement mise à mal par le gouvernement. La mobilisation pour défendre le système n'est pas à la hauteur de la gravité de l'attaque.

Au jour de la rédaction de cet article, les réactions ont cependant permis d'empêcher le gouvernement d'accorder une autorisation temporaire d'utilisation à Octapharma, son produit



Acte de don du sang bénévole.

l'Octoplas ne disposant pas de l'autorisation de mise sur le marché pour la France. L'EFS conserve donc de fait le monopole... pour quelques mois.

La mobilisation pour défendre le système n'est pas à la hauteur de la gravité de l'attaque.

Il est urgent que le public, en particulier les malades et leurs familles, prenne conscience du danger pour deux raisons :

– les produits importés sont soumis à des normes sanitaires inférieures aux exigences françaises²

– le caractère indigne du commerce de produits humains.

Si prise de conscience il y a, population, élus, malades, aux côtés des donneurs de sang, sans doute pourrions-nous exercer une influence pour modifier des directives européennes, travailler à des convergences avec les pays éthiques ou avec les organisations éthiques des pays pratiquant des prélèvements rémunérés.

Mais il faut avoir conscience aussi du contexte mondial dans lequel nous évoluons. Il est bien décrit dans l'ouvrage *le Corps-Marché*, de la sociologue canadienne Céline Lafontaine. Elle rappelle qu'avec sang, tissus, cellules,

ovules... le corps humain, mis sur le marché en pièces détachées, est devenu la source d'une nouvelle plus-value au sein de ce que l'on appelle désormais la bioéconomie.

C'est la formule inventée par l'OCDE (rapport de 2009) dans un plan d'action visant à favoriser la mise en place d'un modèle de développement au sein duquel l'exploitation et la manipulation technoscientifique du vivant constituent une source de productivité économique. Pour ne pas être en reste, la Commission européenne annonçait en février 2012 un plan stratégique pour « *une bioéconomie durable en Europe* ». Oui, la défense de la santé publique, du modèle transfusionnel français, c'est maintenant, et elle nous concerne tous. ■

***JEAN-PIERRE BASSET est militant du don de sang, Valence.**

1 En 1936, la Société des nations adoptait la nomenclature ABO, le système des groupes A, B, AB et O. Aujourd'hui, trente autres systèmes ont été identifiés, regroupant 360 phénotypes différents, souvent rares. Cela a conduit à la création d'une banque des « sang rares » à Paris.

2 C'est difficilement croyable mais vrai, un rapport de l'IGAS (RM2010-089P, page 91), liste les exigences sanitaires appliquées aux produits français, mais non appliquées aux produits importés.

ÉCRIVEZ-NOUS À
progressistes@pcf.fr

■ MÉDECINE DU TRAVAIL

Santé au travail : quel pouvoir du médecin du travail ?

La loi « Santé » ne dit rien sur la santé au travail. La nation doit garantir à tous la protection de la santé. La santé au travail ne s'inscrit-elle pas dans la santé publique ?

PAR ANNE RIVIÈRE*

De fait, le travail cause des dégâts considérables : 5 000 à 10 000 cancers professionnels par an, après le très grand scandale de l'amiante, une explosion des TMS (troubles musculo-squelettiques) et la floraison des risques psychosociaux. La refonte des tableaux listant les critères des maladies professionnelles n'évitera pas ces pathologies mais réduira leur reconnaissance. Des millions de journées de travail perdues, et un coût de 80 milliards pour la Sécurité sociale. Une étude a montré un excédent de consultations, de traitements et d'hospitalisations pour les ouvriers, de 30 à 50 %, à la charge de l'assurance maladie et non de la branche « accident de travail et maladies professionnelles ». Sans compter les altérations de la santé dues au non-travail. Le projet de « choc de simplification » pour les employeurs propose de supprimer les visites médicales d'aptitude à l'embauche, accusées d'être chrono-

phages, par manque de médecins, ou de les confier au médecin traitant ! Depuis 2011, déjà, les infirmières font des entretiens infirmiers, standardisés, aux lieux et place des consultations du médecin du travail. Celui-ci ne traitera que les cas des salariés ne pouvant plus rester à leur poste, soit en le réaménageant, soit en proposant un reclassement. Mais, selon la proposition de simplification n° 22, aménager le poste reste trop compliqué, alors le salarié devrait être apte ou inapte. Ces deux mesures ont été retirées de la loi Macron, et une commission travaille sur la notion d'aptitude.

LES ENJEUX DE LA CONTROVERSE SUR L'APTITUDE : UN DÉBAT À CLARIFIER

La notion d'aptitude fait dévier la médecine du travail vers une forme de sélection de la main-d'œuvre. Si nombre de médecins du travail sont attachés à la délivrance du petit papier à la mention « apte », c'est de peur que la visite médicale ne disparaisse, mais ils ne mènent

guère la bataille pour préserver le sens de leurs actes. Les salariés y sont attachés pour des motifs variés, et inappropriés : conserver l'acquis de la rencontre avec le médecin, avoir le sentiment d'une garantie contre les risques, discuter de leur problème de santé, sans bien faire

La médecine du travail, spécialité à part entière (quatre années d'études), est en proie à une destruction programmée de longue date, au mépris des besoins sociaux.

la différence avec un médecin traitant. Les employeurs y voient une assurance tous risques : « *Le médecin a dit qu'il n'avait pas de problème...* »

Certaines organisations syndicales voient dans les réformes successives menaçant cette médecine un moyen de limiter le pouvoir de professionnels perçus comme « au service de l'employeur ». Les employeurs veulent bien récupérer ce « temps inutile » pour la production, et ces frais, surtout si le service de santé au travail leur rend un autre service : leur sécurisation juridique et financière, en appoint d'une gestion des ressources humaines.

Pourtant, la visite médicale permet, à l'embauche, d'informer sur les risques et les moyens de prévention et, périodiquement, de surveiller les effets du travail sur la santé à plus long terme.

L'aptitude reste à ce jour l'ensemble des conditions que le médecin fixe pour l'affectation au poste de travail d'une personne. Mais elle débouche sur l'absurdité de demander à un médecin de juger un être « apte à être exposé à un cancérigène » sans que cela choque personne, pas même le législateur. La logique voudrait que ce soit l'inverse : évaluer la non-dangereusité du poste ! En revanche, l'aptitude conserve tout son sens, car elle permet de soustraire un salarié d'un poste qui met sa santé en danger (mais compromet dans les faits son maintien dans l'emploi).

La professeure Sophie Fantoni-Quinton, membre de la commission susmentionnée, évoque un salarié n'ayant pas informé le médecin du travail de problèmes de santé, qui aurait ensuite eu un accident du travail lié à ces problèmes : il devrait alors « partager » la responsabilité de l'accident avec l'employeur. L'employeur ne serait plus tenu de l'obligation légale et jurisprudentielle de « sécurité de résultat », et échapperait à des plaintes pour faute inexcusable.

L'absence de suivi dans la durée des dossiers des précaires et intérimaires, exposés à de multiples risques peu traçables et qui se taisent par peur jusqu'à leur « désinsertion », illustre un système de non-reconnaissance de fait des maladies professionnelles, qui appelle une profonde réforme et des moyens.

La médecine du travail, spécialité à part entière (quatre années d'études), est en proie à une destruction programmée de



La notion d'aptitude fait dévier la médecine du travail vers une forme de sélection de la main-d'œuvre.



longue date, au mépris des besoins sociaux.

LA DÉMOGRAPHIE DES MÉDECINS DU TRAVAIL : UNE PÉNURIE ORGANISÉE ?

Depuis les années 1970, des médecins sortent de leur cabinet et circulent dans les ateliers. Un groupe de médecins a même constitué un lieu de réflexion et d'élaboration collective des règles de métier : la *clinique médicale du travail*, qui part de l'analyse du travail et de ce que le salarié y déploie, en interaction, plutôt que d'une pure approche technique. Jusqu'alors, le plein-emploi masquait le côté « médecine de sélection ». La montée du chômage a mis en évidence l'immoralité des conditions de travail détruisant les personnes. Ces médecins, sala-

en prévention des risques professionnels), salariés non protégés, et la pluridisciplinarité comme panacée.

VERS LA SÉCURISATION JURIDIQUE ET FINANCIÈRE DE L'ENTREPRISE

La grande réforme de 2011 a dénaturé le rôle des services de santé au travail et détourné la finalité des moyens de protéger la santé des salariés vers une aide à la « gestion des risques » pour l'employeur.

Au repérage traditionnel des risques dans la fiche d'entreprise par le médecin du travail, se substitue une aide à l'évaluation des risques pour l'employeur, et bientôt à la place de l'employeur. Une responsabilité propre de celui-ci sera alors endossée par les services de

Au repérage traditionnel des risques dans la fiche d'entreprise par le médecin du travail se substitue une aide à l'évaluation des risques pour l'employeur, et bientôt à la place de l'employeur.

riés protégés et leurs outils d'analyse et de diagnostic devenaient un obstacle, à la mesure de l'exacerbation de la concurrence et de l'accumulation capitaliste, par leur capacité à mettre en évidence les dégâts causés par les conditions de travail.

Sans supprimer purement et simplement la médecine du travail, il s'est agi de la réduire... au silence. Le manque repéré dès 1990 de médecins du travail (moins de 5 000 en 2014, bientôt plus que 2 000) a favorisé l'introduction des infirmières et des IPRP (intervenants

santé au travail et par le médecin, dans une logique assurantielle.

Les IPRP, sous l'autorité des directeurs, peuvent avoir à intervenir en dehors de l'avis du médecin, pour « améliorer les postes de travail » ; soit en pratique une récupération des marges de manœuvre que l'ergonome a pu trouver pour augmenter la productivité, sans bénéfice réel pour la santé des salariés (exemple : l'ambiguïté du *lean* et ses effets sur les TMS). Un faux paritarisme a été instauré pour les services interen-

30 à 50 % des consultations, traitements et hospitalisations pour les ouvriers sont à la charge de l'assurance maladie et non de la branche « accident de travail et maladies professionnelles ».

treprises de santé au travail : le conseil d'administration est « paritaire », mais avec voix prépondérante du président-employeur ; en échange, un salarié est chargé de la trésorerie. Et de fait, les syndicats n'investissent pas assez les commissions de contrôle où ils sont majoritaires et ont la présidence. Cette réforme s'intègre aussi dans une évolution programmée des deux autres institutions qui agissaient pour la protection des salariés : les caisses de Sécurité sociale (CARSAT) et l'Inspection du travail. Toutes intègrent des plans d'action nationaux ou déclinés localement, mais déconnectés de la réalité vécue par les salariés. La loi Macron sur les CHSCT (comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail) relaie les efforts des employeurs pour diminuer les moyens du dialogue social, avec le démantèlement de la justice prud'homale et la pression sur les lanceurs d'alerte.

UN STATUT INCONFORTABLE ET PEU ATTRACTIF

Les récentes poursuites entamées, sur plainte des employeurs, par les instances disciplinaires des médecins contre des praticiens pour leurs écrits faisant le lien santé-travail ont été suivies de « condamnations ».

Les conseils de l'ordre ont organisé des conciliations viciées entre le médecin, tenu au secret médical, et qui ne peut dès lors pas se défendre, et l'employeur. Les médecins poursuivis ont vu leurs écrits confortés par la condamnation ultérieure des employeurs par les tribunaux ou par la reconnaissance des faits visés en accident de travail par la Sécurité sociale.

Mais, sur le fond, l'ordre a dénié aux médecins du travail, indépendants par statut, tant la capacité d'établir un diagnostic, à partir de la parole des salariés, que sa justesse en utilisant les

outils élaborés. Les écrits incriminés n'ont pas de finalité médico-légale mais facilitent le suivi par le médecin traitant ou retracent les situations dans le dossier médical. Ces conflits devraient se régler devant une vraie juridiction, ayant la capacité d'instruire les faits et de dire le droit, après expertise.

GÉRER LES RISQUES OU LES COMBATTRE : DES DILEMMES INSOLUBLES

Les « clients » des services de santé au travail sont les entreprises, et non les salariés.

N'étant pas organisée en véritable service public, investie de missions de santé publique, la profession n'attire pas.

L'indépendance du médecin, le lien de confiance à instaurer avec les salariés pour le maintien réel dans l'emploi et la prévention effective des inaptitudes, en relation avec le vieillissement au travail, peuvent difficilement être conciliés avec une liaison exclusive à l'entreprise ou un rapport commercial à celle-ci, qui a d'autres objectifs.

Certains médecins proposent de reconstruire leur métier sur d'autres bases, à partir des constats de leur quotidien.

Un collectif d'associations – Pour la défense de la santé des travailleuses et travailleurs – a été créé, qui a mis en ligne la pétition « Pour ne plus perdre sa vie à la gagner » et organise des états généraux de la santé au travail au mois d'octobre 2015.

La commission Santé du PCF soutient cette démarche. ■

*ANNE RIVIÈRE est juriste.

À LIRE

Sylvie Dimerman, Jean-Michel Domergue, Francine Fronchain, Marie Pascual, Jean-Michel Sterdyniak, « Construire un vrai métier de médecin dans le monde du travail », in *Alternatives économiques* (www.alternatives-economiques.fr), janvier 2008. Pascal Marichalar, *Médecin du travail, médecin du patron ?* Presses Sciences Po, 2014, 184 p.

■ NOUVELLES TECHNOLOGIES

Les dynamiques libérales du numérique

Le capital a fait le salariat « libre ». Mais de qui et de quoi une activité logicielle ou matérielle peut-elle être libre ?

PAR FRANCIS VELAIN*

AUX ORIGINES D'UN DÉBAT

À ses débuts, l'informatique vit sa diffusion freinée par l'absence d'applications logicielles. En ce temps-là, nul éditeur « libre » de logiciels ! Libre au sens libéral, c'est-à-dire indépendant des fabricants de *hardware* et des demandeurs d'applications informatiques. Le fabricant et les utilisateurs de la machine coopéraient au développement des logiciels. Jusqu'aux années 1960, le capital ne tira pas toutes les conséquences de la structure de tout ordinateur : la séparation de l'unité de traitement, du programme et des données, qui porte en elle-même la possibilité d'une émancipation de l'activité logicielle de celle du matériel. La « libéralisation » de ces deux activités ne prit son essor qu'à partir de la fin des années 1960.

Le débat sur le « libre » est une énième déclinaison du débat qui divise depuis toujours les libéraux au sujet des péages, des droits d'octroi et autres monopoles. En 1976, dans sa

lettre ouverte aux *hobbyistes*, Bill Gates posa ainsi le problème : ceux qui développaient des logiciels devaient pouvoir vivre de leur commercialisation ; ceux qui développaient leurs activités en utilisant librement et gratuitement des logiciels préexistants étaient des voleurs.

LE « LIBRE » AU CRIBLE DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE

Au-delà de l'invective : d'un côté, l'approche d'Adam Smith ; de l'autre, celle de Jean-Baptiste Say.

Les partisans du logiciel « propriétaire » ont choisi Adam Smith. Un logiciel est, dans leur optique, un produit qui fait usage par lui-même. Il vaut pour son coût de production. Il faut le protéger de la contrefaçon d'autant qu'il est plus facile à copier qu'un sac à main, un parfum ou un Airbus. Il faut protéger les sources et se prémunir de la copie numérique.

Les partisans du logiciel « libre » ont choisi Jean-Baptiste Say. Pour eux, le logiciel suscite l'offre en créant la demande. Ce n'est pas lui la marchandise, c'est l'activité qui prend appui

sur lui. Plus il est dupliqué, réutilisé, plus il suscite la demande, nourrit le marché de l'offre. Sources et binaires doivent être « ouverts », « libres » et non protégés.

Tous ces acteurs collaborent sur ce qui leur est vital : le développement technologique qui assure à leurs activités leur place dans la division du capital. La collaboration technologique entre « libre » et « propriétaire » n'est jamais compromission. C'est la condition de la concurrence libre et non faussée entre eux et de l'exploitation du travail salarié par les uns et les autres.

LE « LIBRE » ET QUELQUES RÉALITÉS OUBLIÉES

Une immense littérature théorise depuis les années 1970-1980 autour de l'opposition libre/propriétaire. Il y est question du développement d'un « *stock de biens logiciels communs* ». Manque un intervenant important : la recherche. Quel est son rôle dans l'élaboration des communs de l'industrie logicielle ?

Les algorithmes des mathématiciens grecs sont devenus des biens communs de l'humanité depuis fort longtemps. Si des biens sont communs, alors ils sont accessibles à toute forme d'usage, capitaliste ou pas. Un bien ne devient commun que par choix social et politique : la décision doit relever d'un processus démocratique.

Pour décider du caractère commun d'un bien, il faut prendre en compte sa nature. La route fait forcément bien commun : il ne ferait pas sens d'en construire une à chaque indi-

vidu. Pour d'autres biens, la réponse est moins évidente : une automobile est-elle un bien commun ou individuel ? Ici des réponses sociales et politiques décident. Cette exigence de

Les algorithmes des mathématiciens grecs sont devenus des biens communs de l'humanité depuis fort longtemps. Un bien ne devient commun que par choix social et politique.

débat vaut pour le logiciel, même si la simplicité de sa « multiplication et diffusion » encourage certains à s'en affranchir.

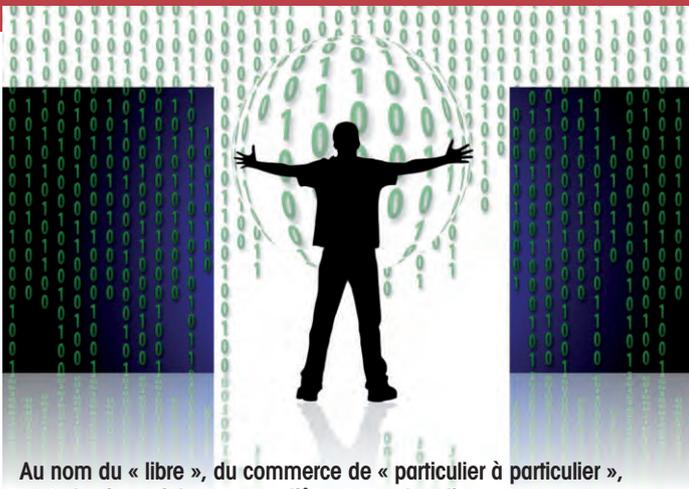
Pour rendre commun un bien, il faut d'abord qu'il existe. Les finalités qui décident la société à le considérer comme « commun » ne peuvent ignorer ni son mode de production ni sa nature. Son échange concerne-t-il des surplus, à l'exemple des pratiques dans les jardins ouvriers ? Son échange est-il le garant des conditions de vie de ceux qui le produisent ? Sa production peut-elle relever des secteurs privés ou marchands ?

LE « LIBRE » AU CRIBLE DE L'HISTOIRE POLITIQUE

La littérature du « libre » ne propose pas de le passer ainsi au crible de l'économie politique classique. À défaut, on trouve utilité à se tourner vers l'Histoire. En 1969, CDC, petit concurrent d'IBM, déclencha un procès contre le géant de l'informa-



Pour les partisans du logiciel « libre », le logiciel suscite l'offre en créant la demande. Ce n'est pas lui la marchandise, c'est l'activité qui prend appui sur lui.



Au nom du « libre », du commerce de « particulier à particulier », toute la vie sociale menace d'être « marchandise ».

tique au nom de la loi antitrust. La justice états-unienne prit alors – politiquement – en compte le fait que le traitement numérique reposait sur la séparation du matériel et de l'application. Au nom de la concurrence libre et non faussée, la justice des États-Unis poussa donc délibérément à une séparation des activités matérielle et logicielle pour assurer le développement d'un marché libre et concurrentiel.

L'obstacle que représentait encore le besoin de connaissance du jeu d'instructions de l'unité de traitement fut rapidement surmonté par le développement de logiciels de compilation, des langages de haut niveau. Des systèmes d'exploitation firent normes (Unix, DOS, Windows...).

Defense Advanced Research Projects Agency).

Cette agence n'eut de cesse d'impulser le développement de tout ce qui favorisait une mise en réseau des ordinateurs les plus hétérogènes, la portabilité des programmes sur toutes les machines, le besoin de systèmes d'exploitation et de protocoles de communications faisant norme. Tout ce qui au final permet de structurer un marché concurrentiel du travail et des activités.

Il faut replacer cette politique dans le contexte de la concurrence systémique Est/Ouest. Les États-Unis, dans la continuité de leur effort de guerre entre 1939 et 1945, entendaient développer le système technique théorisé par Norbert Wiener sous le terme de « cyber-

Le consommateur est devenu une marchandise à travers la revente à son insu de ses données personnelles. Il est sommé d'être « libre » en choisissant ses applications « gratuites ».

Cette décision anticipait aussi l'évolution du matériel. La loi empirique de Moore promettait déjà l'ordinateur personnel, les réseaux, l'informatique embarquée, les objets connectés.

Mais il ne s'agissait pas seulement d'assurer le profit des uns et des autres. Les thèses sur l'opposition libre/propriétaire n'explicitent en rien les autres motivations de la justice états-unienne à partir des années 1960, et moins encore celles de l'Agence pour les projets de recherche avancée de défense (DARPA :

netique». En URSS, les technologies numériques furent réservées à la défense; les États-Unis choisirent d'y recourir pour fonder la puissance militaire sur celle de toute l'économie.

Les États-Unis ne choisirent pas entre Adam Smith et Jean-Baptiste Say. Ils choisirent les deux : la justice définit le droit nécessaire à la protection des logiciels propriétaires; le système états-unien encouragea plus ou moins directement le travail des partisans du libre. Pour le capital, l'enjeu du déploiement du numérique n'était pas

un enjeu pour telle ou telle entreprise. C'était un enjeu pour le système économique dans son ensemble, pour l'efficacité productive du travail dans toutes les activités, donc un gage de profit pour le capital. C'est toujours d'actualité.

DU BON USAGE D'UNE ANALYSE POLITIQUE DU « LIBRE » ET DES AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

Aujourd'hui, avec le langage VHDL, des entreprises conçoivent elles-mêmes les fonctionnalités du circuit numérique dont elles ont besoin. D'autres industriels possèdent les moyens de production nécessaires à leur réalisation.

Avec le fab-lab et l'usine numérique se jouent de nouvelles divisions du travail et du capital, de nouveaux éclatements d'entreprises et une reconstruction du contrôle du processus productif par les grands groupes capitalistes.

L'évolution technologique du numérique continue de nourrir la possibilité de rendre « libres » des espaces pour l'activité du capital. L'enjeu est crucial pour le secteur de production et, par conséquent, dans la sphère de la consommation dans une interaction qui mérite réflexion.

Le consommateur est devenu une marchandise à travers la revente à son insu de ses données personnelles. Il est sommé d'être « libre » en choisissant ses applications « gratuites ». Le marché direct entre particuliers *via* le Web est la promesse du marché parfait de la concurrence libre et non faussée.

Avec des start-up comme LendingClub, dont Google est actionnaire, les prêts de particulier à particulier se disent antifinance en promettant des taux entre 4,74 et 7,56 % aux prêteurs! Derrière le covotage, des start-up se font une guerre féroce et plus encore mènent une guerre totale contre les services publics de transport.

Le législateur intervient parfois pour régler les différends. Mais il prend soin de maintenir ouverte la « liberté » des nouvelles activités.

La loi n° 2014-58 de « modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles » a instauré la liberté d'une offre privée d'autopartage et de covoiturage. Puis la libéralisation du transport par cars fut annoncée. Les cibles sont claires : les services publics de transport de personnes, les réglementations du travail et de la protection sociale. Ceux qui jouent les intermédiaires

Un énorme travail est devant nous pour imposer une conception progressiste et communiste du numérique.

sur le Web prennent leur commission en toute connaissance de cause.

Les nouveaux modes de consommation « libre » bousculent la sphère de la production et de ses régulations sociales.

Un énorme travail est devant nous pour imposer une conception progressiste et communiste du numérique et le sortir de sa matrice libérale originelle. Il faut faire bon usage du terme « libre » afin de démêler, d'une part, ce qui relève du besoin de faire progresser l'efficacité productive du travail et, d'autre part, ce qui relève de la liberté de renouveler l'exploitation. Au nom du « libre », du commerce de « particulier à particulier », toute la vie sociale menace de devenir marchandise. L'enjeu porte sur l'émancipation de tous ou la liberté de quelques-uns à imposer d'immenses reculs à la société. ■

*FRANCIS VELAIN est ingénieur informaticien.

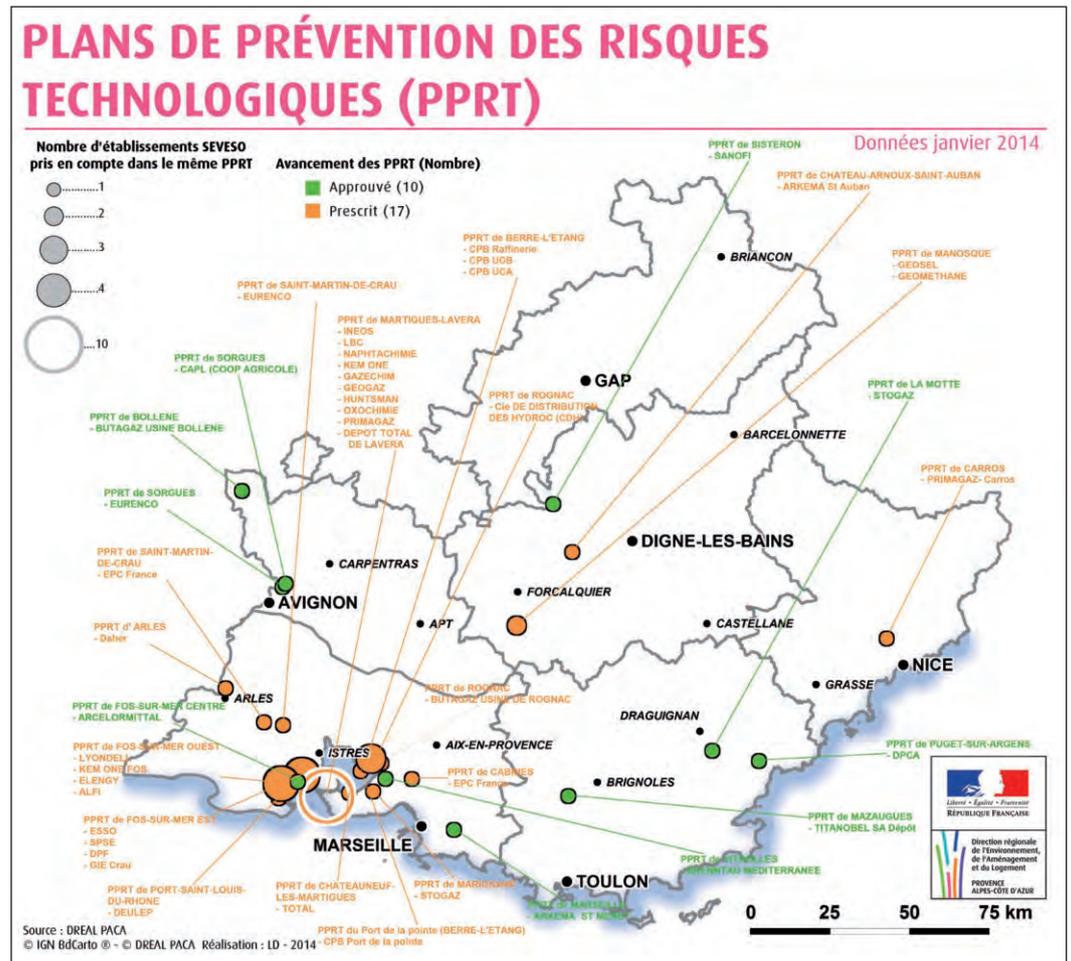
SÛRETÉ INDUSTRIELLE

Les risques industriels en France

Aborder les risques industriels nécessite, en vue de leur gestion pour la protection des travailleurs, de la population et de l'environnement, de les définir de façon rigoureuse.

PAR YVETTE VEYRET*

Les risques industriels entrent dans la catégorie des risques technologiques recouvrant les dangers liés aux activités industrielles, nucléaires, minières, aux transports et à la présence de grands barrages. Ainsi, la fuite de produits toxiques gazeux ou liquides (ammoniac, chlore, phosgène, acides...) est responsable de pollutions des sols, des eaux de surface et des nappes, de l'air. Les risques d'explosion sont associés aux installations de gaz liquéfiés ou à l'utilisation et au stockage de produits explosifs. Le BLEVE (abréviation de l'anglais *boiling liquid expanding vapour explosion*), qui peut se produire à la suite de la rupture d'un réservoir, résulte de la vaporisation à caractère explosif d'un liquide à une température très supérieure à sa température normale d'ébullition à la pression atmosphérique. Les BLEVE provoquent une onde de surpression, projettent des fragments parfois sur de grandes distances et ont aussi des effets thermiques liés à la formation d'une boule de feu. Les dangers industriels tiennent aussi aux incendies auxquels peuvent être liés des processus de *boiled over* qui se déclenchent quand sont associés un bac de produit en feu et de l'eau au fond du bac. Ce phénomène est à l'origine de violentes projections de combustible, du bouillonnement du contenu du bac, de l'extension des flammes et de la formation d'une boule de feu. Outre les victimes immédiates (morts) des accidents, ceux-ci peuvent avoir d'autres effets importants : thermiques pro-



voquant des blessures graves (brûlures); mécaniques liés aux explosions (lésions de l'oreille); toxiques, pollutions qui peuvent agir sur de vastes espaces et sur une longue durée (intoxication, atteinte au système nerveux, cancers...). Les dégâts matériels et à l'environnement sont aussi à considérer. La connaissance des risques industriels et des accidents relève du Bureau d'analyse des risques et des pollutions industrielles (BARPI), service de l'État qui rassemble l'ensemble des informations liées aux accidents industriels en France. La base de données GASPARD (Gestion assistée des procédures admi-

nistratives relatives au ministère en charge de l'Écologie) recense les communes soumises aux risques technologiques.

UNE PRISE EN COMPTE ANCIENNE

La question du risque lié aux activités artisanale et industrielle n'est pas récente. En France, elle date du XVIII^e siècle, des débuts de l'industrialisation. En 1794, l'explosion de la fabrique de poudre de Grenelle provoqua plus de 1 000 morts et entraîna une première prise de conscience. En 1806, l'ordonnance du préfet de police de Paris établit un cadre juridique destiné à protéger les

industriels, à en favoriser l'essor et à arbitrer les conflits de plus en plus nombreux entre voisinage et industriels; ce cadre oblige les exploitants d'activités dangereuses, insalubres ou incommodes à déclarer ces activités en distinguant trois catégories d'établissements selon les désagréments ou les dommages qu'ils peuvent générer. La loi du 19 décembre 1917 soumet les établissements les moins dangereux à un régime de simple déclaration. Après la loi sur les installations classées du 19 juillet 1976 concernant toute activité ou nuisance pour l'environnement (on définit par installation classée toute

exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances), les directives européennes Seveso de 1990 et 1996 ont été reprises par la réglementation française. C'est notamment l'arrêté du 10 mai 2000, qui concerne certaines installations classées utilisant des substances ou préparations dangereuses.

Il convient désormais de maîtriser le risque à la source. Le droit européen définit deux classes de dangerosité qui donnent, dans la terminologie française pour les établissements les plus dangereux, la distinction *Seveso seuil bas* et *Seveso seuil haut*. La loi du 30 juillet 2003 vise les établissements industriels à haut risque relevant de la directive Seveso 2 : ils doivent réaliser et mettre à jour une étude de dangers qui quantifie les risques et justifie les mesures de réduction de ces

risques prises par l'exploitant des installations. La directive Seveso 3, bientôt transcrite en droit français, reconsidère la classification des substances dangereuses et renforce les dispositions relatives à l'accès du public aux informations en matière de sécurité

CLASSIFICATION DES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES

La loi distingue trois régimes administratifs des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) en fonction de la gravité des dangers qu'elles présentent. Fin 2011, on recensait plus de 500 000 établissements classés ICPE.

Les établissements Seveso se situent principalement en Seine-Maritime, dans les Bouches-du-Rhône, le Nord, l'Isère, la Gironde, la Loire-Atlantique et les départements d'Île-de-France.

LA GESTION DE CRISE

Le retour d'expérience mené à la suite de la catastrophe de Toulouse (AZF, 2001) et des catastrophes naturelles (canicule de 2003...) a mis en évidence l'insuffisante préparation des individus et des pouvoirs publics face à l'événement, et ce malgré la loi de 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile. Celle-ci a été réformée au travers de la loi de modernisation de la sécurité civile de 2004, dont l'objectif est une préparation des acteurs de la gestion de crise en s'appuyant sur des procédures de vigilance et sur l'engagement accru des acteurs publics et privés ainsi que des citoyens.

La loi de 2004 a modifié la planification des secours. Désormais, il existe des plans d'organisation de la réponse de la sécurité civile (Orsec), dispositif permanent de veille et d'organisation unique de gestion

des événements catastrophiques à l'échelle d'un département ou de la zone définie comme la circonscription territoriale (la France métropolitaine est découpée en sept zones de défense : Paris, Nord, Est, Sud-Est, Sud, Ouest, Sud-Ouest) et destinée à faciliter la gestion par les autorités déconcentrées de l'État d'une situation de crise dont l'importance implique la mise en œuvre de moyens dépassant le niveau départemental. Ces plans sont coordonnés par le préfet (de département ou de zone). Quand l'accident dépasse la zone, le ministre de l'Intérieur prend le relais. À l'échelle communale, le maire est responsable de la sécurité, il s'appuie pour cela sur le plan communal de sauvegarde (PCS).

La question du risque lié aux activités artisanale et industrielle n'est pas récente. En France, elle date du XVIII^e siècle, des débuts de l'industrialisation.

QUELQUES ACCIDENTS INDUSTRIELS SURVENUS EN FRANCE DEPUIS LE MILIEU DU XX ^e SIÈCLE	
1966 Feyzin	Explosion de stockage de propane liquide : 18 morts, 1 000 blessés.
1973 Saint-Amand-les-Eaux	Explosion d'une citerne de propane : 9 morts.
1987 Saint-Herblain	Incendie d'un dépôt d'engrais : nuage toxique.
1992 La Mède	Rupture d'une canalisation, nuage gazeux d'hydrocarbure qui s'enflamme : 6 morts, 2 blessés.
1993 La Voulte-sur-Rhône	Déraillement d'un convoi et incendie des wagons d'hydrocarbure : 6 blessés, 15 maisons détruites, pollutions des sols et des eaux.
2005 Béziers	Incendie d'un bâtiment contenant 1 700 t de produits phytosanitaires : exposition potentielle de plusieurs milliers de personnes à la pollution atmosphérique générée.
1997 Port-Sainte-Foy	Collision entre un camion-citerne et un autorail : 12 morts et 43 blessés dans l'incendie qui s'ensuit.
2009 Dunkerque	Explosion accidentelle d'un camion-citerne : 1 ouvrier mort, 5 blessés.
2001 Toulouse	Explosion de 300 à 400 t de nitrate d'ammonium destiné à la production d'engrais : 30 morts, plus de 2 000 blessés. Les destructions matérielles sont considérables.

À l'échelle de l'établissement, l'étude de danger permet d'envisager les périmètres concernés en cas de crise. Pour les sites classés Seveso seuil haut, deux types de plans de secours sont obligatoires :

- les *plans d'opération interne* (POI), qui sont établis par le directeur du site en vue de gérer un incident circonscrit au site, ne menaçant donc pas la population à l'extérieur. Ces plans doivent permettre de maîtriser le sinistre et de remettre l'installation en état de fonctionnement ;

- le *plan particulier d'intervention* (PPI). Mis en place par le préfet, il a pour objectif de traiter le sinistre sortant des limites de l'établissement. Il s'agit de protéger les populations. Le PPI ►

■ SURETÉ INDUSTRIELLE

► prévoit la mobilisation des services de secours publics (sapeurs-pompiers, gendarmes, police, SAMU), de l'ensemble des services de l'État et de la commune, les acteurs privés...

Par ailleurs, la loi de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004 a réaffirmé le rôle du maire comme acteur de proximité dans la gestion des risques et a rendu obligatoire l'élaboration d'un

LA GESTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES

Elle implique fortement l'industriel et mobilise de plus en plus les citoyens.

L'étude de danger

L'industriel doit élaborer un rapport de sécurité (étude de danger) qui identifie les sources de risques, les scénarios d'accidents envisageables, leurs effets

des POI et des PPI, ainsi que les bases de la communication avec le public au sein des commissions de suivi des sites (CSS) pour les établissements Seveso seuil haut.

L'information du public

Le droit à l'information des citoyens est un élément fort de la réglementation française : le public peut donner son avis sur l'implantation d'un nouvel établissement ; il a accès aux informations contenues dans les études de dangers ; l'inventaire des substances dangereuses présentes dans l'établissement est mis à sa disposition ; il peut participer à l'élaboration des PPI ; les représentants du personnel sont consultés lors de l'élaboration des POI. En 2006 ont été créés les comités locaux d'information et de concertation (CLIC) auprès des établissements Seveso seuil haut, et les comités locaux d'information et de surveillance (CLIS) auprès des établissements Seveso seuil bas. Les deux sont désormais



En 1794, l'explosion de la fabrique de poudre de Grenelle provoqua plus de 1 000 morts et entraîna une première prise de conscience.

Le droit à l'information des citoyens est un élément fort de la réglementation française : le public peut donner son avis sur l'implantation d'un nouvel établissement.

plan communal de sauvegarde (PCS) dans les communes comprises dans le champ d'application d'un PPI. Le PCS décline l'organisation de crise adaptée à toutes les situations, il définit et répartit les missions de chacun selon ses compétences, il organise l'alerte, l'information et le soutien à la population.

sur les personnes et l'environnement ainsi que leur probabilité. Les effets dominos sur d'autres installations ou sur le milieu naturel sont également envisagés. L'exploitant doit s'attacher à réduire le risque à la source. Les études de dangers constituent des éléments indispensables pour l'établissement

Les travaux rendus obligatoires par les PPRT sur les habitations principales donnent lieu à crédit d'impôt, mais une partie demeure à la charge des riverains.

remplacés par les CSS, « lieux de débats et de consensus », qui peuvent formuler des avis en matière de plan de prévention des risques technologiques ou d'extension de sites de traitement de déchets. Les préfets en arrêtent les règles de fonctionnement : ordre du jour, frais de fonctionnement ; secrétariat ; ouverture aux experts, au public et à la presse. Ces CSS sont composés de cinq collègues (État, collectivités territoriales, riverains ou associations, exploitants, salariés), mais le nombre de leurs représentants peut varier en fonction des circonstances locales, en veillant toutefois à conserver globalement un équilibre. Les comptes rendus des comités sont considérés comme « des documents administratifs communicables au public ». Bien qu'associés à l'élaboration des plans de prévention des risques technologiques (PPRT), les CSS ne sont pas des instances de concertation.

LES PPRT

Ces plans sont les équivalents pour les risques technologiques des plans de prévention des risques naturels (PPRN). Les PPRT

LES RÉGIMES ADMINISTRATIFS

Déclaration. Pour les activités les moins polluantes et les moins dangereuses, l'exploitant déclare son installation et peut commencer son activité (450 000 établissements).

Enregistrement. Un régime d'autorisation simplifié a été instauré en 2009 pour les établissements dont les risques sont minimes, maîtrisés : après contrôle du dossier déposé par l'exploitant qui doit prouver que son projet est conforme à la réglementation, le préfet enregistre ou non cette installation (environ 1 000 établissements).

Autorisation. Le régime d'autorisation concerne les activités à risques plus importants. Pour obtenir l'autorisation, qui est du ressort du préfet, l'exploitant doit déposer un dossier incluant notamment une étude d'impact et de dangers (environ 45 000 établissements).

Autorisation Seveso seuil bas
(524 établissements fin 2011).

Autorisation Seveso seuil haut
servitude d'utilité publique
(524 établissements fin 2011).

Ces autorisations répondent à une directive européenne relative aux émissions industrielles (IED) de 2010, transposée en 2013. Les établissements Seveso *haut* et *bas* doivent effectuer une évaluation des risques sanitaires et procéder à une interprétation de l'état des milieux (IEM), de l'état de l'environnement.



Les PPRT délimitent des zones inconstructibles autour des sites industriels classés Seveso, seuil haut.

prescrits par le préfet sont élaborés en concertation avec la ou les communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer; le ou les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) compétents en matière d'urbanisme et dont le périmètre d'intervention est couvert en tout ou partie par le plan; les exploitants des installations à l'origine du risque; le comité de suivi de site (CSS).

Instaurés par la loi de 2003, les PPRT délimitent autour des sites industriels classés Seveso seuil haut des zones inconstructibles et d'autres au sein desquelles des prescriptions peuvent être imposées aux constructions existantes et futures (vitrage feuilleté, par exemple). Ces plans définissent également des secteurs dans lesquels le délaissement (droit pour le propriétaire d'un bien grevé d'une servitude de mettre en demeure la collectivité d'acquiescer ce bien), le droit de préemption urbaine (acquisition du bien par l'État ou une collectivité) et d'expropriation sont applicables quand le danger est très élevé. Le financement des mesures correspondantes est défini par des conventions entre État,

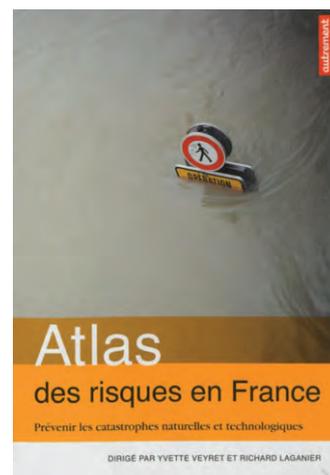
industriels et collectivités territoriales. Les travaux rendus obligatoires par les PPRT sur les habitations principales donnent lieu à crédit d'impôt, il ne reste pas moins qu'une partie demeure à la charge des riverains. Un total de 421 PPRT concernant 670 établissements industriels doivent être élaborés.

L'industriel doit élaborer un rapport de sécurité (étude de danger) qui identifie les sources de risques, les scénarios d'accidents envisageables, leurs effets sur les personnes et l'environnement ainsi que leur probabilité.

Ainsi, depuis quelques décennies, la cohabitation entre activités industrielles potentiellement dangereuses et population semble mieux prendre en compte les dangers. Néanmoins, la maîtrise de l'urbanisation prônée par le PPRT demeure difficile à mettre en œuvre. Beaucoup d'espaces sont déjà construits autour des lieux dangereux. Le PPRT est contraignant et source de conflits entre les différents acteurs concernés (citoyens et élus, par exemple) : les collectivités qui sou-

haitent maintenir un développement local n'ont guère intérêt à un zonage très restrictif qui limiterait les constructions (E. Martinais, 2012, 2013). Dans tous les cas, les enjeux financiers constituent un frein à la prise de décision, surtout si celle-ci risque de compromettre la pérennité de l'activité industrielle, donc les emplois

et l'équilibre des finances publiques. Le délaissement, l'expropriation ou le renforcement du bâti peuvent avoir un coût très élevé qui inquiète les élus des collectivités, ou le maintien de l'emploi est parfois à ce prix. Les services de l'État privilégient plus souvent la sécurité des riverains, lesquels acceptent mal le déclassement de leur bien immobilier ou l'éloignement de leur lieu de travail. Située sur le pourtour de l'étang de Berre, dans les Bouches-du-Rhône, la raffinerie Total, for-



Yvette Veyret, Richard Laganier (dir.), *Atlas des risques en France*, éd. Autrement, Paris, 2013, 96 p.

tement inscrite dans le tissu urbain, est soumise depuis 2009 à l'élaboration d'un PPRT très contesté par une partie de la population. Le collectif d'habitants opposé aux PPRT dénonce « l'injustice de la réglementation ». Obligés à des travaux de protection du bâti, les riverains ne veulent pas avoir à participer financièrement à ce qu'ils estiment être de la responsabilité de l'industriel. S'ils subissent un risque, c'est selon eux à l'industriel de prendre en charge leur protection (Osadtch, 2014). ■

*YVETTE VEYRET est géographe.

Pour aller plus loin

Emmanuel Martinais, – « L'épreuve de la décision. Le PPRT ou l'art de concilier les enjeux de sécurité et de développement », in *Les Cahiers de la sécurité industrielle*, août 2012.

– « Lyon ou l'importance des risques technologiques », in Yvette Veyret, Richard Laganier (dir.), *Atlas des risques en France*, éd. Autrement, Paris, 2013, p. 78-79.

Yvette Veyret, Richard Laganier (dir.), *Atlas des risques en France*, éd. Autrement, Paris, 2013, 96 p.

Clara Osadtch, « Mobilisations et conflits liés à la maîtrise de l'urbanisation autour des industries à risque », in *Territoire en mouvement. Revue de géographie et aménagement*, n° 23-24, 2014, mis en ligne le 30 novembre 2014. <http://www.ineris.fr/>

RESSOURCES

L'eau : ressource vitale et matière première du futur

L'eau potable pourrait être obtenue en grande quantité dans le futur. Une discrète révolution est en cours : les procédés de dessalement par osmose inverse.

PAR STÉPHANE SARRADE*

UNE HISTOIRE D'EAU

L'eau est une molécule chimique particulière. Mais l'eau est bien plus qu'un atome d'oxygène lié à deux atomes d'hydrogène, c'est la molécule responsable de la vie sur Terre. C'est parce que notre planète se trouve dans ce que les astronomes appellent la « *golden zone* » que l'eau existe à l'état liquide à sa surface. La Terre est située à la distance idoine du Soleil, alors que sur Mars, plus éloignée, l'eau serait essentiellement sous forme de glace ; sur Mercure, trop près de l'astre solaire, l'eau s'est vaporisée dans l'espace. Voilà pourquoi les astronomes suivent en permanence la trace de l'eau liquide pour identifier des planètes hors du système solaire, qui, situées dans la zone idéale, pourraient abriter la vie. Mais pourquoi l'eau liquide constitue-t-elle la ressource vitale pour notre existence ? Tout simplement parce que les premières molécules complexes se

sont formées dans les océans primordiaux. Au fil de l'évolution, le métabolisme vivant s'est développé dans une phase aqueuse : sang, lymphe ou sève des arbres. Notre organisme comprend 70 % d'eau, ce qui nous montre le lien indéfectible qui nous unit à cette molécule chimique très particulière. Nous pouvons rester trois mois sans nous alimenter, trois jours sans boire et trois minutes sans respirer. Il nous est nécessaire de vivre près de sources d'eau potable. Les premières grandes civilisations sont nées le long des côtes océaniques et des grands fleuves. C'est le Nil qui a fait l'Égypte, dit-on. La civilisation mésopotamienne est née entre le Tigre et l'Euphrate. D'autres sociétés humaines sont apparues pour des raisons analogues le long du Gange, de l'Amazone, du Yangzi Jiang (fleuve Bleu), du Niger ou du Danube.

Ces grands fleuves ont constitué des sources d'eau potable pour les humains et le bétail, et

ont permis l'essor de l'agriculture. Les voies navigables ont tracé les premiers liens culturels et commerciaux. Au Moyen Âge, en Europe, c'est la maîtrise de la force hydraulique qui l'a transformée en une source d'énergie immense et toujours d'actualité. Depuis les premiers moulins jusqu'aux grands barrages hydroélectriques, cette énergie primaire est associée aux premières grandes industries : mines, métallurgie, papeteries, tanneries...

DES BESOINS CROISSANTS

Cela dit, notre société moderne est de plus en plus dépendante de l'accès à l'eau. Plusieurs raisons, liées ou non, contribuent à cette situation d'« addiction » à l'eau.

2 millions d'enfants de moins de 2 ans meurent chaque année de pathologies liées à l'eau insalubre ou insuffisante : virtuellement, un Boeing chargé d'enfants s'écrase toutes les 2 heures.

Tout d'abord, la démographie bien sûr. Entre 1965 et 2010, c'est-à-dire pendant les quarante-cinq premières années de ma vie, j'ai été le spectateur du doublement de la population mondiale. Actuellement, plus de 7 milliards de Terriens doivent étancher leur soif et se nourrir ; 700 millions d'entre eux n'ont pas un accès

direct à l'eau potable et 1 milliard n'a pas un niveau suffisant de nourriture ; 2 millions d'enfants de moins de 2 ans meurent chaque année de pathologies liées à l'eau insalubre ou insuffisante : virtuellement, un Boeing chargé d'enfants s'écrase toutes les deux heures, alors qu'en même temps le réseau d'alimentation de nos toilettes fonctionne avec de l'eau potable. La raison de cette situation incroyable est que l'eau potable n'est pas distribuée de manière homogène à la surface de la planète. L'eau recouvre environ 70 % de la surface terrestre, et il faut y ajouter l'eau présente sous forme de vapeur dans l'atmosphère et les eaux souterraines des couches aquifères. La réserve totale en eau est estimée à 1,4 milliard de kilomètres cubes. Si toute cette eau était ramenée à une bouteille de 1 l, la quantité d'eau douce disponible représenterait environ le quart d'une cuillère à café... Plus de 97 % de l'eau de la Terre est salée. Seuls 2,6 % sont considérés comme de l'eau douce, mais la majeure partie (2 %) est stockée dans les glaciers et les calottes glaciaires, dans les régions polaires et au Groenland. Cette eau n'est pas directement disponible. En fait, ce qui est réellement accessible se trouve dans le sol (0,59 %) ou dans les lacs, les rivières et les fleuves (0,01 %). Une eau douce en très faible quantité et mal distribuée géographiquement amène depuis des années des situations de stress hydrique sévère en Asie du Sud-Est, en Afrique subsaharienne et dans le pourtour méditerranéen.



Usine de dessalement d'eau de mer par osmose inverse à Oman.

Mais le stress hydrique va aussi concerner des régions mieux dotées. L'augmentation démographique induit une intensification de l'agriculture et de l'industrie, qui utilisent des quantités importantes d'eau. De même, la production d'énergie secondaire, *via* les centrales thermiques, mobilise aussi des quantités significatives d'eau. Enfin, l'augmentation de l'activité induit une pollution potentielle de l'eau avec les pesticides, les nitrates et d'autres polluants issus de l'industrie. Tout cela conduit à limiter encore plus la quantité d'eau potable disponible.

L'eau, ressource vitale, est devenue une matière première rare d'une valeur marchande avérée, équivalente parfois à celle d'une denrée alimentaire.

Cela commence par le commerce de l'eau en bouteille, largement rentable dans les pays industrialisés et au-delà. Mais à qui appartient réellement l'eau pompée et embouteillée? Je me pose la question de la dette carbone de la bouteille d'Évian que je viens de trouver dans ma chambre d'hôtel à Tokyo. Cela ne s'adresse pas qu'aux pays riches, puisque l'eau en bouteille devient un marché florissant en Afrique, Amérique du Sud et Asie. Le Pakistan a servi de pays test pour lancer Pure Life une des 70 marques d'eau en bouteille de Nestlé Water, destinée aux pays hydriquement défavorisés.

PRODUIRE DE PLUS GROS VOLUMES D'EAU POTABLE : COMMENT FAIRE ?

Depuis très longtemps, l'homme a essayé de domestiquer l'eau pour sa consommation, l'agriculture, l'industrie et pour produire de l'électricité. Les exemples les plus emblématiques sont les barrages, comme celui d'Assouan en Égypte ou celui des Trois-Gorges en Chine. Ces grands travaux ont pour conséquences des bouleversements écologiques avérés ou potentiels. Mais même si les médias

s'accordent à jeter l'opprobre sur ces grands ouvrages, qui pourrait dire ce qui se serait passé en Égypte sans le barrage d'Assouan, alors que la population égyptienne croît de manière constante et significative depuis 1970?

Les choix techniques sont limités, car l'équilibre entre produire de l'eau potable et préserver l'environnement est précaire. Toutefois, un procédé s'impose naturellement, puisqu'il concerne le traitement de la quantité d'eau la plus impor-

Le dessalement de l'eau de mer avec des procédés thermiques, ne représentent plus que 20 % des usines installées. 80 % sont maintenant dédiés aux procédés membranaires, et en particulier à l'osmose inverse.

tante : l'eau salée. Le dessalement de l'eau de mer a été effectué historiquement avec des procédés thermiques, mais le coût du pétrole a limité l'extension des procédés utilisés, qui ne représentent plus que 20 % des usines installées. 80 % sont maintenant dédiés aux procédés membranaires, et en particulier à l'*osmose inverse*.

Ce procédé, développé dans les années 1950 par Srinivasa Sourirajan et ses collaborateurs, fut rapidement considéré par les États-Unis comme une rupture technologique pour produire de l'eau douce, notamment sur les bâtiments de l'US Navy. Le principe en est simple, il consiste à mettre en œuvre une membrane, un polymère dense ou très faiblement poreux, qui sous l'effet d'une pression appliquée à l'aide d'une pompe permet de retenir tous les constituants de l'eau salée et de ne laisser passer que l'eau pure. Ce procédé va à l'encontre du phénomène naturel d'osmose, qui consiste à créer un flux spontané dilué vers un compartiment concentré. Ici, on s'oppose à ce flux en appliquant de fortes pressions (60 à 80 bar) pour concentrer encore plus l'eau



salée et produire, d'une part, une saumure et, d'autre part, une eau osmosée extrêmement pure avec un rendement de l'ordre de 50 %. D'ailleurs, cette dernière n'est pas indiquée pour la consommation humaine car l'eau potable doit contenir des oligoéléments (sels...). Ici, ce n'est pas compliqué, il suffit de mélanger 1 m³ d'eau salée à

10 m³ d'eau osmosée pour obtenir de l'eau potable.

Depuis quarante ans, des progrès considérables ont été faits dans le secteur des membranes, de sorte que sur des unités industrielles modernes le coût de production est de l'ordre de 0,50 €/m³ d'eau.

Environ 120 millions de mètres cubes d'eau potable sont produits par jour dans le monde dans de telles unités. Les plus importantes, comme celles de Ashkelon en Israël ou de Perth en Australie, produisent entre 300 000 et 450 000 m³ d'eau par jour. Le poste le plus important du procédé est celui de l'énergie électrique pour les pompes, qui peut être fournie de manière renouvelable dans des petites unités, par énergie nucléaire pour de plus grandes installations. Dans les deux cas, ces unités fonctionnent avec des énergies décarbonées.

Autre aspect important, celui de l'impact sur l'environnement. Les premières unités d'osmose inverse de tailles conséquentes furent installées dans les années 1980, dans les pays du golfe Persique. L'eau salée concentrée, la saumure, était rejetée *via* un simple tuyau s'enfonçant de quelques dizaines

Les différentes couches d'une membrane utilisée pour le dessalement par osmose inverse : on filtre ainsi le sel de l'eau de mer par une sorte de « passoire » à mailles très fines.

de mètres dans l'océan. Ce rejet salin a fortement impacté l'environnement et l'écosystème local : poissons et plantes marines l'ont déserté. Actuellement, d'autres solutions de rejet de saumure sont déployées. Par exemple, dans l'unité de Perth ce n'est pas un simple tuyau qui est utilisé mais un réseau extrêmement complexe, avec plusieurs sorties possibles, qui s'enfoncent dans l'océan. L'usine est connectée au Centre national océanographique australien, lequel indique en temps réel où se trouvent les courants les plus violents et les zones de turbulences. Le système de gestion d'effluents de l'usine de Perth choisit donc la zone de rejet où la turbulence est la plus élevée pour injecter, en discontinu et à de faibles volumes, la saumure ; le rejet est immédiatement dilué et son impact sur l'environnement est nul.

Le xxi^e siècle sera probablement celui de l'eau et du changement climatique. Il est possible de lire les zones de conflit dans le monde avec le crible de l'accès à l'eau, de la bande de Gaza au Tibet. Ces zones peuvent se multiplier, et le dessalement de l'eau de mer constitue une solution durable et adaptée pour diminuer le stress hydrique sur la planète. Les chercheurs et les entreprises françaises sont parmi les plus en pointe dans le domaine des procédés membranaires pour la production d'eau potable. Nous pouvons ainsi continuer à jouer un rôle majeur dans ce domaine. ■

***STÉPHANE SARRADE** est chercheur au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), directeur du département de physico-chimie à la Direction de l'énergie nucléaire du CEA Saclay, président du Club français des membranes et de l'association Innovation Fluides supercritiques.

■ MARCHÉ CARBONE

Le climat sauvé par la banque et l'entreprise ?

Le climat est un des facteurs fondamentaux du développement de nos sociétés, ne serait-ce que pour la production alimentaire. Les financiers s'y sont donc intéressés depuis longtemps. Cet intérêt prend actuellement une nouvelle ampleur.

PAR JEAN-CLAUDE CHEINET*

« Si le climat était une banque, vous l'auriez déjà sauvé ! » Hugo Chavez

L'intérêt pour le climat est d'abord venu de ce que les récoltes en dépendaient. Financiers et négociants ont spéculé jadis sur les stocks de blé, puis ont pesé pour adapter les semences aux prévisions de production obtenues depuis les satellites, puis ont développé des systèmes d'assurance sur les aléas des récoltes. Que faisaient en amont les États et les institutions internationales ?

L'ONU ÉCARTÉE ?

L'ONU a alerté depuis plus d'un quart de siècle sur le réchauffement climatique et ses conséquences ; elle a suscité des conférences internationales et la création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Celui-ci confirme le réchauffement climatique en cours, et ne cesse, de rapport en rapport, de revoir à la hausse les prévisions d'élévation des températures de notre atmosphère et de clamer l'urgence d'agir. Or l'ONU n'est pas parvenue à faire en sorte que des mesures efficaces soient prises par les États qui privilégient leurs égoïsmes nationaux. Dans nos sociétés capitalistes, les forces dominantes et les firmes minorent la chose et tentent d'en tirer profit en inventant des « produits verts » qui « n'attaquent pas la couche d'ozone » ou qui sont « bons pour ma planète ». Manière



de verdir le capitalisme et de trouver de nouveaux créneaux marchands.

Si les États sont ou faibles ou sans volonté devant les milieux financiers et les lobbys, ne peut-on pas s'appuyer sur l'« économie », c'est-à-dire sur les entreprises ?

LE MARCHÉ DU CLIMAT ET LA DÉMISSION DES ÉTATS

Paradoxalement, c'est ONU elle-même qui a ouvert cette voie en proposant dans le Protocole de Kyoto (1997), en convergence avec la Banque mondiale et l'OCDE, d'encourager les efforts à moins polluer par le recours au marché et aux milieux financiers. On met en place un système de quotas d'émissions de gaz à effet de serre (GES), autrement dit de droits d'usage à polluer : 2 milliards de tonnes d'émissions de GES (CO₂ essentiellement) sont réparties gratuitement entre 12 000 sites industriels ; les pays « vertueux » aux industries moins polluantes épargnent une partie des quotas et peuvent les revendre aux pollueurs, à charge pour celui

qui rejette plus d'acheter un complément de droits (environ 4€/t) à ceux qui polluent moins. C'est un marché financier qui s'ouvre, avec une Bourse du carbone à côté des titres financiers et des assurances.

Abandonnant leurs politiques de normes et de maîtrise de secteurs vitaux, les États, au nom de la concurrence, cèdent au premier lobby venu.

Parallèlement, l'ultralibéralisme des gouvernants pousse à la privatisation des biens communs que sont l'eau, les forêts et sites naturels, l'énergie, afin que les firmes en tirent profit. Mais la gestion durable de ces biens en devient plus difficile, car elle se heurte aux choix différents des différents acteurs (distribution de l'électricité, gestion des barages privatisés, etc.).

Abandonnant leurs politiques de normes et de maîtrise de sec-

teurs vitaux, les États, au nom de la concurrence, cèdent au premier lobby venu (comme l'écotaxe, qui disparaît devant les transporteurs routiers, ou comme l'aide tarifaire au développement du photovoltaïque et de l'éolien, qui profite à quelques firmes, ou bien les exonérations de la taxe carbone pour les industriels au nom de la compétitivité...).

Le système engendre de lui-même le gaspillage, car pour vendre plus il suffit de programmer l'obsolescence des produits industriels : usure, réparation impossible, pièces détachées introuvables, tout est bon pour vendre un produit neuf... et fabriquer ainsi des déchets tout en rejetant des polluants dans l'eau et l'air.

LA FINANCE EST ARRIVÉE...

La finance a un intérêt renouvelé pour le climat. Firmes et banques se saisissent de technologies nouvelles et non abouties ; leur exploitation est un filon pour elles, d'autant que s'y ajoutent souvent aides « incitatives » et exemptions fiscales décidées par les États au nom de la compétitivité ou de la lutte contre le réchauffement climatique. Ces institutions créent des filiales afin de ne pas apparaître en première ligne, mais fournissent des capitaux pour ces nouvelles techniques (énergie éolienne ou photovoltaïque, géo-ingénierie, etc.) et se positionnent pour en contrôler le développement. Bien plus, les États à la recherche d'une action sur le climat – qu'ils s'interdisent au nom de ce même libé-

ralisme – s’engagent pour garantir les profits de ces firmes.

Foin d’un changement de système, le climat est source de profit ! Il suffirait donc de faire appel au privé, à l’intérêt individuel, de culpabiliser les mauvais citoyens qui ne trient pas bien, ne convoitent pas, n’achètent pas des « produits verts ». Plus besoin de remettre en cause les logiques du capitalisme, les États aident, exemptent, et les citoyens paient soit comme contribuables, soit comme consommateurs.

Les gouvernants y voient l’avantage supplémentaire de pouvoir réduire les dépenses de recherche fondamentale : les firmes se chargent d’exploiter les connaissances acquises et des techniques connues.

Les conséquences du réchauffement climatique ont un coût dont le rapport Stern a établi une première approche. Les

Plus besoin de remettre en cause les logiques du capitalisme, les États aident, exemptent, et les citoyens paient soit comme contribuables, soit comme consommateurs.

sommes en jeu sont énormes (75 milliards de dollars assurés pour l’ouragan Katrina en 2005, 2 milliards d’euros pour la canicule en France en 2003, et le nombre de cataclysmes naturels a doublé en trente ans...), et les assureurs du secteur développent un système de réassurances où les sommes dégagées sont placées en titres financiers, les *cat bonds*. Ces titres sont « notés » par les agences de notation et échangés en Bourse (Bourse Catex au New Jersey ou de Chicago...). Bien plus, des États émettent des *cat bonds* souverains, et certains de ces « dérivés clima-



tiques » portent sur les risques de dépassement de paramètres climatiques (la pluie en millimètres, le froid en degrés Celsius, la sécheresse...) ou de disparition de telle ou telle espèce jugée utile par celui qui s’assure... Jointe à la Bourse du CO₂, l’approche libérale a débouché sur des *subprimes* de l’environnement.

Plus de vingt ans de cette expérience ont conduit à des chiffres records d’émission de CO₂ en 2013 et 2014.

UN ÉCHEC PATENT

L’approche libérale conduit à une gestion dangereuse. Les zones contenant des minerais, terres rares ou pétrole deviennent facilement des zones de guerre, avec des ravages humains et écologiques considérables. Fragmentés en micro-États ou en grandes régions, avec des dirigeants corrompus, les États, que ce soit en Europe ou sur d’autres continents (Afrique, Moyen-Orient...), ne peuvent résister aux injonctions des multinationales.

Même des États plutôt solides composent avec les intérêts des firmes ; le mouvement de refus de l’exploitation des gaz de schistes et des oléoducs correspondants ne décourage pas leurs manœuvres pour contourner quelques règlements, souvent avec succès.

Gestion aussi à effets pervers. Le marché européen des droits carbone s’est effondré du fait de la crise, du développement des services (peu polluants) et des délocalisations industrielles

vers les pays du Sud. À tel point qu’en Europe il peut être plus avantageux d’acheter des droits à polluer que de recourir ou même de maintenir des procédés plus propres. Et pour « sortir du nucléaire » (dans un but plus politique qu’écologique), le gouvernement allemand s’appuie sur cette opportunité, relance le thermique à charbon... et pollue plus que vingt ans en arrière.

Les *cat bonds* du Mexique ont été émis avec des critères de déclenchement si nombreux que, sur 200 événements climatiques, ils n’ont été déclenchés que 3 fois. Et sont-ils soutenables sur le long terme ? Le changement climatique étant global, ils sont susceptibles de s’effondrer comme les *subprimes*... et ils ne restent en définitive qu’une manière de répartir après coup le coût des dégâts, mais ne sont en rien une action de prévention.

Enfin, réduire l’action des États au seul soutien au privé montre que les politiques publiques sont sans prise sur le réel et décrédibilise leurs auteurs.

UN RETOUR DES ÉTATS ET DE L’ONU ?

La COP 20 de Lima, tenue récemment, semble amorcer un rééquilibrage encore bien ambigu ; elle a été précédée d’une déclaration Chine - États-Unis et de pressions de Ban Ki-Moon, secrétaire général de l’ONU. La déclaration adoptée *in extremis* évoque les contributions nationales des différents États, mais elles sont à définir par les États eux-mêmes

et ne sont pas contraignantes, car liées à différents indicateurs parmi lesquels les États peuvent choisir ; quant à la dette climatique des États capitalistes industrialisés envers le Sud ou le financement du « fonds vert » pour aider la transition du Sud, rien n’est fixé.

La démarche amorce cependant une construction liant les États, mais elle reste dans le cadre libéral ; seule la mobilisation citoyenne peut faire bouger les lignes.

Il faut oser supprimer les avantages fiscaux accordés aux firmes (par exemple les subventions aux firmes exploitant les énergies fossiles), imposer une vraie taxe carbone et une taxe sur les transactions financières... Le rôle des États est ainsi de rompre avec les logiques libérales mortifères pour l’environnement et le climat, de casser le pouvoir des financiers dans ce domaine et d’oser revenir à une réglementation contraignante sur des procédés moins polluants, sur la qualité, l’innocuité et la durabilité des produits. Les États doivent reconquérir leur rôle traditionnel d’organisation de la vie sociale dans le sens de l’intérêt général. Ce faisant, l’ONU et ses institutions liées retrouveront leur rôle de coordination des efforts planétaires et une action continue plus forte que celle de conférences épisodiques.

Il reste quelques mois avant la COP 21, conférence de Paris en fin 2015, pour que grandisse la conscience du saut qualitatif que nous demande la lutte pour sauver le climat ; celui-ci n’est pas une banque, et seuls les peuples pourront amener les États à mettre en place les mesures contraignantes et d’organisation de la vie sociale qui sont nécessaires. Évidemment, ils reculent, car ce sont les logiques capitalistes qu’il faut renverser. ■

*JEAN-CLAUDE CHEINET est membre de la commission écologie du PCF.

TRANSPORTS

Autoroute ferroviaire Lille-Bayonne vue depuis Tarnos : l'envers du décor

L'Autoroute ferroviaire Atlantique semble être un projet écologique, soucieux du développement du rail et de la réduction du CO₂. Mais derrière la façade, se cache une autre réalité.

PAR LISE TOUSSAINT*

GENÈSE DU PROJET : GRENELLE I

En 2009, la loi Grenelle I fixe parmi ses objectifs la mise en place d'un réseau d'autoroutes ferroviaires à haute fréquence comme alternative aux transports routiers de longue distance. Le principe d'une autoroute ferroviaire est de prendre des remorques de camions – parfois même leur cabine – à un point A et de les décharger à un point B, sans arrêt intermédiaire. En cela, elle n'est pas compatible avec le système intermodal universel et international, avec conteneurs ou combinés adaptables aux trains, poids lourds, cargos, etc.

Le système d'autoroute ferroviaire interdit d'aller chercher les marchandises directement dans une entreprise sans passer par le transport de poids lourd qui, seul, fera la liaison jusqu'au point A de l'autoroute ferroviaire. Il en sera de même du point B à la destination du camion. Adieu, donc, intermodalité, transport de proximité et wagons isolés.

Malgré cela, le projet de construction de l'un des deux terminaux de transbordement dans la ville de Tarnos (12 260 hab.), dans le sud des Landes, avait de quoi faire rêver.

La création de deux autoroutes ferroviaires, dont l'Atlantique entre Lille (Douvrin) et Bayonne (Tarnos), est annoncée par le gouvernement le 18 septembre 2013; l'État mettra en place une concession de dix-sept ans (deux ans de travaux et quinze ans d'exploitation), au terme de

laquelle il deviendra propriétaire de la plate-forme. Les premiers trains de 750 m (80 camions/jour) devraient effectuer deux allers-retours quotidiens (ARQ) à partir de janvier 2016 pour augmenter le trafic et faire circuler jusqu'à 480 camions/jour sur des trains de 1 050 m en 2024.

C'est un projet de 400 M€ d'investissements (dont 100 M€ pour les wagons Modalohr).

DES CAPITALS INTÉRESSÉS

Le choix de Tarnos a été préconisé par Philippe Essig, ancien président de la SNCF, chargé par le gouvernement en 2008-2009 d'une mission de réflexion sur le fret ferroviaire. Il dirige aussi la société Modalohr, qui possède le monopole de la construction des wagons (400 000 € l'unité) utilisés par les autoroutes ferroviaires. Et Modalohr détient 10 % du capital de Lorry-Rail, filiale privée de la SNCF choisie par l'État comme concessionnaire du projet car elle est la seule société à répondre à l'appel à projets lancé par l'État. Cette entreprise propose alors un emplacement sur des terrains de sa filiale SETRADA, située à Tarnos et dont l'activité semble s'essouffler (plutôt que le Centre européen de fret de Mouguerre, où la région et l'État ont massivement investi).

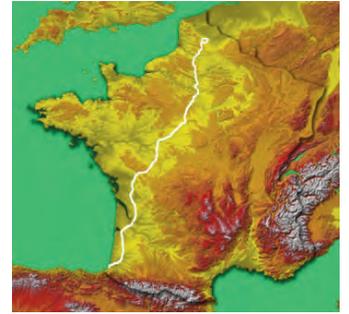
Mais, à travers le territoire français, plusieurs centaines de gares de fret ont été fermées, 60 % des filiales que la SNCF a rachetées sont à vocation routière et le fret sur rails est passé de 20 à 10 % de la part du transport en France. Le système d'autoroute ferro-

viaire s'inscrit dans cette logique. Il revient donc à entériner le camion comme moyen de transport principal. Et les choses sont claires : l'entretien des routes empruntées par ces camions sera à la charge du conseil départemental. De même, cet outil financé très majoritairement par l'État – mais entièrement aux mains du privé – participe à la casse du statut des cheminots et écarte sérieusement la mise en place d'une ambitieuse politique nationale des transports. Enfin, l'autoroute ferroviaire s'inscrit dans une logique de fonctionnement à flux tendu, de production éclatée favorisant le dumping social.

LEVÉE DE BOUCLIERS UNANIME CONTRE UN PROJET MAL PENSÉ

La Cour des comptes déclarait en 2012 : « *Les autoroutes ferroviaires ne pourront être une opportunité pour le fret ferroviaire qu'à la condition de démontrer leur capacité à fonctionner à terme sans aide financière publique récurrente.* » L'État s'est effectivement engagé à compenser le déficit « éventuel » d'exploitation de la ligne (privatisation des profits, socialisation des pertes).

L'Autorité environnementale¹, pointe quant à elle tout un ensemble de lacunes, d'absences, voire de défaillances, tant sur les évaluations socio-économiques que sur les études d'impact environnemental². L'Autorité de régulation des activités ferroviaires (ARAF) a également pris position à l'unanimité de ses membres contre le projet, pointant des risques de



Le système d'autoroute ferroviaire revient donc à entériner le camion comme moyen de transport principal. Et les choses sont claires : l'entretien des routes empruntées par ces camions sera à la charge du conseil départemental.

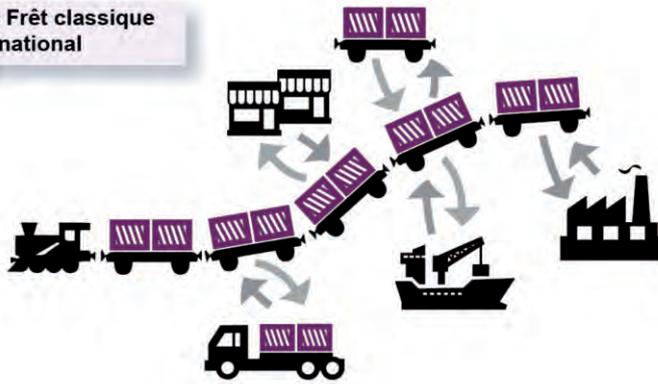
concurrence inéquitable, notamment vis-à-vis du transport par combiné, tirant l'alarme sur la disponibilité des sillons risquant de créer des conflits de circulation. En effet, si les trains de l'autoroute ferroviaire devaient s'arrêter (problème mécaniques ou autres) pendant leur trajet, il existe trop peu de voies de garage d'au moins 1 050 m pour que le train arrêté ne bloque pas l'ensemble de la voie.

Le Canard Enchaîné relevait également, le 22 juillet 2014, la nécessité de « raboter » près de 3 000 ouvrages d'art pour que les wagons transportant les camions puissent passer (les pneus dégonflés).

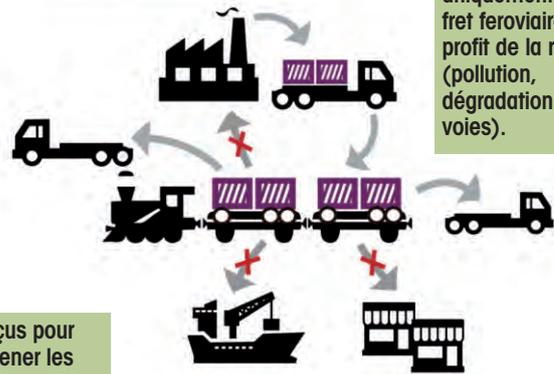
UN CONTRE-SENS ENVIRONNEMENTAL, INDUSTRIEL ET ÉCONOMIQUE

Au plan local, la ville de Tarnos a pris position pour condamner ce projet, d'autant plus que l'installation du terminal à l'endroit précis prévu par Lorry-Rail serait une vraie catastrophe,

Modèle Frêt classique et international



Modèle Autoroute ferroviaire (en France exclusivement)



Transport de camions uniquement : tue le fret ferroviaire et au profit de la route (pollution, dégradation des voies).

Les wagons sont adaptables de manière universelle et internationale, ils sont conçus pour aller sur les trains, les cargos, les poids-lourds et aller directement chercher et amener les marchandises dans les usines ou commerces : c'est le système le plus intermodal possible.

tant sur le plan économique qu'environnemental.

Depuis la fermeture des Forges de l'Adour et la reconversion de la zone industrialo-portuaire de la commune, Tarnos, ville principale du port de Bayonne, ainsi que ses partenaires ont tout fait pour attirer les entreprises à fort potentiel de création d'emplois et de transformation, et pour développer le trafic. S'y ajoutent aujourd'hui des exigences en matière de respect de l'environnement et de la santé des riverains et des salariés.

Immobiliser 10 ha pour des activités de transits ne nourrissant absolument pas les activités portuaires et ne créant que 75 emplois (chiffre revu à la baisse au fur et

traverser 7 km de zone résidentielle pour rejoindre l'autoroute, dans une agglomération des plus attractives de France et dont les routes sont déjà saturées. Les trains de 1 km de long, pour rejoindre la plate-forme de chargement/déchargement, devront effectuer un certain nombre de manœuvres à basse vitesse entre Bayonne, Boucau et Tarnos. Cela signifiera des passages à niveau sur des axes stratégiques fermés pendant 10 à 15 min. Pour l'accès des ambulances, pompiers et autres urgences, la responsabilité est renvoyée... aux communes ! Le respect des normes environnementales est également oublié. Le site, dans une situation déjà

cielle (5 mai-5 juin 2014). Le contrat de concession, signé avant même le début de l'enquête publique entre Lorry-Rail et l'État, est encore inconnu. La commission d'enquête elle-même a reconnu en réunion publique ne pas y avoir eu accès. Mais, de façon surprenante, cette même commission a donné un avis favorable à tous les volets du projet, avec seulement quelques réserves.

Parallèlement, le conseil communautaire et le schéma de cohérence territoriale (SCOT) se sont tous prononcés contre le projet. La CGT SNCF basque et des associations locales de défense de l'environnement se sont jointes à la réflexion et à la lutte.

Dans une ville où les habitants ont l'habitude d'être associés aux décisions municipales, y répondant nombreux, l'opacité des informations et le mépris auquel ils se sont heurtés a dépassé le choc culturel.

Enfin, une association a été créée, regroupant des citoyens représentatifs de la diversité municipale. Plus de 420 personnes y ont adhéré. Les réunions et rassemblements organisés n'ont jamais regroupé moins de 350 personnes. Plus de 2 000 riverains ont signé une pétition.

Comme ailleurs, la difficulté de cette association sera de remporter son bras de fer sur le long terme. Depuis le début, le but de l'association (explicité dans sa dénomination : Contre le terminal de l'autoroute ferroviaire à Tarnos [CTAFT]) a été de partir de chiffres – inquiétants par leurs conséquences sur Tarnos

– pour élever le niveau de connaissances des citoyens sur la situation du transport ferroviaire en France.

En dépit du temps qui passe, il deviendra de plus en plus difficile pour les autorités d'endormir ou de manipuler ces gens debout : ils savent, ils sont déterminés, ils sont intellectuellement armés. La prochaine manche aura lieu au ministère des Transports, où le secrétaire d'État chargé des Transports du gouvernement Valls II, le Landais Alain Vidalies, a accepté à force de pression d'en recevoir une délégation. ■

*LISE TOUSSAINT est membre du comité de rédaction de *Progressistes*.

Dans une ville où les habitants ont l'habitude d'être associés aux décisions municipales, y répondant nombreux, l'opacité des informations et le mépris auquel ils se sont heurtés a dépassé le choc culturel.

à mesure des réunions) fait bondir les élus tarnosiens. Du côté des entreprises locales, on apprécie moyennement l'arrivée et le départ de 400 camions supplémentaires par jour. L'entreprise d'aéronautique Turboméca (plus de 1 500 emplois sur site) est directement concernée par cette implantation qui lui fait face, tout comme le pôle territorial de coopération économique flambant neuf voisin (350 emplois). Et ce dans un contexte où la région Aquitaine travaille à un nouveau schéma d'aménagement ambitieux du port.

De plus, il y aurait doublement du flux de camions, qui devront

non conforme aux prescriptions de l'État, est en bordure d'une zone particulièrement sensible en termes d'inondations (zone d'absorption des eaux pluviales avec une nappe phréatique à moins de 2 m sous le sol).

LA POPULATION ET LES ÉLUS LOCAUX MÉPRISÉS

Sur la forme, la situation est tout aussi lamentable. Le maire, communiste, de Tarnos a dû batailler ferme pour obtenir la tenue d'une réunion publique pour que Lorry-Rail vienne présenter son projet à la population, quelques jours avant la fermeture de l'enquête publique offi-

ÉCOLOGIE

Protéger la nature : un impératif pour un développement humain durable

Parmi les causes de la crise de l'environnement dans laquelle se trouve plongée la civilisation contemporaine, celles qui découlent de la quantité – par essence limitée – de ressources naturelles disponibles dans la biosphère figurent à la fois parmi les plus préoccupantes et les plus controversées.

PAR FRANÇOIS RAMADE*

UNE PLANÈTE FINIE

Bien qu'à de nombreuses reprises des peuples se soient trouvés confrontés à la raréfaction des ressources, en particulier alimentaires, ce n'est qu'à la fin des années 1960 qu'est apparue une prise de conscience de l'importance de cette crise (Conférence de Stockholm, 1972). Depuis, les pouvoirs publics d'un nombre croissant de pays et les organisations multilatérales internationales prennent en considération avec plus d'attention la problématique de la préservation de la nature et de ses ressources dans l'intérêt des générations futures.

Au début du XXI^e siècle, l'examen de tels problèmes conduit à traiter de sujets aussi brûlants d'actualité que la finalité de la croissance économique, la nécessité d'atteindre au plus vite un état stationnaire dans les effectifs des populations humaines,

de ne plus utiliser de façon destructive les ressources naturelles biologiques et de recycler systématiquement celles qui ne sont pas renouvelables. Ces sujets sont sous-jacents aux problématiques de protection de la nature telles qu'appréhendées, parfois confusément, par une majorité de ceux qui sont engagés dans ce domaine au plan professionnel ou à titre individuel.

Ces questions se rapportent à l'adéquation des termes du tétronyme *populations-ressources-environnement-développement* qui conditionne l'impératif catégorique auquel l'humanité contemporaine est soumise : atteindre l'objectif d'un développement durable.

La conservation des ressources biologiques et la préservation des processus écologiques fondamentaux, tels que le cycle de l'eau, qui constituent la thématique essentielle des problèmes actuels de protection de la nature,

ont été rapidement perçues par des écologues comme un problème majeur, pouvant interférer avec le devenir de l'homme. Dès le milieu du XIX^e siècle, des scientifiques pionniers des sciences de la conservation avaient attiré l'attention sur les risques que représentaient pour les populations humaines la

utilisation rationnelle des ressources naturelles. L'urgence de mettre en œuvre une préservation efficace des écosystèmes peu ou pas modifiés par l'homme dépasse largement les interrogations liées aux finalités de la mondialisation des échanges commerciaux et la tristement célèbre OMC, ainsi que les

La conservation des ressources biologiques et la préservation des processus écologiques fondamentaux, tels que le cycle de l'eau, ont été rapidement perçues par des écologues comme un problème majeur, pouvant interférer avec le devenir de l'homme.

déforestation, la surexploitation d'espèces végétales ou animales, victimes de cueillettes ou d'une pression de chasse ou de pêche excessives.

UN NOUVEAU MODE DE DÉVELOPPEMENT NÉCESSAIRE

La phase de développement atteinte par l'humanité rend de plus en plus urgente une planification relative à l'utilisation et à la préservation de la nature et de ses ressources. Outre les milieux de la recherche orientés sur ces problématiques et des membres d'ONG spécialisées dans la protection de la nature, l'impérative urgence de protéger les habitats naturels est perçue par beaucoup de citoyens.

On a commencé à entrevoir l'incourable nécessité de promouvoir un nouveau mode de développement, qui intègre la préservation des processus écologiques fondamentaux et l'uti-

concepts de planification limités aux entreprises industrielles, à l'urbanisme et, dans les cas les plus favorables, à la mise en valeur de certaines ressources¹. Cette planification des secteurs privés et publics, de caractère multidisciplinaire, pourrait mettre un terme aux destructions qui ont jusqu'à présent caractérisé l'« aménagement » du milieu. La planification classique, mise au rebut par les tenants du libéralisme, présente l'inconvénient d'être univoque, et non pluridisciplinaire². De ce fait, quels que soient les bénéfices que la société peut en tirer, elle est incapable d'assurer la conservation et l'utilisation rationnelle de la biosphère, *a fortiori* d'assurer la pérennité des équilibres écologiques globaux indispensables au maintien de conditions de vie propices aux organismes supérieurs – homme inclus. Longtemps, la préservation de

Le Parc national de Yellowstone (États-Unis), créé en 1872, fut la première aire protégée établie dans le monde.



la nature a été considérée comme une problématique esthétique, dont l'objet était la sauvegarde de paysages naturels remarquables, voire comme une lubie de quelques savants. Elle a même parfois été interprétée par des progressistes comme ésotérique ou comme un « luxe » de bourgeois indifférents aux problèmes de société majeurs tels que la précarité de la vie des classes laborieuses...

UNE DIMENSION PLANÉTAIRE...

La perception des dimensions mondiales de ces problèmes et de l'impérieuse urgence de leur apporter une solution définitive avait émergé dans les instances scientifiques, ce qui conduisit l'UNESCO à organiser, en 1968, la conférence intitulée Utilisation rationnelle et conservation des ressources de la biosphère.

Les considérations sur l'importance de la conservation de la nature n'ont été réellement prises en compte par les dirigeants politiques que lors de la Conférence de Stockholm. D'où la création du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et, en 1974, d'un programme global de conservation « L'homme et la biosphère ». Mis sur pied



La planification relative à l'utilisation et à la préservation de la nature et de ses ressources constitue incontestablement une urgence.

Dès 1980, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) avait publié à l'attention des Nations unies un document fondamental intitulé Stratégie mondiale la conservation de la nature pour un développement durable, qui soulignait l'urgence d'intégrer les objectifs de protection de la nature dans les activités économiques et énonçait les grands principes permettant d'atteindre cet objectif.

Le rapport Brundtland, de 1987, Notre avenir commun, élaboré par la Commission des Nations unies pour l'environnement et le développement³, souligna, au travers de la notion de développement durable, l'étroite dépendance qui existe entre la conservation des ressources naturelles et la possibilité d'assurer un développement économique suffisant pour les générations futures.

pres à la conservation des espèces vivantes, donc *ipso facto* de la nature tout entière, car la protection des végétaux et des animaux est inconcevable sans que soit assurée celle des habitats auxquels ils sont inféodés.

... ET DES APPLICATIONS LOCALES

En dépit d'une situation encore précaire dans l'application de ce document juridique, quelques progrès ont été accomplis au cours des dernières décennies. On a assisté à une progression constante du nombre d'aires protégées, parcs nationaux et réserves naturelles, au cours du dernier demi-siècle⁴.

Le Parc national de Yellowstone (États-Unis), créé en 1872, fut la première aire protégée établie dans le monde. Il fallut attendre le début du xx^e siècle pour que la création de telles aires connaisse une croissance significative. Plusieurs pays établirent leurs premiers parcs nationaux⁵ un peu avant 1920. Ce n'est que depuis les années 1960 qu'une augmentation soutenue d'aires protégées est observée au niveau mondial (il en existe actuellement 160 000, couvrant 24,5 millions de kilomètres carrés).

La France a manifesté un retard certain par rapport aux autres pays développés. Paradoxalement, elle fut pionnière en la matière : les premières réserves naturelles du pays furent établies en 1852, en forêt de Fontainebleau, à l'initiative de la Société d'acclimatation, qui date de 1854, la première créée au monde ! Mais il fallut attendre 1960 pour qu'une loi sur les

parcs nationaux soit adoptée. Le premier fut celui de la Vanoise (1963). La Société nationale de protection de la nature avait créé la réserve naturelle des Sept-Îles en Bretagne, et en 1972 celle de Camargue, la plus vaste de notre pays.

La couverture du territoire national en aires protégées demeure aujourd'hui encore insuffisante eu égard aux objectifs de préservation de la biodiversité (estimée à 10 % de la surface du pays). En dépit de la création en 1989 du Parc national de la Guadeloupe et en 2007 de celui de La Réunion, la situation est plus défavorable dans nos communautés tropicales d'outre-mer, car leurs faibles étendues hébergent une fraction significative de la biodiversité planétaire. ■

Nota. Le lecteur pourra trouver une analyse approfondie de ces questions dans un des nombreux ouvrages de l'auteur : *Éléments d'écologie : écologie appliquée*, 7^e édition, Dunod, Paris, 2012, 816 p.

***FRANÇOIS RAMADE est professeur émérite d'écologie à l'université de Paris-Sud. Il est président d'honneur de la Société française d'écologie, de la Société nationale de protection de la nature et membre d'honneur de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).**

Le Parc national de Yellowstone (États-Unis), créé en 1872, fut la première aire protégée établie dans le monde. Il fallut attendre le début du xx^e siècle pour que la création de telles aires connaisse une croissance significative.

par l'UNESCO, il eut pour objet l'établissement d'un réseau mondial de réserves de biosphère destiné à préserver dans chaque province biogéographique du globe une surface minimale de chaque type d'écosystèmes caractéristiques, qui serviraient pour les générations futures de témoins peu ou pas perturbés par l'homme.

Les dimensions capitales pour l'avenir de l'humanité de la préservation de la nature furent confirmées lors de la Conférence des Nations unies sur l'environnement à Rio, en mai 1992. C'est là que fut adoptée une convention sur la diversité biologique, aujourd'hui ratifiée par 178 pays. Elle énonce des principes et des mesures relatives aux devoirs de chaque État pro-

1. Dès 1972, un écologue français réputé, Vincent Labeyrie (membre du PCF) avait expliqué l'importance d'utiliser les modèles écologiques dans l'aménagement de l'espace.

2. Nous ne nous étendons pas sur l'aberration de ceux qui considèrent que la solution de ces redoutables problèmes pourrait être apportée par le libéralisme et les perversions du capitalisme.

3. Le terme de « développement durable » et les concepts écologiques qui le sous-tendent ont été développés par l'UICN au cours des années 1970 et utilisés pour la première fois en mars 1980, lors de la publication de sa « Stratégie mondiale de la conservation ».

4. On pourrait citer le début de mise en œuvre de conventions internationales sur la protection des ressources océaniques et sur les bois tropicaux.

5. L. Stora Sjöfallet, en Suède 1908, le Parc national suisse, en 1914 ; la réserve de la basse Volga, en 1919, par un décret de Lénine.



Le principe

JÉRÔME FERRARI

Actes Sud, 2015, 176 p.

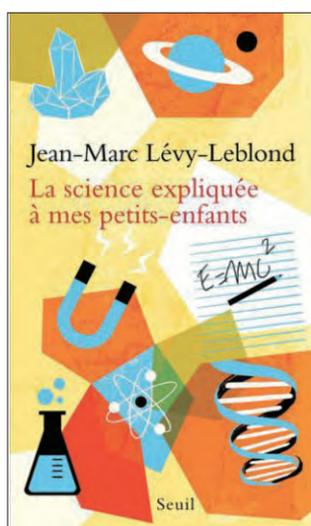
Après son *Sermon sur la chute de Rome*, Jérôme Ferrari revient avec un nouveau roman. *Le Principe* s'articule autour du célèbre physicien allemand Heisenberg, l'un des pères de la mécanique quantique, qui énonça le fameux principe d'incertitude. Déjà dans *Alph zéro*, en 2002, l'auteur avait fait état de son intérêt pour la physique quantique; ici, il décrit le parcours complexe du savant à travers le regard d'un apprenti philosophe, narrateur jamais nommé portant un

regard, moderne mais sans jugement, sur l'homme.

Le roman est construit en quatre parties, « Position », « Vitesse », « Énergie » et « Temps ». Y sont abordées les différentes étapes de la vie de Heisenberg, et ce depuis que, jeune physicien, il lui fut donné de « regarder par-dessus l'épaule de Dieu », c'est-à-dire de percer les mystères de la physique, ce qui le mena à concevoir son célèbre principe d'incertitude : « *La vitesse et la position d'une particule élémentaires sont liées de telle sorte que toute précision dans la mesure de l'une entraîne une indétermination, proportionnelle et parfaitement quantifiable, dans la mesure de l'autre.* » L'auteur nous offre un roman magistral et passionnant, écrit dans une langue superbe, où l'on découvre par l'entremise de la littérature les rivages parfois sauvages mais magnifiques de la physique quantique.

Jérôme Ferrari est écrivain et professeur de philosophie, prix Goncourt 2012 pour le *Sermon sur la chute de Rome*.

A.L.



La science expliquée à mes petits-enfants

JEAN-MARC LÉVY-LEBLOND

Édition Le Seuil, 2012, 102 p.,

C'est sous la forme d'un dialogue entre le physicien et philosophe des sciences et sa petite-fille que Jean-Marc Lévy-Leblond aborde simplement les différents aspects de la démarche scientifique à travers des exemples concrets.

Il use de la forme du dialogue pour nous proposer d'aller à la rencontre des réalités de la science, mais aussi du quotidien du scientifique.

Comme un sportif, le scientifique doit se déplacer intellectuellement, mais que fait-il dans son laboratoire? À quoi sert la science? Quel est son rôle dans la société? Y a-t-il une ou des sciences? Est-ce facile de devenir chercheur? Où est le plaisir de faire des sciences?

À travers leurs échanges, on découvre la complexité du travail scientifique ou l'importance des collaborations.

Cette complexité est mise en regard de l'enseignement scientifique qui ne rend pas compte de cette réalité. La recherche scientifique, comme dans d'autres domaines, est une démarche par

tâtonnement, avec son lot d'erreurs. Le chercheur doit alors faire preuve de patience et d'humilité pour construire un autre chemin et comprendre ce qui se dévoile à lui.

Malgré ses spécificités, l'activité scientifique est très liée aux autres pratiques humaines. Ce petit livre nous offre l'occasion de nous interroger sur les rapports entre science et société à contre-courant des idées reçues.

Jean-Marc Lévy-Leblond, est un physicien et essayiste français, professeur émérite à l'université de Nice.

A.L.



Et si le temps n'existait pas?

CARLO ROVELLI

Édition Dunod, collection Quai des sciences, 2014, 180 p.

Dans cette édition actualisée de son essai sur l'espace et le temps, Carlo Rovelli s'interroge sur les notions d'espace et de temps et présente les réponses apportées par différentes théories physiques. Grâce à son talent de vulgarisateur, il nous fait partager sa passion pour ses recherches sur la relativité générale, la mécanique quantique, la gravité quantique,

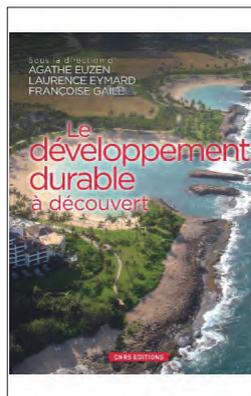
la naissance de l'Univers ou le destin des trous noirs.

On y découvre aussi son parcours personnel : de l'étudiant au chercheur rebelle, il partage son expérience et ses réflexions.

Carlo Rovelli est chercheur au Centre de physique théorique de Marseille (CPT), il est responsable du groupe Gravité quantique et historien des sciences.

A.L.

Le développement durable à découvert



SOUS LA DIRECTION D'AGATHE EUZEN, LAURENCE EYMARD, FRANÇOISE GAILL

CNRS Éditions, Paris, 2013, 363 p.

Ce livre est en fait une sorte de dictionnaire qui aborde des thèmes et des enjeux qui concernent l'environnement. Chaque sujet est traité en deux pages avec une bibliographie récente. Il y a 149 articles écrits par 193 scientifiques. C'est dire l'ampleur du projet. L'ouvrage est divisé

en six parties : « Du développement durable à un devenir soutenable », « L'environnement, un système global dynamique », « Territoire et nouveaux biomes », « Les sociétés », « Incidence des activités humaines sur le milieu », « Nouvelles approches dans la recherche ». Un glossaire facilite la compréhension.

On peut aller chercher des éléments d'information et de réflexion sur un sujet donné. Par exemple, on trouve des textes sur le climat et l'énergie, le changement climatique, les écoquartiers, l'écologie urbaine, les terres rares, la transition énergétique, les gaz de schiste, l'éolien, les piles à combustibles, les énergies de demain, le mix énergétique...

L.F.

Fin d'un monde ouvrier Liévin, 1974

MARION FONTAINE,

École des hautes études en sciences sociales,
Paris, collection Cas de figure, n° 36, 2014

Liévin, 27 décembre 1974, 42 morts. L'une des catastrophes minières les plus meurtrières de l'après-guerre vient de se produire, l'une des dernières aussi. Les vieux mythes du mineur martyr et de la mine infernale ressurgissent.



L'événement n'est pas seulement ce rappel au XIX^e siècle, il porte la trace des « années 68 » finissantes ; il donne lieu à des mobilisations d'un nouveau type. Entrent en scène de nouvelles figures appelées à un bel avenir : celles de la victime ou du « petit juge » luttant contre les élites minières. La catastrophe s'inscrit dans ce moment de basculement, entre la fin des « Trente Glorieuses » et l'entrée dans la crise. Pour cerner quelques aspects de ce basculement, l'auteure interroge sous l'angle de l'histoire sociale et politique le processus de désindustrialisation ; elle tente de percer à jour cet instant où le mythe ouvrier autant que la classe ouvrière perdent de leur évidence et où la société industrielle, dans les faits et dans les images qui s'y attachent, amorce une mutation sans précédent.

Marion Fontaine est maître de conférences en histoire contemporaine à l'université d'Avignon, spécialiste de l'histoire du monde ouvrier et de l'histoire sociale et politique du sport. Elle est membre du comité de rédaction de *Progressistes*.

Marion Fontaine est maître de conférences en histoire contemporaine à l'université d'Avignon, spécialiste de l'histoire du monde ouvrier et de l'histoire sociale et politique du sport. Elle est membre du comité de rédaction de *Progressistes*.

Journal Resolis

N° DE NOVEMBRE 2014

Démocratie participative et bonne gouvernance dans le monde

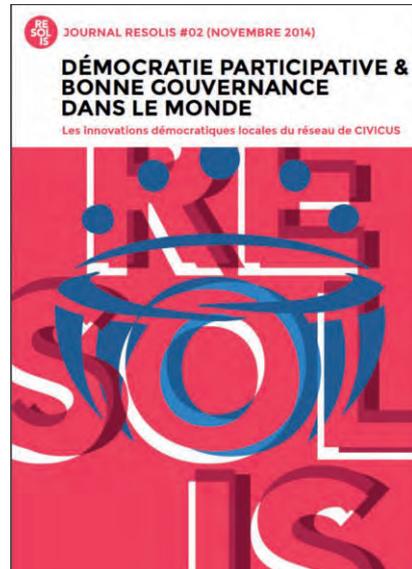
en téléchargement sur <http://resolis.org>

Les 110 pages de ce journal sont une plongée dans un monde où les termes de progrès, science, travail, environnement, prennent pour nous une coloration et un sens nouveau. Voici un aperçu des sujets et des auteurs :

la lutte contre la corruption au Rajasthan (Inde), par Om Prakash Aya et Madhu Sudan Sharma ; la bonne gouvernance en Sierra Leone selon *Lew Wi Tok* (Laissez-nous parler), par Marcella Samba-Sesay ; bonnes pratiques au Togo, par Atchimi Tossou ; un exemple de gouvernance démocratique locale à Rome, par Vanna Ianni ; le Budget au Nigeria, start-up pour rendre accessible le budget d'État, par Oluseun Onigbinde ; un programme de données cartographiques en Éthiopie, par Lesfin Tekleab et Muluneh Abshiro ; équipement en eau dans les quartiers défavorisés malgaches, par Landitiana Soamrina Miakatra ; budget participatif, services publics ruraux et réforme pilote de la démocratie locale à la municipalité de Chengdu (Chine), par Ming Zhuang et Yves Cabannes. Suivent des articles concernant l'Argentine, le Niger, l'Arménie, l'Ouganda, l'Inde, les États-Unis, la France.

L'article qui évoque la Chine dépeint un aspect de la vie politique du pays qui échappe à la quasi-totalité des commentateurs : ce qui se passe sur le terrain. Un budget participatif, géré localement, est destiné à compenser pour une part les disparités que le développement économique de la Chine a aggravées au cours

des trente dernières années. C'est une expérience démocratique qui n'intéresse actuellement que 2 700 villages et une population de 6 millions de villageois. Les obstacles et les possibilités sont bien décrits, dans un article relativement long, et, comme le dit le comité éditorial, « cette réforme pilote est une expérience instructive pour la communauté internationale ».



Le journal se termine sur un article de Philippe Kourilsky, biologiste, membre de l'Académie des sciences, président de Resolis. Philippe Kourilsky se consacre depuis plusieurs années à faire germer et connaître des initiatives originales de démocratie participative et de sortie du sous-développement. Il s'en explique dans l'article qui termine le journal, en développant les idées d'altruisme et de devoir d'altruisme. L'altruisme est la face rationnelle de l'altruisme. Le terme et la notion sont de Kourilsky,

et il a des raisons de biologiste comme de citoyen de montrer que l'attention aux autres est fondée en science et en raison. Une phrase clé de sa démonstration est que la liberté de chacun est non seulement limitée par celle des autres, mais aussi construite par celle des autres. Ainsi le devoir d'altruisme est-il le régulateur de notre droit à la liberté. Cela a valeur individuelle, mais paraît fonder une vue politique où l'attention aux problèmes du monde est inséparable de la vision que nous pouvons avoir de l'avenir de la France.

J.-P.K.

Votre revue vous la conseille et vous la recommande!

Les éditions Le Temps des Cerises est une maison d'édition progressiste, qui soutient des auteurs engagés.

Pour consulter leur catalogue ou commander des livres :

<http://www.letempsdescerises.net>

contact@letempsdescerises.net

Tél. : 01 42 01 45 99 - 47, av. Mathurin-Moreau 75019 PARIS

APPEL À SOUSCRIPTION

LE TEMPS DES CERISES

Vous connaissez Le Temps des Cerises... Depuis des années, nous nous attachons à publier Marx, Gramsci, Gorki, Romain Rolland, Elsa Triolet, Jorge Amado, Matakovski, Éluard, Neruda et beaucoup d'auteurs d'aujourd'hui, économistes, philosophes, historiens, journalistes, romanciers, poètes...

Demain, nous aurons bien besoin de maisons d'édition qui poursuivent ce travail en faveur de la pensée critique, progressiste et révolutionnaire. D'éditeurs qui défendent les idées antiracistes, d'égalité, de fraternité, internationalistes...

Les maisons d'édition indépendantes n'ont pas la vie facile. Continuer le combat qui est le nôtre, dans un esprit d'ouverture et d'union, devient une forme de résistance.

Ce n'est possible qu'avec le soutien de nos auteurs, de nos lecteurs, de nos amis.

Pour que vive Le Temps des Cerises, souscrivez à la SOCIÉTÉ DES AMIS DU TEMPS DES CERISES.



Nom.....
Prénom.....
Adresse.....
.....
Courriel..... Tél.....

Chèque à l'ordre des AMIS DU TEMPS DES CERISES
77, boulevard Chanzky 93100 Montreuil
www.letempsdescerises.net

Du côté du PCF et des progressistes...



Carnets rouges

La revue du réseau école du PCF, n° 2, janvier 2015

Chaque trimestre, des militants politiques ou associatifs, des syndicalistes, des chercheurs apportent leurs analyses et leurs propositions sur des questions vives pour que l'éducation prenne toute sa place au cœur des débats de société. Dans l'échange et la contradiction, cette revue se propose de construire ensemble le projet d'une transformation progressiste de l'école, pour mettre l'éducation au service de l'émancipation individuelle et collective. Chaque trimestre : un dossier, l'interview d'un acteur de la vie politique et une rubrique « Propositions de lectures ». En téléchargement libre : <http://reseau-ecole.pcf.fr/64828>

LES VIDÉOS DE LA FONDATION GABRIEL PÉRI



Les conférences de la Fondation Gabriel Péri comme si vous y étiez ! Consultable sur <http://www.gabrielperi.fr>

Nul besoin d'habiter en région parisienne pour profiter des conférences, vous pouvez visionner les enregistrements vidéo sur le site de la fondation. Le son et l'image sont de qualité professionnelle et le confort visuel et sonore est remarquable. Ce sont plusieurs centaines de conférences qui ont eu lieu ces dernières années qui sont ainsi disponibles. De quoi se faire des séances de rattrapage et parcourir les séminaires de la fondation !

LES RDV DE LA FONDATION

QUELLE POLITIQUE INDUSTRIELLE POUR INDUSTRIE ?

La septième séance du séminaire aura lieu mardi 28 avril 2015 à 18h30, à l'hôtel Mercure Paris-Porte de Pantin au 22, avenue Jean-Lolive (M° Hoche), avec **Sébastien Elka**, responsable de transfert de technologie recherche-industrie, rédacteur en chef adjoint de la revue *Progressistes*.

Rencontre animée par **Alain Obadia**, président de la fondation Gabriel Péri, membre du Conseil économique social et environnemental.

Économie circulaire : écologie, progrès et renouveau du système productif

En ces temps de crise, entreprises et financiers sont à l'affût de « relais de croissance ». À la mode, consensuelle, l'économie circulaire semble receler des opportunités des plus prometteuses. Mais au-delà des discours les enjeux et réalités industrielles du concept ne vont pas sans fausses évidences et vraies contradictions.

Qu'appelle-t-on économie circulaire ? Une nouvelle industrie du recyclage ? Une appréhension des produits et services à travers tout leur cycle de vie ? Un nouvel aménagement du territoire soucieux des flux de matières et d'énergies de toutes les activités de production et de consommation ?

Sébastien Elka a coordonné le dossier sur l'économie circulaire de la revue *Progressistes*, n° 6, oct.-nov.-déc. 2014.



L'énergie, les chiffres et l'idéologie

La Pensée, revue éditée par la Fondation Gabriel Péri, consacre son dernier numéro à un sujet qui pose problème : « *Les chiffres, le meilleur et le pire* ». À cette occasion, Luc

Foulquier et Jean-Claude Cauvin, tous deux membres du comité de rédaction de notre revue, publient un article marquant : « L'énergie, les chiffres et l'idéologie ».

Parce qu'il est essentiel de savoir de quoi l'on parle, les auteurs partent de quelques notions de physique et des unités employées dans le domaine de l'énergie pour clarifier quelques termes – puissance/énergie, énergie primaire/énergie finale, kilowatt/kilowattheure – qui sont à l'origine au mieux de confusions, au pire de manipulations.

À partir de données issues d'une importante bibliographie, ils décryptent ensuite la question des coûts et des tarifs de l'électricité. Ils montrent à travers cet exemple comment les chiffres – indispensables pour analyser une situation – peuvent être instrumentalisés au service d'un *a priori* idéologique.

Rendez-vous nous est donné dans un prochain numéro de *la Pensée* pour poursuivre cette réflexion à travers la question particulièrement sensible du nucléaire.

En savoir plus et/ou commander : <http://www.gabrielperi.fr>



La Revue du projet n° 46

dossier « *Nation, une voie vers l'émancipation ?* »

La livraison du mois d'avril de *la Revue du projet* nous offre un dossier très attendu sur la nation, l'État-nation et l'Europe, bien loin du discours

ambiant propagé par les forces fascisantes largement relayées par les médias. Le dossier replace le propos au cœur du combat de classe. Le titre du dossier donne le ton : « *Nation, une voie vers l'émancipation ?* » Si on se souvient que la Révolution proclamait que « *la souveraineté populaire s'exprime dans la nation* », les titres des articles du dossier sont là pour en témoigner, citons au hasard « Quelle conception communiste de la Nation aujourd'hui ? », « L'État-Nation dans la mondialisation : un échelon pertinent ? » et sans perdre de vue le fil rouge du PCF, « Internationalisme : un nouveau chapitre s'ouvre » ; aussi « Régionalismes et indépendantismes » ou encore « La France : nation et luttes de classes » ; « Protectionnisme ou protections solidaires internationalistes ? » et bien d'autres tout aussi en mesure d'armer le militant communiste dans son combat quotidien pour la souveraineté populaire et renouer ainsi avec la tradition militante alliant drapeau rouge et drapeau tricolore dans le projet communiste, tout en plaçant la réflexion dans le contexte mondial et européen actuel. Bien entendu, les rubriques consacrées à d'autres domaines – littérature, arts, sciences, histoire, combat d'idées... – sont toujours là.

Une fois de plus l'équipe de *la Revue du projet* nous livre un numéro riche pour la lutte.



■ LE POINT DE VUE de NICOLAS MALAQUIN

Trésorier de l'UEC (Union des étudiants communistes).

Pour nourrir la recherche et le progrès scientifique, le salaire étudiant s'impose !

Contractualisation, précarité, appel à projets... Le quotidien des étudiants et des chercheurs est particulièrement sombre et incertain. Face à ce chaos, une sécurité d'emploi et de formation est à construire.

La situation des étudiants en filières scientifiques n'a rien à envier à celle des filières dites « humaines et sociales ». Les mêmes réalités structurantes marquent la vie et les études des biologistes, des chimistes et des ingénieurs de demain, et ce au-delà des conditions d'enseignement à proprement parler : un étudiant sur deux est contraint de se salarier pour financer ses études, un étudiant sur deux abandonne avant l'obtention du diplôme qu'il a choisi de préparer. Le parallèle peut paraître simple, mais il recouvre des quotidiens difficiles : Comment réviser ses cours quand chaque soir on est à la caisse d'un *fast-food*? Comment préparer ses TD

quand on doit impérativement se focaliser sur les centaines d'euros pour payer son loyer? Comment réussir ses examens quand la veille on a du faire du baby-sitting?

Ainsi, un potentiel chercheur sur deux mettra avant l'heure un terme à ses études... Au lieu de travailler sur des traitements

hamburgers pendant des années afin de suffisamment alimenter son *curriculum vitae* dans l'espoir d'un jour décrocher un CDI dans un domaine d'activité qui a peu à voir avec sa formation.

Cette question de la précarité de vie ne s'arrête malheureusement pas au premier cycle.

Un étudiant sur deux est contraint de se salarier pour financer ses études, un étudiant sur deux abandonne avant l'obtention du diplôme qu'il a choisi de préparer. Ainsi, un potentiel chercheur sur deux mettra avant l'heure un terme à ses études...

nouveaux pour des pathologies rares, d'optimiser la construction aéronautique ou d'améliorer les techniques de productions agricoles, il préparera des

Les doctorants contraints de laisser tomber leur thèse faute d'un financement sont également une réalité sensible.

La logique mortifère des finan-

cements sur projets, déjà dénoncée à plusieurs reprises pour leur inefficacité¹, en plus de corseter la recherche dans des domaines trop restreints pour être efficiente porte en elle la précarité organisée, la soumission organisée des doctorants qui ont, au contraire, besoin des moyens matériels et sociaux de pleinement se consacrer à leurs travaux.

Le salaire étudiant permettrait enfin de considérer « l'étudiant comme un travailleur, qu'il est en réalité, et de lui allouer un salaire en rapport avec les services qu'il rend et qu'il est appelé à rendre à la collectivité »².

Il s'agit de reconnaître la formation initiale pour ce qu'elle est : la période de la vie où l'on apprend l'ensemble des savoirs, savoir-faire et gestes techniques nécessaires pour assurer pleinement une activité professionnelle. Et, dans le cas qui nous intéresse, qu'elle soit directement appliquée pour les ingénieurs et techniciens ou qu'elle serve le progrès scientifique, technologique, humain pour les futurs chercheurs. ■

1. <http://sauvonslarecherche.fr/spip.php?article1903>.

2. Extrait du plan Langevin-Wallon.

Affiche de l'UEC de la campagne contre la loi Macron.

MACRON MILLIONNAIRE
IL VEUT QUE NOUS TRAVAILLONS LE DIMANCHE ET LA NUIT POUR FINANCER NOS ETUDES

BENJAMIN,
ETUDIANT EN MI DE DROIT TRAVAILLE DANS UN RESTAURANT LE DIMANCHE POUR FINANCER SES ETUDES

ETUDIANT-SALARIE,
IL A 2 X PLUS DE CHANCES DE RATER SON ANNEE

NON A LA LOI MACRON
OUI A LA REUSSITE DE TOUS
AVEC UN SALAIRE ETUDIANT

Votre revue est également téléchargeable gratuitement sur www.progressistes.pcf.fr

Hommage à ces femmes scientifiques privées de prix Nobel

Jocelyn Bell



Jocelyn Bell en 1968, sur le site du radiotélescope Mullard (Angleterre).



Image composite visible/rayon X du pulsar du Crabe, né de la supernova historique SN 1054. Le gaz environnant la nébuleuse est agité par le champ magnétique et le rayonnement du pulsar. (NASA.)

Jocelyn Bell (née en juillet 1943) est une astrophysicienne britannique. Au cours de son travail de doctorante en 1957, elle découvre les pulsars. Ce sont des étoiles à neutrons en rotation, des objets très denses qui émettent un important rayonnement électromagnétique. Un pulsar se signale pour un observateur distant sous la forme d'un signal périodique, la période correspondant à la période de rotation de l'astre. C'est ce signal qu'identifie pour la première fois la jeune astrophysicienne. C'est pourtant à son directeur de thèse, Antony Hewish, et à Martin Ryle que fut attribué la prestigieuse récompense. L'étude des pulsars à depuis permis de nombreux développement en astrophysique, allant de la relativité générale à l'étude des trous noirs, en passant par les ondes gravitationnelles.

CONFÉRENCE EXCEPTIONNELLE !

avec **ANDRÉ BRAHIC**

*Enfants du Soleil :
à la recherche de nos origines
et de la vie dans l'Univers*

Samedi 6 juin 2015 à 19h00, siège du PCF,
2, place du Colonel-Fabien, 75019 PARIS

Entrée libre. Le nombre de places étant limité, nous vous remercions de vous inscrire par mail à progressistes@pct.fr

