

# Progressistes

Science Travail & Environnement

N° 15 JANVIER-FÉVRIER-MARS 2017

DOSSIER

# PÉTROLE JUSQU'À QUAND ?



SCIENCE  
**LA SCIENCE  
ÉCONOMIQUE  
EST-ELLE  
EXPÉRIMENTALE ?**

par Alain Tournebise

TRAVAIL  
**LOI « TRAVAIL » :  
QUAND LE WEB  
RENCONTRE LA RUE**

par Sophie Binet

ENVIRONNEMENT  
ET SOCIÉTÉ  
**SÉCURITÉ  
FERROVIAIRE :  
D'AUTRES CHOIX  
POLITIQUES**

par Daniel Sanchis

POINT DE VUE  
**LA QUESTION DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE  
EST-ELLE BIEN POSÉE DANS LES DÉBATS ACTUELS ?**

Des membres de l'Académie des sciences s'expriment

<b>ÉDITO</b> Expertise : ce gros vilain mot de la campagne Amar Bellal .....	3
<b>CONTRIBUTION AU DÉBAT</b> La question de la transition énergétique est-elle bien posée dans les débats actuels? Libres points de vue d'académiciens .....	4

## DOSSIER PÉTROLE, JUSQU'À QUAND ?

<b>ÉDITO</b> Pétrole! Pétrole! Fanny Chartier .....	9
<b>Le pétrole? comment ça se trouve?</b> Peppino Terpolilli .....	10
<b>Le pétrole dans nos sociétés</b> Jean-Louis Bobin .....	12
<b>Pourquoi dit-on depuis 40 ans qu'il y a 40 ans de pétrole?</b> Jean-Marc Jancovici .....	15
<b>Qu'est-ce que le pétrole non conventionnel?</b> Jean-Marc Jancovici .....	18
<b>Les réserves ultimes de combustibles fossiles: clé de la prévision du climat</b> Bernard Durand .....	21
<b>Les grands traits de la révolution énergétique à venir</b> Alain Grandjean .....	25
<b>Le pétrole dans l'étau énergétique</b> Claude Aumont .....	28

<b>BRÈVES</b> .....	32-37
---------------------	-------

## POLITIQUE

<b>Du côté du PCF et des progressistes...</b> .....	38
---	----

## SCIENCE ET TECHNOLOGIE

<b>ÉPISTÉMOLOGIE</b> La science économique est-elle expérimentale? Alain Tournebise .....	39-41
---	-------

## TRAVAIL, ENTREPRISE & INDUSTRIE

<b>TRANSPORT AÉRIEN</b> Un secteur stratégique à s'approprier Boris Tarcey .....	42
<b>SOCIAL</b> Loi « travail »: quand le Web rencontre la rue Sophie Binet .....	46

## ENVIRONNEMENT & SOCIÉTÉ

<b>PAUVRETÉ ET BIODIVERSITÉ</b> La forêt appartient aux peuples qui en vivent Marie-Noëlle Bertrand .....	48
<b>ENVIRONNEMENT</b> D'autres choix politiques pour retrouver un haut niveau de sécurité ferroviaire Daniel Sanchis .....	50
<b>ENVIRONNEMENT</b> Peut-on encore aménager le territoire national en 2017? Jean-Claude Cheinet .....	52

<b>LIVRES</b> .....	54
---------------------	----

**Progressistes** (Trimestriel du PCF) • Tél. 01 40 40 11 59 • **Directeur de la publication** : Jean-François Bolzinger • **Directeur scientifique** : Jean-Pierre Kahane • **Président du conseil de rédaction** : Ivan Lavallée • **Directeur de la diffusion** : Alain Tournebise • **Rédacteur en chef** : Amar Bellal • **Rédacteurs en chef adjoints** : Aurélie Biancarelli-Lopes, Sébastien Elka • **Coordinatrice de rédaction** : Fanny Chartier • **Responsable des rubriques** : Ivan Lavallée, Anne Rivière, Jean-Claude Cheinet, Malou Jacob, **Brèves** : Emmanuel Berland • **Vidéos et documentaires** : Celia Sanchez • **Livres** : Delphine Miquel • **Politique** : Shirley Wirden • **Jeux et stratégies** : Taylan Coskun • **Comptabilité et abonnements** : Françoise Varoucas • **Rédacteur-réviseur** : Jaime Prat-Corona **Comité de rédaction** : Jean-Noël Aqua, Geoffrey Bodenhausen, Léa Bruïdo, Jean-Claude Cauvin, Bruno Chaudret, Marie-Françoise Courel, Simon Descargues, Marion Fontaine, Gabriel Laumosne, Michel Limousin, George Matti, Simone Mazauric, Hugo Pompougnac, Hervé Radureau, Evariste Sanchez-Palencia, Pierre Serra, Lise Toussaint, Françoise Varoucas • **Conception graphique et maquette** : Frédo Coyère • **Expert associé** : Luc Foulquier • **Édité par** : l'association Paul-Langevin (6, avenue Mathurin-Moreau 75 167 Paris Cedex 19) • **N° CPPAP** : 0917 G 93175 • **Imprimeur** : Public imprim (12, rue Pierre-Timbaud BP 553 69 637 Vénissieux Cedex).

**Conseil de rédaction** : (Président : Ivan Lavallée • Membres : Hervé Bramy, Marc Brynhole, Bruno Chaudret, Xavier Compain, Yves Dimicoli, Jean-Luc Gibelin, Valérie Goncalves, Jacky Hénin, Marie-José Kotlicki, Yann Le Pollotec, Nicolas Marchand, Anne Mesliand, Alain Obadia, Marine Roussillon, Francis Wurtz).

CRÉDIT PHOTOS : P9 The colour of crude oils can differ between colourless or pale yellow to red, green, or, most common, dark brown to black. From left to right: Light to medium crude oils from the Caucasus, the Middle East, Arabia and France. 7 January 2012 Own work \_ Glasbruch2007 - P25 French regional train to Dijon, and TGV in Besançon-Viotte station in Doubs ; 28 février 2009 Florian Pèpèlin (Floflo) - P11 Échangeur de la porte de Bagnolet sur le boulevard périphérique de Paris, France, dans le 20e arrondissement de Paris - 29 mai 2012 - Giralix P44 Airbus stationnés au terminal 2F - Greenboost P29 -Trans-Alaska Pipeline - US Government agent



**NOUVEAU ! PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE**  
paiement en ligne sur [progressistes.pcf.fr](http://progressistes.pcf.fr)  
Abonnement 4 numéros par an !



AMAR BELLAL,  
RÉDACTEUR EN CHEF  
DE PROGRESSISTES

## Expertise : ce gros vilain mot de la campagne

Il est des jours sombres pour les forces de progrès social, des jours comme ce dimanche 23 avril qui a vu l'élimination de la gauche dès le premier tour de l'élection présidentielle. Malgré les désaccords sur certains aspects programmatiques, notamment la transition énergétique ou des propositions concernant l'économie, cela reste un traumatisme certain pour beaucoup d'entre nous. Et pourtant il s'en est fallu de peu pour que le candidat soutenu par le PCF, Jean-Luc Mélenchon, soit présent au second tour. Quant au candidat soutenu par le PS, il atteint un score historiquement bas.

Mais ce qui a aussi frappé nombre d'entre nous lors de cette campagne, c'est l'absence d'expertise scientifique, et même de parole issue monde du travail.

Cette expertise est pourtant précieuse pour affiner les propositions, pouvoir les chiffrer sans démagogie et écarter les « solutions » sans doute séduisantes mais complètement inopérantes.

Sinon, par exemple, on pourrait croire que la crise de l'industrie pourrait se résoudre uniquement par des productions décentralisées, des imprimantes 3D et des utopies du type « tous producteurs chez soi » comme certains idéologues le prônent. On pourrait aussi croire que la géothermie et les hydroliennes suffiront vraiment, à elles seules, à remplacer le nucléaire et que le problème de l'énergie est finalement très simple à résoudre. On pourrait aussi croire qu'il est possible de nour-

rir l'humanité avec une agriculture sans aucun produit phytosanitaire et uniquement avec du 100 % bio, et qu'il suffirait de désirer qu'il en soit ainsi pour que cela adienne. Dans ce type d'enjeu, confondre 1, 10 ou 100 et apprécier la réalité et les problématiques de la production du haut de son bureau sans même consulter les principaux acteurs mènent à des impasses et à la décredibilisation des propositions politiques.

Est-ce à dire qu'il ne faut pas être attentif face à l'émergence des imprimantes 3D ? ne pas poursuivre les recherches et expérimentations dans les nouvelles énergies ? ni même réduire les intrants dans les pratiques agricoles partout où c'est possible ? Évidemment, il ne s'agit pas de cela ici, mais d'être juste et précis quant aux ordres de grandeurs et au calendrier des propositions. Tenir compte du monde réel est central si on veut être crédible et rassembler pour mener efficacement les combats justes.

Quel rôle peut jouer notre revue dans ce type de moment politique ? Elle sera toujours fidèle à son poste, en tentant, du mieux qu'elle le peut et dans le respect d'un angle politique fidèle aux valeurs de gauche, de mettre à disposition cette expertise, en donnant la parole aux femmes et hommes ayant des connaissances à transmettre : des scientifiques, des militants syndicaux, des chercheurs... Vous pouvez compter sur toute notre équipe bénévole, et vous pouvez aussi nous soutenir dans cette démarche, en vous abonnant par exemple. ■



### LE 7 MAI, PAS UNE DE NOS VOIX NE MANQUERA !

À l'image de cette une de nos amis de *l'Humanité Dimanche*, que nous reproduisons ici, la rédaction de *Progressistes* appelle à battre l'extrême droite dans les urnes le 7 mai prochain. Le risque est réel en 2017, il en va de nos libertés les plus élémentaires et de la paix.

## ■ ÉNERGIES



« Libres points de vue d'académiciens » : des membres du Comité de prospective en énergie de l'Académie des sciences expriment ici leur opinion personnelle sur les réalités de la transition énergétique\*.

## La question de la transition énergétique est-elle bien posée dans les débats actuels ?

PAR SÉBASTIEN CANDEL, YVES BRÉCHET, ÉDOUARD BRÉZIN, MARC FONTECAVE, JEAN-CLAUDE ANDRÉ, ROGER BALIAN, SÉBASTIEN BALIBAR, YVES BAMBERGER, CATHERINE CÉSARSKY, VINCENT COURTILOT, JEAN-CLAUDE DUPLESSY, PIERRE ENCRENAZ, ROBERT GUILLAUMONT, PIERRE JOLIOT, GUY LAVAL, OLIVIER PIRONNEAU, MICHEL POUCHARD, PAUL-HENRI REBUT, DIDIER ROUX, JEAN-MARIE TARASCON.

La question de la transition énergétique est désormais une question majeure, en raison de la nécessité de maîtriser nos émissions de gaz à effet de serre et de réduire notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon) qui alourdit notre balance commerciale. Cela devrait nous conduire à changer de façon substantielle nos modes de production et de consommation énergétique (transport électrique, isolation des bâtiments, numérisation de la consommation individuelle, etc.). Et pourtant cette question ne nous semble pas traitée dans les débats actuels en prenant la pleine mesure du problème. En réalité, les programmes en matière de politique énergétique devraient mieux tenir compte des contraintes physiques, technologiques et économiques. Dans l'état actuel du débat, nos concitoyens pourraient être conduits à penser qu'il serait possible de développer massivement les énergies renouvelables comme moyen de décarbonation du système en le débarrassant à la fois des énergies fossiles et du nucléaire. Nous voulons ici rappeler un certain nombre de vérités.

La solution énergétique adaptée à chaque pays dépend de ses contraintes géographiques et climatiques. C'est ainsi que le Québec, grâce à ses fleuves puissants qui prennent leur source dans le nord du pays, peut se permettre d'afficher une électricité à 98 % d'origine hydro-électrique. Certains pays ont des besoins impératifs de chauffage pour faire face à des climats rudes. Certains sont fortement urbanisés, d'autres ont une population plus rurale. Ces variabilités en termes de géographie et d'activité économique induisent des contraintes différentes sur les « mix » énergétiques envisageables. Il n'y a donc pas une solution universellement optimale à ce choix de politique énergétique.

Le recours aux énergies renouvelables est *a priori* attrayant, mais il ne faut pas oublier les réalités. Rappelons d'abord que l'électricité ne représente que 25 % de notre consommation d'énergie et qu'il faut donc bien distinguer le mix énergétique qui concerne l'ensemble de nos activités du mix électrique. Pour les éoliennes, le facteur de charge moyen en France (rapport entre l'énergie produite et celle qui correspond à la puissance maxi-

male affichée) est de 23 % ; il est de 13 % pour le solaire photovoltaïque. Pour obtenir un niveau d'énergie donné, il faut donc mettre en place des puissances plusieurs fois supérieures à la valeur répondant à la demande. En termes de puissance, la situation est encore plus défavora-

bles nécessite la mise en œuvre d'énergies alternatives pour pallier cette intermittence et compenser la chute de production résultant de l'absence de vent ou de soleil. On pourrait penser que les échanges d'énergie au niveau européen pourraient pallier ce problème.

---

**Dans l'état actuel du débat, nos concitoyens pourraient être conduits à penser qu'il serait possible de développer massivement les énergies renouvelables comme moyen de décarbonation du système en le débarrassant à la fois des énergies fossiles et du nucléaire. Nous voulons ici rappeler un certain nombre de vérités.**

---

ble, puisque le rapport de la puissance installée à la puissance garantie est de l'ordre de 20 pour l'éolien. C'est ce qui ressort des chiffres de production éolienne en France, montrant que la puissance disponible issue de l'ensemble des éoliennes réparties sur le territoire tombe souvent à 5 % de la puissance affichée. Ainsi, un ensemble qui peut en principe fournir 10 GW ne délivre qu'un demi gigawatt pendant une partie du temps. Cette variabilité des énergies renouvelables éoliennes et

Or les nuits sont partout longues à la même période en Europe, et les anticyclones souvent simultanés chez nous et nos voisins. Une solution à cette intermittence pourrait être le stockage massif de l'électricité : on la stockerait dans les périodes excédentaires pour la rendre disponible aux moments où elle est nécessaire. Mais les capacités de stockage hydroélectrique, en France, sont presque saturées. Il faut donc développer la recherche sur les batteries et sur d'autres modes de stockage qui

permettraient sans doute de progresser, mais à l'heure actuelle on est loin de pouvoir stocker ne serait-ce qu'une petite fraction des 10 TWh (1TWh = 1 milliard de kilowattheures) que la France consomme en une semaine.

Pour stocker deux jours de cette consommation, avec une technologie performante lithium-ion comme celle employée sur les automobiles Tesla, il ne faudrait pas moins de 12 millions de tonnes de batteries utilisant 360 000 t de lithium, sachant que 40 000 t de ce métal sont extraites chaque année! D'autres solutions sont envisagées, comme le stockage chimique à travers l'électrolyse de l'eau qui produit de l'hydrogène, un vecteur d'énergie, mais ces solutions sont pour le moment bien trop chères, leur rendement est faible et leur maturité technologique réduite.

L'expérimentation à l'échelle du mégawatt montre qu'on est encore loin de pouvoir déployer des solutions industriellement viables à l'échelle du pays.

Par ailleurs la croissance des énergies renouvelables intermittentes ne pourra se faire sans une extension significative du réseau de transport de l'électricité pour raccorder les lieux de production, collecter les énergies électriques produites de façon diffuse et les faire remonter vers les lieux de consommation. Afin de minimiser le risque de *black-out* à l'échelle de notre pays, voire de l'Europe, il est important d'anticiper les problèmes de stabilité de réseau qui pourraient résulter de variations soudaines des niveaux de vent ou d'ensoleillement.

Le simple bon sens conduit à conclure qu'une production d'électricité qui garantit la consommation du pays nécessite la disponibilité des énergies «à la demande», celles qui ne souffrent pas de l'intermittence et auxquelles on peut faire appel en permanence. De sorte qu'il n'existe aucun pays qui,

en l'absence de solution de stockage répondant à la variabilité de ces productions renouvelables, recourt significativement à ces dernières sans faire appel à des productions mobilisables et pilotables (centrales thermiques, nucléaire). Le cas de l'Allemagne est exemplaire. En 2011, l'Allemagne décide de sortir du nucléaire, dont la contribution à la production électrique n'était que de 22 % en 2010, sortie qui en conséquence ne représente pas les mêmes défis qu'une sortie du nucléaire en France. Six ans plus tard, la part du nucléaire est de 13 %, celle des renouvelables de 30 %, ce qui est remarquable, mais la part des combustibles fossiles reste de 55 %. C'est la croissance de l'offre intermittente d'électricité produite par les renouvelables qui a nécessité l'ouverture de nouvelles capacités de production thermiques à charbon (13 GW) et un développement de l'exploitation du lignite. De sorte que l'Allemagne continue à être l'un des pays européens les plus gros émetteurs de CO<sub>2</sub> pour un prix de l'électricité le plus élevé. On ne peut pas parler d'un succès.

La France est, parmi les pays développés, l'un des plus faibles émetteurs de gaz à effet de serre par habitant (environ deux fois moins qu'en Allemagne, trois fois moins qu'aux États-Unis).

C'est l'un des plus avancés dans la production d'électricité décarbonée (c'est ainsi que la France produit 540 TWh d'électricité avec des émissions de 46 MtCO<sub>2</sub>/an, alors que l'Allemagne produit 631 TWh d'électricité en émettant 334 MtCO<sub>2</sub>/an, c'est-à-dire 6,2 fois plus par kilowattheure produit). Cette sobriété relative en CO<sub>2</sub> est le résultat de la solution actuellement dominante en France, l'énergie nucléaire, qui fournit 75 % de notre électricité. L'énergie nucléaire est objectivement le moyen le plus efficace pour réduire la part des énergies fos-

siles dans la production d'énergie électrique. Cette énergie repose sur des compétences scientifiques reconnues, sur une industrie nationale dotée d'une expérience opérationnelle unique et sur une autorité de sûreté compétente et indépendante. L'énergie nucléaire nécessite une gestion rigoureuse de ses déchets, qui a fait l'objet de plusieurs lois successives et d'un effort de recherche soutenu et cohérent. Il faut cependant avancer vers la mise en œuvre pratique de ce qui a été étudié. D'autre part, l'industrie nucléaire est aujourd'hui confrontée à des exigences justifiées de sûreté qui se traduisent par des questions techniques à résoudre. Nous pensons que nos ingénieurs et nos entreprises ont les compétences pour traiter ces problèmes et apporter les solutions requises.

Dans ce cadre général, il y a une véritable contradiction à vouloir diminuer les émissions de gaz à effet de serre tout en réduisant à marche forcée la part du nucléaire. En réalité, de nombreuses études montrent que la part totale des énergies renouvelables dans le mix électrique ne pourra pas aller très au-delà de 30-40 % sans conduire à un coût exorbitant de l'électricité et des émissions croissantes de gaz à effet de serre, et à la mise en question de la sécurité de la fourniture générale de l'électricité. Notons également que s'il est déjà bien difficile d'inclure une fraction significative de solaire et d'éolien dans la production d'électricité, le problème des 75 % d'énergie non électrique consommés par les transports, l'habitat, l'industrie est autrement redoutable. Certes, il est impératif d'étudier les économies d'énergie que l'on peut y apporter ainsi que la réduction de l'émission des gaz à effet de serre, mais ces secteurs resteront pour plusieurs décennies encore quasi hors d'atteinte des renouvelables. Notre électricité décarbonée permettrait

d'ores et déjà à la France de transférer vers l'électricité certaines des activités utilisant des combustibles fossiles, pour le plus grand bien de sa balance commerciale et de la baisse de ses émissions, bien plus qu'elle ne le fait actuellement.

Certes, nous avons appris qu'il était possible de mettre une quantité significative d'énergies renouvelables dans le mix électrique. Et il faut aller dans cette direction, les citoyens le souhaitent. Mais ces derniers doivent aussi être plus exigeants et demander à leurs élus de travailler à des scénarios réalistes qui évitent les idées reçues, et parmi lesquels ils devront faire leurs choix. Ces scénarios réalistes et cohérents doivent dire clairement que le tout-renouvelable n'est pas possible et indiquer une trajectoire raisonnable vers une solution énergétique où l'énergie nucléaire aura sa place dans les prochaines décennies si l'on veut maintenir une électricité décarbonée. Ils doivent aussi dire que l'amélioration constante de notre système énergétique passera par des investissements massifs en recherche fondamentale, technologique et industrielle, car de nombreuses questions doivent être étudiées (déchets et sécurité nucléaires, stockage de l'énergie, capture et séquestration du CO<sub>2</sub>, réseaux intelligents...). On peut enfin rappeler qu'au-delà de l'équilibre du mix énergétique il serait judicieux de porter l'effort sur les questions des économies d'énergie qui peuvent être réalisées pour réduire la consommation dans le bâtiment, le transport, l'industrie, et qui peuvent conduire à une réduction sensible des émissions et qui sont sources de compétitivité, d'innovations et d'emplois. ■

\* Ce texte a été publié sur le site internet de l'institution (<http://www.academie-sciences.fr/fr/Libres-points-de-vue-d-academiciens/libres-points-de-vue-d-academiciens-sur-l-energie.html>) le 19 avril 2017.



# Repas de la revue *Progressistes* : l'appel de l'Océan !

La troisième édition du repas de soutien de notre revue se déroulera de nouveau à la Fête de l'Humanité **le jeudi 14 septembre 2017 à partir 19 heures**.

Après la réussite de nos deux premières éditions, nous espérons accueillir un nombre grandissant de participants, car il nous semble que cette année notre repas est appelé à prendre une dimension particulière.

Cette troisième édition sera aussi l'occasion de quelques changements. Cette année, nous serons accueillis par la fédération de la Loire-Atlantique du Parti communiste français. Poisson et fruits de mer remplaceront le cassoulet toulousain. Nous remercions encore une fois l'engagement des militants communistes de la Haute-Garonne qui ont permis la réussite de nos deux premiers repas. Nous remercions également, par avance, les militants communistes de la Loire-Atlantique. Pour permettre à tous de venir dans les meilleures conditions possibles, l'accueil, la visibilité et l'accès au restaurant seront améliorés. Un système de navettes faisant l'aller-retour entre le métro, le RER et le restaurant est à l'étude.



Pour faciliter les échanges entre les convives, nous travaillons dès aujourd'hui à l'organisation de tables thématiques. Nous espérons ainsi favoriser les rencontres entre salariés, chercheurs, élus et citoyens en général.

Ce repas de soutien sera également l'occasion de lancer une campagne d'abonnements à notre revue de manière à favoriser sa diffusion et à pérenniser un modèle économique basé sur le bénévolat et la libre circulation des écrits.

Enfin, nous voulons faire de ce repas un temps fort de la rentrée politique de septembre 2017. Nous avons besoin d'aide pour cela. Nous invitons tous ceux qui voudraient nous aider dans la construction de cet événement à le faire savoir en s'inscrivant à l'adresse suivante : [progressistes@pcf.fr](mailto:progressistes@pcf.fr)

SIMON DESCARGUES

Il est également possible de s'inscrire dès aujourd'hui au repas à cette même adresse ([progressistes@pcf.fr](mailto:progressistes@pcf.fr)).



# COMMANDEZ LES ANCIENS NUMÉROS DE *PROGRESSISTES*

CONTACTEZ : 07 88 17 63 93 ou [progressistes@pcf.fr](mailto:progressistes@pcf.fr)



## N°14 INDUSTRIE PEURS ET PRÉCAUTION

Face aux peurs et à la désindustrialisation, comment lier sûreté et développement industriels ? Ce numéro montre que des convergences existent pour repenser la gestion de l'industrie afin qu'elle soit propre, sûre et utile. On lira aussi : « Scénarios 100 % renouvelable, que valent-ils ? », « Jumelage entre syndicats français et cubains », et encore « L'inférim, un essor spectaculairement contradictoire ».



## N° 10 UN PÔLE PUBLIC DU MÉDICAMENT

Après le gâchis industriel de l'entreprise Sanofi, sortir les médicaments du marché et développer une filière industrielle s'impose. Ce dossier aborde aussi la nécessaire maîtrise publique du stockage de données (*big data*) dans ce secteur. Il met en lumière les liens entre révolution numérique et nouvelles industrialisations, sous la plume de Marie-José Kottlicki, mais également la problématique du stockage des déchets nucléaires grâce à Francis Sorin



## N°13 JEUNESSE, REGARD SUR LE PROGRÈS

Donner la parole à des étudiants communistes de toute la France sur des sujets aussi divers et fondamentaux que l'écologie, les transports, l'énergie, l'industrie, l'agroalimentaire ou encore la révolution numérique. Dans ce numéro, on lira également « Linky, mythes et réalités sur un compteur électrique » de Valérie Goncalves, « Faut-il débattre des terroristes ou du terrorisme ? » par Nicolas Martin ou encore un article sur les jeux d'échecs par Taylan Coskun.



## N° 9 COP21 (LES VRAIS DÉFIS)

Humanité, planète, communisme et écologie, même combat. Il va falloir prendre des mesures drastiques pour limiter le réchauffement climatique, mais il est lié au système de production et d'échange qui l'a créé. Quels sont les leviers sur lesquels agir ? On lira aussi dans ce numéro « La lutte contre le changement climatique passe par la bataille pour l'égalité » ; « L'écologie, une discipline scientifique et un métier », d'Alain Pagano un article de Sophie Binet « Ouvrir le débat en grand avec le monde du travail » et aussi « Races et racisme » d'Axel Khan.



## N° 12 LE TRAVAIL À L'HEURE DU NUMÉRIQUE

Après un *éloge de la simplicité* dû à Jean-Pierre Kahane, ce numéro complète le n° 5 et prolonge la réflexion sur la révolution numérique dans la société, et plus particulièrement dans l'organisation du travail. Il donne la parole à des experts et syndicalistes confrontés aux remises en cause des conquêtes sociales. Vous y trouverez les rubriques habituelles, un article sur ce qui nous lie aux vers de terre, un texte d'Édouard Brézin sur les ondes gravitationnelles...



## N° 8 AGRICULTURES

Il va s'agir de nourrir 11 milliards d'humains. L'agriculture est au cœur de la question écologique. Nourrir les humains ou faire du profit ? Quelles conséquences ? De grands noms, comme Michel Grifon ou Aurélie Trouvé, avancent des points de vue novateurs. On lira aussi : « "Big pharma" et logiques financières », « Pour une politique industrielle européenne : le cas de l'énergie », et encore « Du "devoir de mauvaise humeur" à la "défense du bien public" » par Yves Bréchet, de l'Académie des sciences.



## N° 11 LE PROGRÈS AU FÉMININ

Les femmes dans le monde du travail et dans les métiers de la science, sous l'angle des combats féministes qui contribuent au projet d'émancipation humaine. Vous y trouverez des textes d'Hélène Langevin, de Catherine Vidal, Maryse Dumas, Laurence Cohen, Caroline Bardot... Dans ce numéro, une rubrique spéciale « Après la COP21 » et le point de vue de Sébastien Balibar, membre de l'Académie des sciences, ainsi qu'une contribution de Nicolas Gauvrit sur les biais en psychologie.



## N° 7 ÉNERGIES RENOUVELABLES

Quelle place dans le mix énergétique à venir pour les énergies dites renouvelables ? Le scénario de l'ADEME est passé au crible, et le problème des matériaux rares, lié, est abordé. Claude Aupart, Hervé Nifenecker signent ces points de vue. La sûreté industrielle et la technologie des réacteurs nucléaires à sels fondus, ainsi que les dynamiques libérales du numérique, parmi d'autres, sont également abordées par Jean-Pierre Demailly, ainsi qu'une réflexion d'Evariste Sanchez Palencia, tous deux de l'Académie des sciences.

Tous les numéros sont téléchargeables gratuitement sur  
Le blog ! : [revue-progressistes.org](http://revue-progressistes.org) et sur [facebook](https://www.facebook.com/revueprogressistes) [revueprogressistes](https://www.facebook.com/revueprogressistes)



# PÉTROLE, JUSQU'À QUAND ?



## PÉTROLE ! PÉTROLE !

PAR FANNY CHARTIER\*

C'est souvent le grand oublié des débats sur l'énergie : le pétrole. Sans doute avez-vous remarqué que les débats sur les énergies tournent essentiellement autour des moyens de production de l'électricité et que l'or noir est relégué au second plan, voire écarté. À tel point qu'aujourd'hui un débat sur l'énergie se réduit souvent à des propos sur notre système électrique...

Nous avons voulu par ce dossier corriger le tir et recentrer le sujet sur l'enjeu majeur de notre siècle : la sortie des énergies carbonées, en nous focalisant sur une de ses principales composantes : le pétrole. Mais pour ce faire, il faut établir un état des lieux, comprendre comment est extraite cette ressource, quelles sont les quantités consommées dans le monde, quelles en sont les réserves véritables. En effet, si l'énergie est le « *sang de l'économie* », comme aime si bien à le dire Jean-Marc Jancovici, le pétrole en est son groupe principal ! Il est incontournable aujourd'hui et difficilement substituable, dans le domaine des transports par exemple.

L'urgence de l'heure est de remplacer le pétrole par d'autres ressources à faible émission de carbone, d'organiser cette transition dans le temps selon un calendrier compatible avec les exigences de la conférence sur le climat de Paris (COP21) et la satisfaction des besoins humains.

Enfin, les principales guerres de ces dernières décennies ont un lien avec cette ressource tant convoitée. Il en sera aussi question dans ce dossier.



FANNY CHARTIER,  
est coordinatrice de rédaction  
de *Progressistes*.

## LE PÉTROLE ? COMMENT ÇA SE TROUVE ?

L'énergie est nécessaire à pratiquement toutes les activités humaines : l'industrie, les déplacements, le chauffage. Le pétrole et son industrie y jouent encore un rôle majeur.

PAR PEPPINO TERPOLILLI\*

Le développement économique s'appuie sur un accès à des sources d'énergie suffisantes ; cet accès est donc un marqueur du développement humain.

Mais les questions écologiques s'imposent dans les agendas politiques. Depuis le dernier rapport du GIEC, en 2013, et la COP 21 à Paris, fin 2015, la question climatique est devenue centrale : toutes les parties ont reconnu la responsabilité des activités humaines dans le réchauffement climatique et la nécessité de limiter les émissions de GES – en particulier le CO<sub>2</sub> – pour parvenir à limiter le réchauffement de la planète à 2 °C à l'horizon 2 100.

Cela questionne bien sûr notre modèle de développement et toutes les productions d'énergies fossiles, qui représentent plus de 80 % de l'énergie primaire consommée et 65 % des émissions de GES mondiales.

Nous allons dans cet article présenter plus précisément ce qu'est l'industrie pétrolière en nous focalisant sur l'amont pétrolier, peu connu du public.

### LE PÉTROLE

L'activité pétrolière est mal connue et traîne une mauvaise réputation pour diverses raisons : même si elle est reconnue comme nécessaire, elle est parfois l'objet d'enjeux géopolitiques pouvant conduire à la guerre ou bien être l'objectif de politiques (post) coloniales, ou encore source de pollutions en mer (naufrage de l'*Exxon-Valdez* et de l'*Erika*, explosion de la plate-forme *Macondo*...) ou sur terre (Nigeria, Équateur...). Il ne reste pas moins qu'elle a été le vecteur principal du développement de ces cinquante dernières années : c'est dans les années 1950 que la consommation mondiale de pétrole a dépassé celle du charbon. Cela est

dû à son efficacité énergétique et à la facilité de transport.

Mais on ignore que l'exploration pétrolière est une activité de haute technologie. Pour découvrir et exploiter des gisements d'hydrocarbures, il faut une maîtrise scientifique de haut niveau en géosciences (géologie, géophysique et réservoir) ainsi qu'en de nombreux domaines d'ingénierie de pointe. De nombreuses problématiques pétrolières donnent lieu à des programmes de recherche où sont requises les mathématiques, la physique, la chimie, etc., et bien sûr un usage intensif de l'informatique : plusieurs opérateurs pétroliers utilisent les architectures et les ordinateurs les plus puissants au monde (ceux dont la puissance de calcul se mesure en pétaflops).

### GENÈSE DES HYDROCARBURES

Lorsque l'on recherche des hydrocarbures, il n'est pas raisonnable de le faire au hasard. On cherche en fait des objectifs offrant une certaine probabilité de succès, et pour cela il faut que la géologie soit propice.

« C'est dans les années 1950 que la consommation mondiale de pétrole a dépassé celle du charbon. Cela est dû à son efficacité énergétique et à la facilité de transport. »

Voyons rapidement ce que les géologues dénomment un « système pétrolier ».

Il y a plusieurs millions d'années, les sédiments charriés par les fleuves se déposent dans la mer. La biomasse marine animale, formée essentiellement de petits crustacés et de zooplancton, et le phytoplancton se déposent en fin de vie au fond des océans. Le pétrole et le gaz se forment à partir de cette matière organique contenue dans certains sédiments et transformée au cours du temps.



Source et ruisseau bitumeux du Puy de la Poix, sur le territoire de la commune de Clermont-Ferrand.

Sous l'effet de la pression et de la température, elle donne d'abord le kérogène dans des dépôts, généralement des argiles riches en matière organique qui constituent les *roches mères*. Puis, sous l'effet d'une température et d'une pression supérieures, le pétrole et le gaz se forment et migrent vers la surface au travers de roches poreuses saturées d'eau. Si rien n'arrête ce mouvement au long de millions d'années, on retrouve des traces, suintements ou lacs, en surface. Mais la migration des hydrocarbures peut s'arrêter dans des pièges avec des roches couvertures assurant l'étanchéité des réservoirs. Nous avons alors un système pétrolier donnant lieu à des gisements pétroliers.

Il existe maintenant des programmes informatiques qui modélisent cette évolution des bassins sédimentaires et qui permettent d'obtenir des probabilités d'existence de systèmes

« Plusieurs opérateurs pétroliers utilisent les architectures et les ordinateurs les plus puissants au monde. »

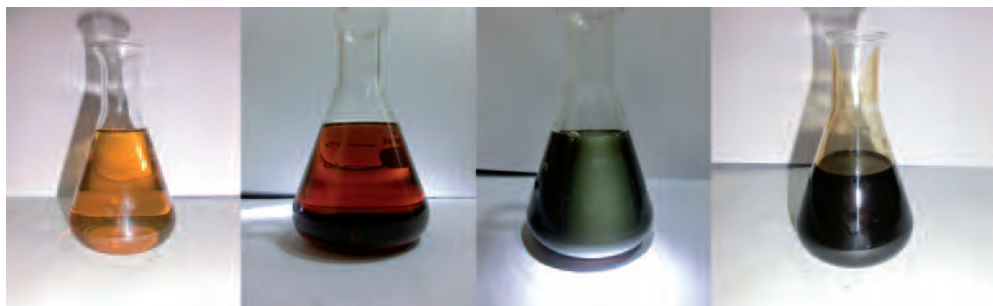
pétroliers. Ces programmes intègrent la géologie, les lois physiques de conservation de masse, moment et énergie, ainsi que les schémas numériques nécessaires à la discrétisation des équations pour pouvoir utiliser l'outil informatique. Ces programmes peuvent aider le géologue à établir le potentiel pétrolier d'un bassin.

Précisons ce que sont les fameux *shales* exploités aux États-Unis. Ces ressources correspondent aux hydrocarbures piégés dans la roche mère, absorbés dans la roche. La roche mère étant très peu poreuse, il faut la briser (par le *fracking*) afin

“ Le pétrole et le gaz se forment à partir de la matière organique contenue dans certains sédiments et transformée au cours du temps. ”

chercher à déterminer la structure interne de la terre. Il y a bien sûr une différence d'échelle.

Les échos mesurés forment des images sismiques, appelées « sections », dans lesquelles la profondeur est mesurée en temps de parcours. Il faut alors les transformer en profondeur géologique pour que le géologue puisse interpréter les sections sismiques.



de permettre l'écoulement des hydrocarbures piégés. Les appellations françaises correspondantes, « hydrocarbures de roches mères » ou encore « hydrocarbures de gisement compact », désignent plus généralement tout gisement de très faible perméabilité.

#### EXPLORATION ET PRODUCTION

Lorsque l'on reconnaît le potentiel positif d'un bassin sédimentaire, on peut décider de lancer une phase d'exploration après accord avec le propriétaire, en général un État. La méthode standard pour explorer un bassin est de faire des puits d'exploration dans des zones bien choisies par le géologue. Mais pour diminuer les coûts de forages (le prix d'un puits de forage varie entre 10 millions de dollars et plusieurs centaines de millions de dollars) on utilise la sismique. Cette technique géophysique permet d'ausculter le sous-sol comme le médecin peut le faire avec le corps d'un patient par tomographie. Le principe est d'envoyer des ondes dans le sous-sol et de mesurer les échos qui reviennent en surface. Développée depuis les années 1950, elle est proche de la sismologie, qui

Le traitement le plus courant la *migration*, ainsi nommé car on modifie le positionnement des interfaces en utilisant un modèle de vitesse de propagation dans les roches. La migration est en fait une première étape d'un processus d'inversion qui cherche à déterminer les propriétés physiques du sous-sol à partir de la mesure des échos : ce qui est une instance d'un problème d'identification des coefficients d'une équation aux dérivées partielles ayant des informations sur la solution. Ce problème est posé depuis plus de quarante ans, et les progrès sont réels, bien que lents.

Un ingrédient essentiel en sismique est la modélisation de la propagation des ondes sismiques dans le sous-sol. Au départ, on a utilisé simplement les lois de l'optique géométrique puis l'équation des ondes acoustiques, désormais se développent des modèles physiques plus complexes tels les modèles élastodynamiques. Les discrétisations de ces équations ont donné lieu à de nombreuses thèses de mathématiques appliquées et trouvent leurs utilisations dans l'implémentation informatique utilisant le HPC (*high performance computing*).

Ci-dessus, différents types de pétrole suivant leur provenance géographique.

Cette imagerie sismique, nécessaire en phase d'exploration pour améliorer notablement le taux de succès des forages, est aussi très utile pour améliorer les taux de récupération de certains gisements. En effet, dans des situations favorables, on répète les campagnes sismiques à quelques années d'intervalle pour identifier si les écoulements n'ont pas délaissé des zones du réservoir, et donc pour détecter des réserves non mobilisées par les écoulements : on peut alors chercher le meilleur moyen pour récupérer ces éventuelles réserves. Cette technique s'appelle « sismique 4D », car la dimension temps s'ajoute aux trois dimensions d'espace. Elle peut améliorer notablement l'économie d'un gisement, surtout en *deep offshore* (par plus de 1 000 m sous l'eau).

#### LE RÉSERVOIR

Lorsque la découverte est validée, il s'agit d'estimer le potentiel de récupération des hydrocarbures en place. La tâche revient à l'ingénieur réservoir qui, au moment de la découverte, doit évaluer l'économie du champ et définir le schéma de développement permettant la meilleure récupération des hydrocarbures : en effet, les meilleurs rendements sont autour de 30 % pour le pétrole et de 90 % pour le gaz.

“ Pour les campagnes sismiques, les investissements sont de l'ordre de plusieurs centaines de millions de dollars, et pour le développement des champs pétroliers ce sont plusieurs milliards de dollars. ”

Il utilise pour cela des programmes informatiques qui modélisent le mouvement des fluides dans le sous-sol. Ces programmes sont similaires à ceux qui sont utilisés pour la prévision météo et/ou climatique. Au fil des années, on effectue d'autres études en « assimilant » les données de productions afin de préciser le modèle du réservoir, et ainsi avoir des prévisions plus fiables pour la suite de l'exploitation.

Nous terminons ce survol de quelques techniques pétrolières en soulignant que les investissements pétroliers sont colossaux : pour les campagnes ►

► sismiques, c'est de l'ordre de plusieurs centaines de millions de dollars, et pour le développement des champs pétroliers ce sont plusieurs milliards de dollars selon le type de champs à développer.

### INDUSTRIE PÉTROLIÈRE EN FRANCE

Il est à signaler que la France possède une industrie pétrolière très développée. Elle résulte d'un effort national qui a commencé par la prise de conscience, après la Première Guerre mondiale, de l'importance de l'approvisionnement en essence et en énergie pour la sécurité nationale. Les principales étapes en sont la création de Total dans les années



1920 et des premières entreprises, qui formeront à terme Elf Aquitaine, dans les années 1940. Puis ce sera la privatisation complète des compagnies pétrolières françaises en 1994. Suivra en 2000 la fusion de ces groupes auxquels s'ajoutera Fina.

L'industrie parapétrolière sera aussi développée après la Seconde Guerre mondiale : CGG, Technip, etc., ainsi que le centre de recherche IFPEN qui formera de nombreux cadres de l'industrie pétrolière française et étrangère. ■

\*PEPPINO TERPOLILLI est mathématicien et chercheur à Total.

## LE PÉTROLE DANS NOS SOCIÉTÉS

**Le pétrole est un ingrédient incontournable de ce que les politologues appellent « le grand jeu planétaire ». Transition énergétique oblige, il conviendra d'en limiter l'usage dans l'avenir.**

PAR JEAN-LOUIS BOBIN\*

**D**e nos jours, les sociétés développées se caractérisent par une forte dépendance au pétrole. Aisément transportable et facile d'emploi, ce combustible est à la fois abondant et peu coûteux à extraire. Il permet un transport à peu de frais des personnes et des biens sur toutes distances. Cela lui confère un statut particulier dans le domaine économique. C'est la source d'énergie dominante, et l'inégale répartition des réserves a d'importantes conséquences géopolitiques : des guerres ont pour justification véritable le contrôle des approvisionnements en pétrole.

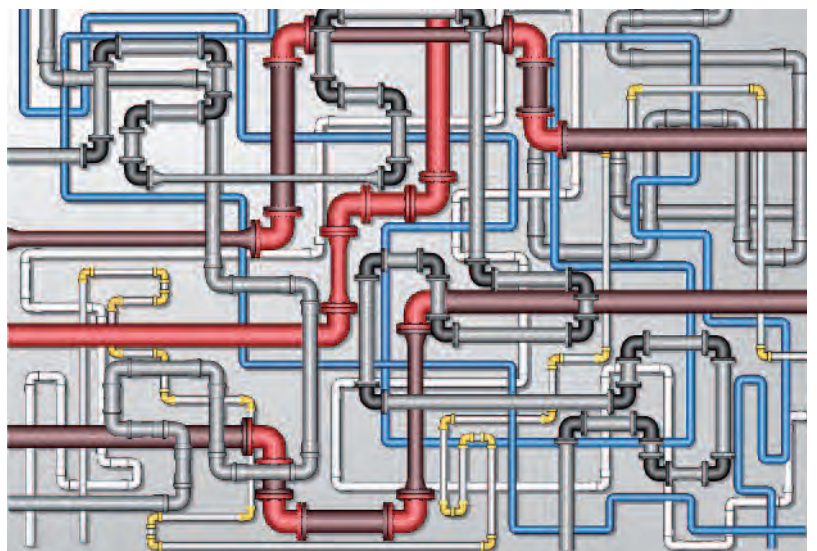
### QUI A BESOIN DE PÉTROLE ?

Pour beaucoup de nos contemporains, le pétrole est un produit de première nécessité. Il est étroitement associé à la mobilité, besoin irrépressible de l'espèce humaine. Terrestres, maritimes ou aériens, les transports représentent plus de la moitié des utilisations des dérivés du pétrole. La majorité des prévisionnistes pensent qu'il en sera ainsi pour le moyen terme dans un contexte d'augmentation de la

consommation d'énergie dans le monde.

Aller à sa guise rapidement et loin fait partie de notre mode de vie, mais cela ne suffit pas à expliquer l'importance du pétrole. L'économie en général est concernée. L'échange est à la base des relations pacifiques entre des sociétés dont aucune ne dispose de toutes les ressources lui permettant de se développer ni même simplement d'exister indépendamment des autres. Il est d'autant plus efficace que matières premières et pro-

duits de toutes sortes circulent facilement. Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'industrialisation n'aurait pu avancer au même rythme sans le chemin de fer. Le moteur universel était alors la machine à vapeur tirant son énergie du charbon. Difficile et dangereux à extraire, lourd et polluant mais finalement bon marché, ce combustible présente de nombreux inconvénients. Hors transports, il était préférentiellement utilisé au plus près de la mine, d'où l'implantation de l'industrie naissante.





Par rapport au charbon, le pétrole est paré d'incontestables qualités. Sa potentialité énergétique par unité de masse est supérieure. Les produits obtenus après distillation sont bien moins chargés en impuretés malsaines. Mises à part les variétés lourdes, il sort de terre le plus souvent à l'état liquide : on fore des puits au lieu de creuser des mines. On le transporte aisément d'un point à un autre de la planète au moyen de tuyaux (oléoducs) ou de citernes. Il est la source d'énergie d'une écrasante majorité des véhicules routiers, du transport maritime et aérien. Pour toutes ces raisons, le pétrole a remplacé le charbon comme source d'énergie dominante. Mais, comme on peut le voir sur la *graphique 1*, il a fallu un bon demi-siècle pour en arriver là. Ce graphique montre aussi l'effet des chocs pétroliers des années 1970 : la croissance exponentielle a

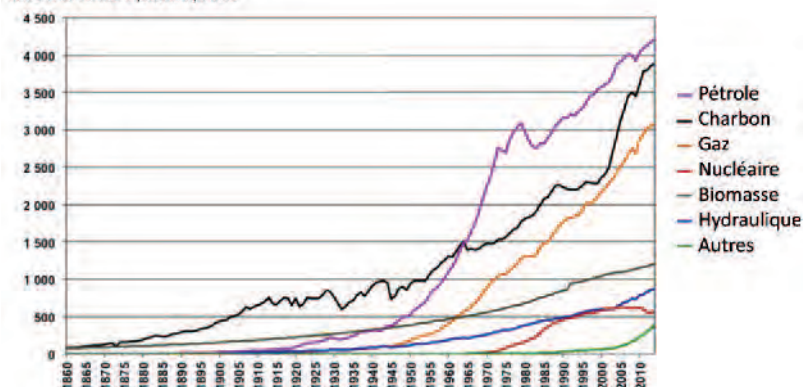


« Terrestres, maritimes ou aériens, les transports représentent plus de la moitié des utilisations des dérivés du pétrole. »

été ralentie en croissance linéaire. La remontée du charbon depuis la fin du xx<sup>e</sup> siècle est due à l'industrialisation accélérée de la Chine.

En plus de dominer le marché de l'énergie, le pétrole bénéficie d'un statut particulier : les cours du baril (à peu près identiques à Londres et à New York) sont une référence incontournable de l'activité économique. Autre référence, la tonne équivalent pétrole (tep) s'est imposée comme unité universelle d'énergie. Côté négatif, la ressource est limitée, sans qu'on en connaisse avec précision le total.

Millions de tonnes équivalent pétrole



Graphique 1. Consommation annuelle à l'échelle mondiale, par source d'énergie primaire, depuis 1860 (d'après BP Statistical Review, 2016).

« Les champs pétrolifères sont très inégalement répartis à la surface de la Terre. La région la plus richement dotée est le Moyen-Orient qui contient à peu près la moitié des réserves prouvées. »

## RESSOURCES ET COMMERCE

Les champs pétrolifères sont très inégalement répartis à la surface de la Terre. La région la plus richement dotée est le Moyen-Orient qui contient à peu près la moitié des réserves prouvées (tableau ci-après). Si cette proportion est réaliste, on doit prendre avec précautions les chiffres avancés quant aux quantités extractibles de façon rentable aux conditions du marché. L'abondance de chiffres significatifs est un leurre, le calcul étant entaché de nombreux biais économiques ou politiques. Les régions d'utilisation étant séparées des régions de production, le pétrole donne lieu à un commerce intense. En 2015, environ 2 milliards de tonnes avaient circulé dans des oléoducs ou des navires à grande capacité. Fort

Région	Réserve 2015 (Gteps)	Rapport réserve/production (années)
Amérique du Nord	35,9	33,1
Amérique centrale et du Sud	51	117
Europe et ex-URSS	21	24,4
Moyen-Orient	108,7	73,1
Afrique	17,1	42,2
Asie et Pacifique	5,7	14
TOTAL	239,4	50,7

Source : BP Statistical Review.

logiquement, la moitié de ce commerce se fait à partir du golfe Arabo-Persique.

## RÉSERVES PROUVÉES, PAR GRANDE RÉGION DU MONDE

Le rapport « réserve/production » (annuelle) du tableau donne une idée du temps qu'il faudrait pour épuiser, au rythme actuel d'extraction, tous les gisements d'une région donnée. Bien que largement communiqué, ce chiffre est de peu d'intérêt car le rythme d'exploitation est en réalité variable en fonction de multiples facteurs.

Les premiers sont matériels. Dans le tableau, le total est à peu près égal à la quantité déjà extraite du sous-sol, ce qui voudrait dire que l'on atteint un maximum de production. Ce constat recoupe l'analyse faite par deux retraités de l'industrie du pétrole, Jean Laherrère et Colin Campbell, à partir de la correspondance entre découverte et production, et des variations de celle-ci. Ils ont montré en 1998, dans un article retentissant<sup>1</sup>, que la quantité de pétrole conventionnel disponible annuellement dans le monde devrait passer par un maximum aux environs de l'année 2020. L'imminence de ce pic pétrolier à la date incertaine est partiellement remise en cause par l'exploitation de pétroles non conventionnels, peu présents dans le tableau. C'est ainsi que, après un minimum en 2008, la production domestique des États-Unis – qui avait atteint un pic en 1970 – est repartie à la hausse.

## L'ÉTALON « OR NOIR »

Les autres facteurs sont économiques et politiques. L'exploitation des champs ►

► récemment découverts est, par unité de volume, plus coûteuse en investissements et en énergie que celle des gisements anciens. Quant aux pétroles non conventionnels, leur rentabilité n'est assurée que si le cours du baril dépasse 50 dollars. Comme souvent, économie et politique sont étroitement mêlées. Une galaxie du pétrole a la haute main sur l'économie mondiale. Elle regroupe des entités aussi diverses que des États producteurs, des compagnies multinationales, l'armement maritime, l'aéronautique, les industries du transport terrestre et leurs clients... Les intérêts en jeu, stratégiques ou financiers, sont considérables. L'affichage plus ou moins sincère de leurs réserves par les multinationales sert à manipuler le cours de leurs actions en Bourse. Les plus gros pays producteurs, en partie regroupés au sein de l'OPEP (OPEC en anglais [Organization of Petroleum Exporting Countries]), ont le pouvoir de réguler la quantité de brut qu'ils mettent sur le marché afin d'agir sur les prix. Le cours du baril, dont le *graphique 2* montre l'évolution pendant les quarante dernières années, est ainsi sou-



Graphique 2. Cours du baril en dollars constants (valeur 2015).

tir la demande, provoquant ainsi la chute du cours en 2015 puis un passage par un minimum en 2016. En 2017, nous sommes en phase de remontée. Les spécialistes les plus lucides ne se hasardent plus à prévoir la suite.

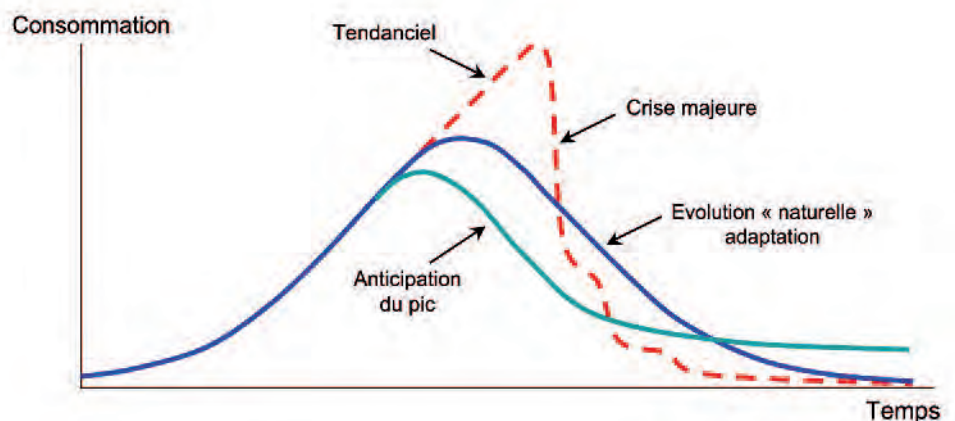
#### CONTRAINTES POUR L'AVENIR

Au cours des années 1970, le monde entier crut à une pénurie de pétrole. C'était une fausse alerte. Cependant, des mesures furent prises dans les pays développés consommateurs : on améliora l'efficacité des moteurs en vue d'une moindre consommation à service égal ; dans le domaine de la génération d'électricité, on eut aux États-Unis le retour au charbon, et en France le passage à l'électronucléaire. Quarante ans plus

tard, la volatilité du prix du brut serait-elle le signe que le pic de production est bien là ? L'avenir serait alors dépendant de la façon dont la galaxie du pétrole gère le franchissement du pic. Une anticipation est évidemment souhaitable (*graph. 3*) avec une sortie progressive laissant à long terme de quoi maintenir le transport aérien et la pétrochimie, usages pour lesquels le pétrole et ses dérivés resteront pour longtemps irremplaçables. L'anticipation d'une sortie du pétrole est rendue nécessaire par une deuxième contrainte forte. Entre autres impacts environnementaux, les différentes activités de l'espèce humaine ont depuis le début de l'ère industrielle (fin du XVIII<sup>e</sup> siècle) changé la composition de l'atmosphère par

“ Comment vivre sans pétrole, jusqu'ici indispensable aux transports ? l'humanité devra résoudre une série de problèmes d'ordre technique, économique et politique. ”

mis à de multiples influences. Il répercute des événements politiques et pèse sur l'économie mondiale. 1973 fut l'année du premier choc pétrolier : en représailles au soutien occidental à Israël pendant la guerre du Kippour, les pays du Golfe décidèrent une augmentation soudaine par un facteur 4 du prix de leur brut. La révolution iranienne de 1979 entraîna une autre flambée des prix (deuxième choc). On observe par ailleurs qu'un pic est le plus souvent suivi d'une récession<sup>2</sup>. Le pic de 2008, dû à une demande conjoncturelle de la Chine constituant d'importants stocks en vue des jeux Olympiques de Pékin, a précédé une crise, financière d'abord, économique ensuite, dont les effets se font encore sentir en 2017. Cette crise a fini par ralentir



Graphique 3. Trois façons de gérer une ressource limitée. Suivre la tendance actuelle conduit inéluctablement à une crise majeure par épuisement de la ressource. Dans un scénario adaptatif, la demande est ajustée à la ressource. L'anticipation préserve en partie l'avenir.

l'emploi généralisé des combustibles fossiles, lesquels représentent bon an mal an 80 % de l'énergie primaire. Les brûler produit en abondance du dioxyde de carbone. En 1896 déjà, Svante Arrhenius avait trouvé qu'un doublement de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère entraînerait une augmentation de 5 °C de la température à la surface de la Terre. Son calcul, contestable, anticipait néanmoins le résultat obtenu par nos modernes climatologues armés de modèles plus réalistes et d'ordinateurs puissants<sup>2</sup>. Cette menace climatique pèse sur l'avenir de l'humanité, qui doit trouver le moyen de limiter de façon drastique les émissions de gaz à effet de serre.



**L'urgence de l'heure est de remplacer le pétrole par d'autres ressources à faible émission de carbone.**

La sortie des fossiles, charbon, gaz et pétrole, dont les effets sont en partie tempérés par la mise en place sur les installations fixes de dispositifs de captage et séquestration du CO<sub>2</sub> (CCS), s'impose à l'évidence dans ce contexte. Comment vivre sans pétrole, jusqu'ici indispensable aux transports ? l'humanité devra résoudre une série de problèmes d'ordre technique, économique et politique. Pour conserver la mobilité nécessaire aux économies modernes, il conviendra de passer à des vecteurs décarbonés comme l'électricité (d'origine nucléaire ou renouvelable) ou l'hydrogène. Et la galaxie du pétrole dont l'empire s'étend sur toute la planète devra gérer sa propre reconversion. Ce ne

sera ni simple ni rapide. Un indicateur d'une transition réussie ? les tep disparaissent définitivement des statistiques énergétiques. ■

\*JEAN-LOUIS BOBIN est physicien, professeur émérite à l'université Pierre-et-Marie-Curie, auteur de *Prospectives énergétiques à l'horizon 2100*, EDP Sciences, 2013.

1. « The end of cheap oil », in *Scientific American* (1998).
2. Mais attention à ne pas confondre corrélation et causalité.
3. Cf. les rapports du Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC), partie scientifique.

## POURQUOI DIT-ON DEPUIS 40 ANS QU'IL Y A 40 ANS DE PÉTROLE ?

**Du pétrole ? Pourquoi s'en faire, nous en avons pour quarante ans ! Qui n'a jamais entendu cette phrase dont nous sommes déjà en train de vivre les conséquences économiques.**

PAR JEAN-MARC JANCOVICI\*

### LE MALENTENDU DES « 40 ANS DE PÉTROLE »

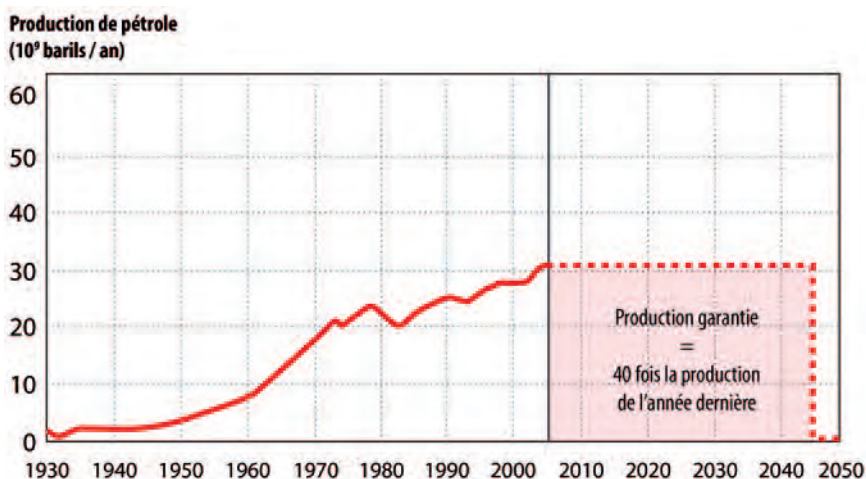
Que voulaient dire ceux qui ont mis en circulation les premiers cette expression de « 40 ans de pétrole » ? Tout simplement que, à ce moment-là, les réserves prouvées de pétrole étaient égales à 40 fois la production de l'année précédente. Tous ceux qui voyaient passer cette expression ont fait un raccourci qui les a amenés à quelque chose d'un peu différent. L'assimilation a été la suivante :

« nous avons 40 fois la production de l'an passé »  
 =  
 « nous avons 40 ans au rythme actuel de consommation »  
 =  
 « nous avons 40 ans de pétrole »  
 =  
 « nous avons 40 ans de tranquillité ».

Et voici comment nous passons d'un volume (40 fois la production de l'année dernière) à une durée (nous sommes tranquilles pour 40 ans).

L'argumentation serait pertinente si tout d'un coup nous nous mettions à avoir une consommation constante, et surtout si nous ne nous soucions

pas de la 41<sup>e</sup> année ! La traduction graphique de cette interprétation la plus immédiate de « 40 ans de pétrole » est donnée ci-dessous (graph. 1). ►



Graphique 1.

**SIGNIFICATION DE « 40 ANS DE PÉTROLE » SI LA CONSOMMATION RESTE CONSTANTE**  
 Cela signifie que la quantité de pétrole que nous sommes certains de faire sortir du sol à l'avenir est égale à 40 fois la consommation de l'année écoulée. Si nous ne souhaitons pas augmenter notre consommation de pétrole à l'avenir et que la production puisse se maintenir au même niveau, nous sommes effectivement tranquilles pour 40 ans. Sauf que... aucune courbe de production ne ressemble à ce qui figure ci-dessus : une production n'est pas constante pendant 40 ans pour passer à zéro la 41<sup>e</sup> année !

► En réalité, la consommation de pétrole n'a jamais été constante depuis que nous avons commencé à en consommer. Du coup, nous allons commettre une erreur fatale : assimiler « 40 ans à consommation constante » avec « 40 ans de croissance », puisque c'est seulement dans un contexte sans contrainte (donc avec une consommation qui peut croître) que nous sommes tranquilles. La traduction graphique de cette erreur de jugement à peu près universellement répandue (y compris au sommet de l'État, au sein de la plupart des rédactions, au sein de la direction de nombreux grands groupes, etc.) est donnée ci-contre (graph. 2).

Dans les deux situations (fictives) qui correspondent aux graphiques 1 et 2, nous avons donc une relative abondance pendant 40 ans, puis... plus rien. Dans le second cas, nous avons même imaginé que sortirait du sol plus de pétrole que ce qui est contenu dans les réserves prouvées annoncées par les pétroliers. Mais, historiquement, cela s'est toujours passé ainsi, alors pourquoi s'en faire ?

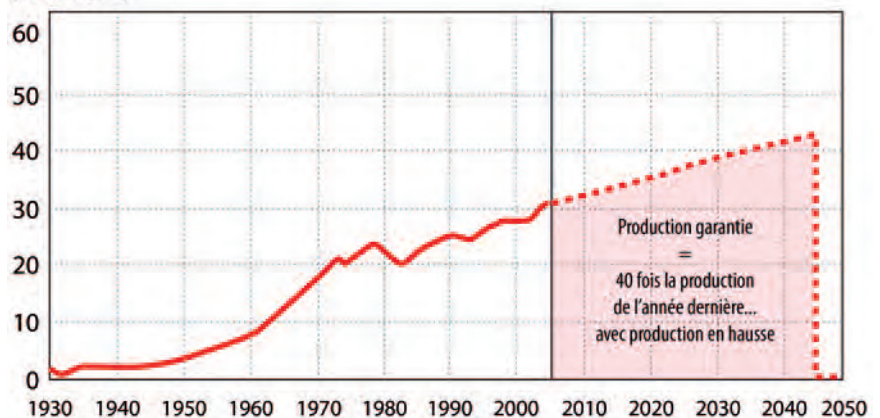
En fait, qu'il s'agisse d'un gisement ou de la planète dans son ensemble, une production est obligée de ressembler à quelque chose de pas très éloigné d'une courbe en cloche. Il y a eu une époque dans l'histoire où la production était nulle, elle a crû et va passer par un maximum, puis décroîtra. Et compte tenu de la place occupée par le pétrole dans notre économie, le moment important est celui où la production va se mettre à décliner, parce que cela signifie qu'à ce moment-là la consommation sera forcée de diminuer (personne ne peut consommer un pétrole qui n'est pas « produit », c'est-à-dire extrait du sol puis raffiné). La bonne interprétation de « 40 ans de pétrole » est donc de projeter une courbe de production future en cloche, et dont le cumul (jusqu'à  $+\infty$ !) est au moins égal à 40 fois la production de l'année passée. Cette situation est illustrée graphiquement ci-contre (graph. 3).

Et maintenant nous voyons que les « années de tranquillité » n'ont plus rien à voir avec 40 ans ! Car le temps



dsojvdj dojk dok dopkd opkd pokd opdjk dk dpk

Production de pétrole  
(10<sup>9</sup> barils / an)

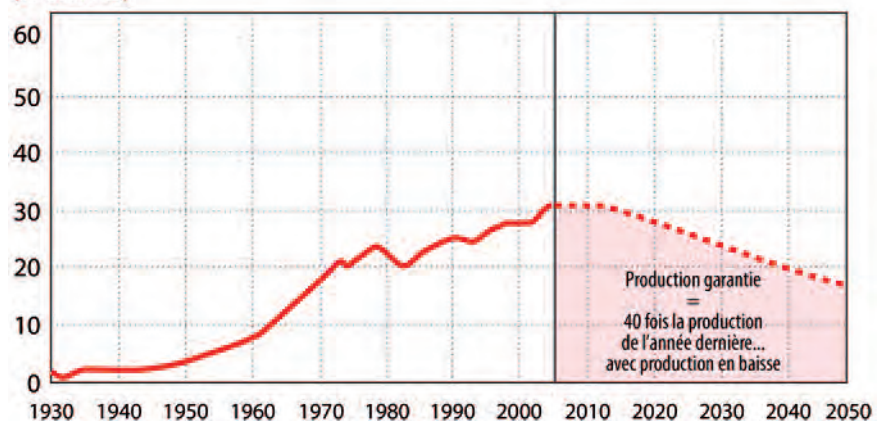


Graphique 2

#### INTERPRÉTATION INTUITIVE (ERRONÉE) LA PLUS COURANTE DE « 40 ANS DE PÉTROLE »

Comme la consommation n'a jamais été constante, nous prolongeons inconsciemment cette évolution à l'avenir, et du coup « être tranquilles pour 40 ans » signifie que la croissance se prolonge sur cette durée. Mais alors le pétrole disponible doit être supérieur à 40 fois la consommation de l'année dernière ! La quantité de pétrole extractible de manière certaine est donc devenue supérieure à 40 fois la production de l'année écoulée. Et, à nouveau, aucune courbe de production future ne ressemblera à ce qui figure ci-dessus : la production mondiale ne va pas être croissante pendant 40 ans pour passer à zéro l'année d'après.

Production de pétrole  
(10<sup>9</sup> barils / an)



Graphique 3

#### INTERPRÉTATION CORRECTE DE « 40 ANS DE PÉTROLE »

Le cumul de la production future (sans limite de temps) vaut au moins 40 fois la production de l'année écoulée... mais la production annuelle passera par un maximum avant de décliner.



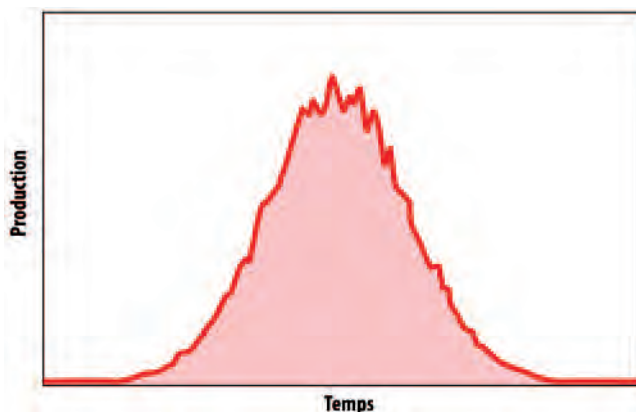
**Graphique 4**  
ASPECT GÉNÉRAL D'UNE COURBE  
DE PRODUCTION ISSUE  
D'UN STOCK DONNÉ

Nous considérons ici que le stock, qu'il s'agisse d'un champ de pétrole, d'une zone pétrolière plus vaste ou de la planète dans son ensemble, est donné une fois pour toutes.

Comme nous le verrons, il peut y avoir plusieurs bosses avant le déclin (la courbe peut donc ressembler à un dos de chameau plutôt qu'à un dos de dromadaire, voire à un dos de dragon à cinq bosses), mais un maximum absolu à un moment où à un autre puis un déclin vers zéro sont inexorables.

La quantité totale de pétrole extraite – le cumul de l'extraction – correspond à l'aire sous la courbe (en rose), et elle est au plus égale au stock extractible de départ. En langage mathématique, on utilise le terme d'« intégrale » pour désigner cette surface. Chez les pétroliers, cette surface correspond aux réserves ultimes.

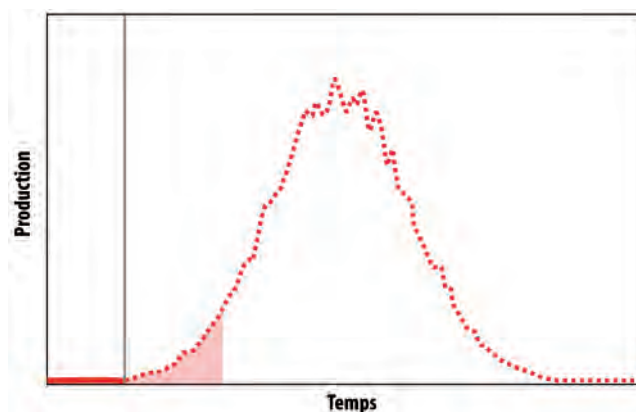
**NB :** La forme générale de cette courbe de production s'appliquera à toute ressource minière, puisque les mêmes conditions initiales – non-renouvellement, quantité extractible ayant une borne supérieure connue – s'appliquent.



**Graphique 5**  
SITUATION APPROXIMATIVE  
AU DÉBUT DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE

Les pétroliers ont déjà découvert et mis en production quelques gisements, et ils publient des réserves prouvées qui correspondent au pétrole extractible de manière certaine de ces premiers champs. Le volume correspondant est l'équivalent de l'aire en rose.

Le reste de l'aire sous la courbe correspond à du pétrole qui sera découvert plus tard (en 1900 les grandes découvertes du Moyen-Orient n'ont pas encore eu lieu), et donc produit plus tard. Tant qu'il n'est pas dans un gisement en cours d'exploitation, le pétrole ne peut pas être comptabilisé dans les réserves prouvées. À ce stade, la production passée est négligeable.



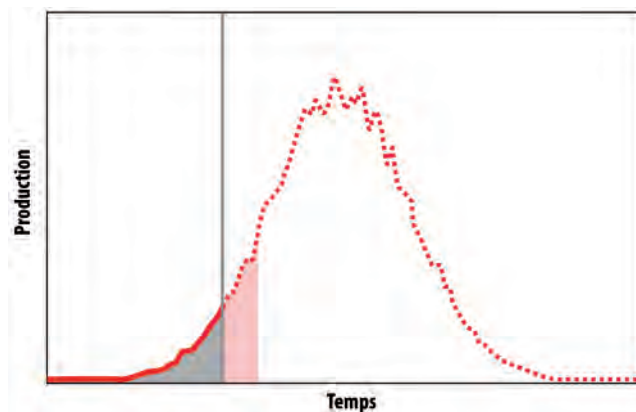
**Graphique 6**  
SITUATION APPROXIMATIVE  
AU MILIEU DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE

Les réserves ultimes (la quantité totale de pétrole qui finira par sortir des entrailles de la terre) n'ont pas changé (par définition).

Les réserves prouvées initiales (en gris) ont bien été produites, ce qui est normal puisque leur extraction était considérée comme certaine. Dans le même temps, il y a eu des découvertes mises en production et des réévaluations sur des gisements déjà découverts.

La somme de ces deux apports aux réserves prouvées a plus augmenté ces dernières que la production ne les a fait baisser. Les réserves prouvées publiées à ce moment-là (en rose) sont alors plus importantes que quelques décennies plus tôt... Et pourtant, dans le même temps, nous avons avancé vers le pic de production.

On peut bien sûr exprimer ces réserves prouvées en multiple de la production de l'année de la publication.



de la tranquillité est celui qui nous sépare du maximum de production, et ce temps peut être très inférieur à 40 ans. Nous avons bien « 40 ans de pétrole », mais pas du tout 40 ans avant les ennuis ! Et de fait c'est bien la situation dans laquelle nous sommes désormais : les réserves prouvées n'ont jamais été aussi hautes, mais le pic n'a jamais été aussi proche, et nous allons voir ci-dessous que cet apparent paradoxe n'en est pas un.

**BEAUCOUP DE RÉSERVES,  
MAIS LE PIC POUR TOUT DE SUITE**

Il s'avère donc que le temps qui passe nous rapproche d'un pic dont l'existence est inexorable. Comment ce dernier pourrait-il être proche alors que les réserves n'ont jamais cessé d'augmenter ? La « solution », présentée sous forme graphique, est pourtant toute simple, et il suffit d'y penser..., sauf que prendre de la hauteur de vue est toujours un peu difficile à concilier avec les raccourcis médiatiques.

“ Nous avons bien « 40 ans de pétrole », mais pas du tout 40 ans avant les ennuis ! ”

Notre petite histoire va donc commencer par le commencement : la forme générale de la production d'un champ de pétrole, qui est aussi la forme générale de la production de pétrole pour le monde dans son ensemble (voir graph. 4).

Comme la forme de la courbe de production future est imposée par les maths, nous allons partir de là et situer dessus différentes époques dans le passé ou le présent. Plaçons-nous en 1900, en négligeant à cette époque le pétrole déjà extrait du sol. Rappelons néanmoins que, pour la totalité du XIX<sup>e</sup> siècle, les hommes ont extrait 230 millions de tonnes de pétrole du sous-sol planétaire – en fait essentiellement américain –, soit moins de 10 % de la production d'une seule année actuellement ! (voir graph. 5). Puis l'horloge tourne. La situation présentée par le graphique 6 nous met fictivement en 1950.

Puis l'horloge tourne encore. La situation nous met fictivement en 1980 (voir graph. 7). ▶

**Graphique n°7**  
SITUATION APPROXIMATIVE

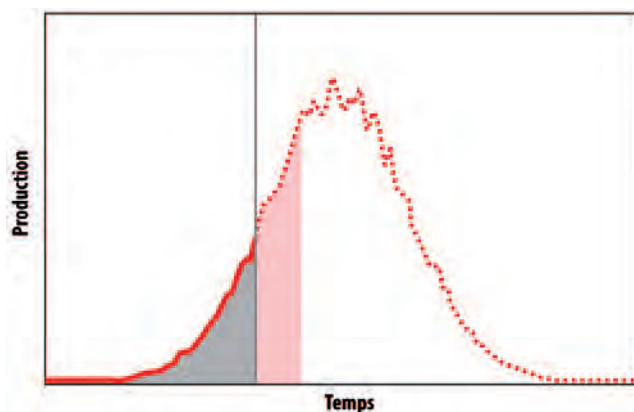
« DÉBUT DE LA FIN DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE »

Les réserves ultimes (la quantité totale de pétrole qui finira par sortir des entrailles de la terre) n'ont toujours pas changé, et c'est normal : c'est tout ce qui sera sorti du début à la fin.

Notre connaissance des réserves ultimes peut, elle, avoir changé, mais ce n'est pas la même chose !

À nouveau, les réserves prouvées de 1950 (en gris) ont aussi été produites, et à nouveau l'augmentation des réserves prouvées – grâce à des découvertes mises en production et des réévaluations sur des gisements déjà découverts – est allée plus vite que leur production.

Les réserves prouvées publiées à ce moment (en rose), exprimées en multiple de la production de l'année écoulée, peuvent donc avoir toujours la même valeur, être plus importantes exprimées en tonnes de pétrole... Et pourtant nous sommes encore plus près du pic de production.



► Et puis nous sommes... pas très loin d'aujourd'hui (graph. 8).

Nous sommes désormais dans une situation où jamais nous n'avons eu autant de réserves prouvées, et jamais nous n'avons été aussi près du pic de production. Bien entendu, cette situation ne va pas perdurer indéfiniment : une fois le pic passé, les réserves prouvées vont diminuer, et elles peuvent même le faire... en restant encore pendant un temps égales à 40 fois la production de l'année passée ! Il suffit pour cela que la courbe de production ne soit pas symétrique (et elle l'est rarement : en général, la production descend plus lentement après le pic qu'elle n'est montée avant le pic).

Jusqu'à maintenant la discussion s'est tenue comme si les réserves publiées étaient dignes de foi, mais il n'est désormais plus possible d'exclure une partie de poker menteur pour une partie des pays, ce qui ne simplifie pas la visibilité sur le sujet. ■

\*JEAN-MARC JANCOVICI est diplômé de l'École polytechnique. Il est ingénieur-conseil en énergie-climat (site : [www.manicore.com](http://www.manicore.com)).

**Graphique n°8**

SITUATION APPROXIMATIVE

« DÉBUT DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE »

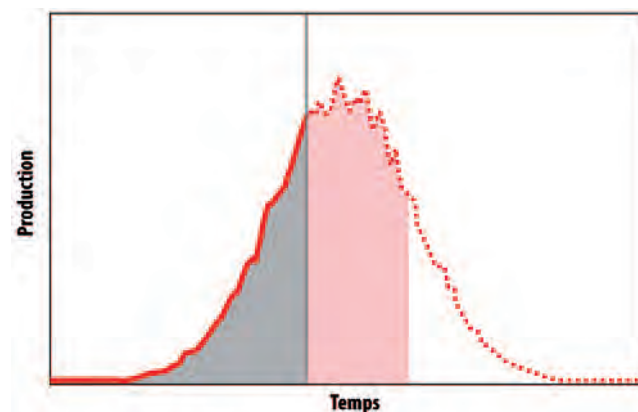
Les mêmes processus ont produit les mêmes effets :

– les réserves ultimes (la quantité totale de pétrole qui finira par sortir des entrailles de la terre) sont toujours les mêmes (rappelons que, par définition aussi, les réserves ultimes sont la somme du pétrole déjà extrait, des réserves prouvées et de ce qui viendra des découvertes ou réévaluations futures ;

– les réserves prouvées publiées en 1980 (en gris) ont aussi été produites ;

– les réserves prouvées (en rose) ont à nouveau augmenté plus vite que la production...

Mais le pic de production n'a jamais été aussi proche !



## QU'EST-CE QUE LE PÉTROLE NON CONVENTIONNEL ?

Ce type de pétrole est censé repousser à plus tard la « fin du pétrole ». Offshore profond, schistes et sables bitumineux, huiles lourdes, pétrole de l'Arctique... Qu'en est-il vraiment ?

PAR JEAN-MARC JANCOVICI\*

La question est en apparence très simple. La réponse dit tout et rien : le pétrole non conventionnel est du pétrole... qui n'est pas conventionnel. Qu'est-ce que le pétrole conventionnel alors ? Il s'agit d'un pétrole ayant parcouru le cycle complet de sa formation : création dans une roche par pyrolyse du kérogène, puis migration primaire et secondaire, enfin emprisonnement dans une

roche-réservoir accessible depuis la terre, ou par moins de 500 m de profondeur quand il s'agit d'offshore. Dans ce dernier cas, seules les conditions d'exploitation sont non conventionnelles, car le pétrole trouvé sous l'océan n'est pas différent de celui trouvé dans d'autres circonstances.

### DES PRODUITS TRÈS DIVERS

Par déduction, le pétrole non conventionnel concerne donc :

– le pétrole qui a suivi le cycle complet « formation-migration » mais

qui s'est accumulé juste sous la surface (dans du sable, par exemple), où il a perdu ses éléments volatils. C'est le cas des sables bitumineux au Canada. Si l'accumulation s'est faite sous la surface mais qu'il y a quand même eu perte d'éléments volatils, cela donne des extra-lourds comme au Venezuela (au Canada la perte d'éléments volatils est plus importante, et le pétrole plus proche du bitume) ;

– le pétrole emprisonné dans une roche-réservoir « normale », mais



accessible sous plus de 500 m d'eau depuis une plate-forme de forage ;  
 – le pétrole « pas tout à fait cuit », à savoir du kérogène disséminé dans une roche mère schisteuse et partiellement pyrolysé. Un tel « schiste bitumineux » (*bituminous shale* ou *oil shale* en anglais) donnera, après pyrolyse, de l'« huile de schiste ». Il arrive enfin que soient aussi inclus dans cette catégorie le produit d'installations situées en régions polaires, qui extraient du vrai pétrole mais dans des conditions « non conventionnelles » – comme pour l'offshore profond –, ainsi que les hydrocarbures obtenus à partir de gaz non conventionnels.

Sous la désignation unique de « non conventionnel » sont donc regroupés des modes de production et des produits assez différents :

– l'offshore profond, comme le polaire, fournit du pétrole « normal », mais qui est simplement extrait dans des conditions techniques difficiles. Ce pétrole pourra néanmoins être transporté puis raffiné dans des installations « ordinaires » ;

– les sables bitumineux contiennent... du bitume. Ce bitume étant mélangé à du sable, la première opération à effectuer est de séparer les deux : pour cela on utilise de la vapeur qui fait « fondre » le bitume et permet ainsi de le récupérer sans le sable. Le traitement à la vapeur peut avoir lieu soit *in situ* pour les dépôts de bitume qui sont situés à quelques centaines de mètres sous terre, soit dans une usine où le mélange sable-bitume est apporté par camions massifs pour les dépôts de surface. Ce genre d'usine est en fait une raffinerie d'un genre un peu spécial, puisque

la proportion d'hydrogène dans le bitume est bien plus faible que dans un pétrole brut ordinaire. De ce fait, il faut apporter cet hydrogène soit directement – on construit une unité qui en produit –, soit indirectement, en mélangeant le bitume avec un solvant avant de distiller le tout à haute température (mais il faut alors disposer du solvant, donc de pétrole

**Un pétrole issu de l'offshore profond est qualifié de non conventionnel.**

“ Une partie du pétrole non conventionnel n'est pas extractible avec un rendement énergétique positif. Il faut donc dépenser plus d'un baril équivalent de pétrole pour extraire un baril de pétrole. ”

conventionnel, ailleurs !). La nécessité d'utiliser de la vapeur et le fait d'avoir un raffinage avec apport d'hydrogène explique que l'énergie nécessaire à la production de ce « pétrole non conventionnel » soit bien supérieure à ce qu'elle est pour du pétrole ordinaire : de 2 à 5 fois plus ;

– les extra-lourds désignent un produit un peu plus hydrogéné que le bitume. Deux cas de figure peuvent



se présenter. Soit ce « pétrole » est fluide dans le gisement, et alors il peut être extrait par pompage, mais il faut des procédés spéciaux pour tenir compte de sa viscosité très élevée (utilisation de vapeur, de solvants, ou autres procédés assimilables à ce qui est mis en œuvre dans un gisement de pétrole pour la récupération secondaire) ; soit il y est solide, et alors il faut le fluidifier en injectant de la vapeur pendant un certain temps ;

– les huiles de schiste, elles, s'obtiennent le plus souvent en pyrolysant « à la main » la roche qui contient le kérogène complètement transformé. Le rendement énergétique est alors le plus souvent négatif : il faut dépenser plus d'énergie dans le processus d'extraction et, surtout, de pyrolyse que le produit final n'en contient. Le plus souvent, il ne s'agit donc pas de réserves à proprement parler. Il y a une exception connue dans un pays balte, mais c'est l'exception qui confirme la règle !

#### OU SE TROUVENT LES RÉSERVES ? QUELLES SONT LES POSSIBILITÉS DE PRODUCTION ?

Le pétrole offshore se trouve... sous la mer. Il y en a un peu partout : Amérique latine, Afrique, golfe du Mexique, mer de Chine... Les bitumes et extra-lourds se trouvent également en plusieurs endroits, mais il n'y a que deux pays à en détenir dans les réserves prouvées. Le Canada, dans la province de l'Alberta, détient les 2/3 des dépôts de bitume identifiés dans le monde (c'est le seul pays à avoir démarré une exploitation commerciale, avec du reste des conséquences environnementales locales qui ne sont pas neutres). Le ►

► Venezuela, dans le bassin de l'Orenoque, détient quant à lui plus de 90 % des extra-lourds connus dans le monde.

Les ressources en place sont en tout cas considérables : plusieurs centaines de milliards de tonnes (environ 500, à comparer avec les quelque 180 milliards de tonnes de réserves

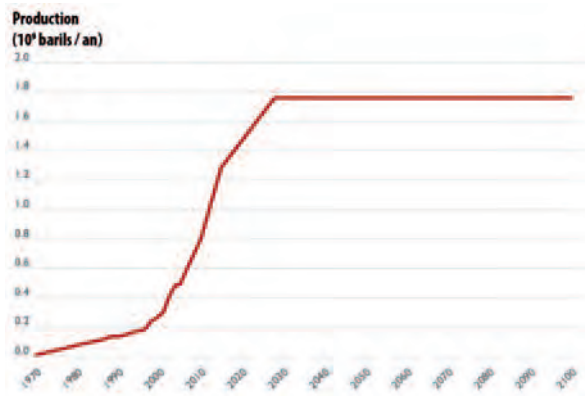
prouvées pour le pétrole conventionnel). Mais il y a loin de la coupe aux lèvres... D'une part, une partie de ce pétrole n'est pas extractible avec un rendement énergétique positif. Il faut donc dépenser plus d'un baril d'équivalent pétrole pour extraire un baril de pétrole, et cela rend l'extraction non rentable (en fait, la limite

économique est même 2 fois plus basse : s'il faut plus d'un demi-baril équivalent pour extraire un baril, il n'y a pas d'exploitation rentable possible). Les installations d'exploitation sont très capitalistiques par unité de débit, comme pour le CTL (*coal*

#### Graphique 9 UN EXEMPLE DE PROFIL DE PRODUCTION POSSIBLE POUR LES BITUMES CANADIENS

La production mondiale de pétrole, en 2010, est de 30 milliards de barils par an. La courbe suit jusqu'en 2015 la projection de l'association canadienne des ingénieurs du pétrole, prolonge la croissance jusqu'en 2030 avec un triplement de la production par rapport à 2010, puis suppose une constance. La production cumulée en 2100 est alors de 140 milliards de barils environ, soit entre le tiers et la moitié des réserves ultimes.

Source : « Transport energy futures : long-term oil supply trends and projections », Australian Government, Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government, Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics (BITRE), Canberra, Australie, 2009.



#### Graphique 10 UN EXEMPLE DE PROFIL DE PRODUCTION POSSIBLE POUR LES EXTRA-LOURDS DU VENEZUELA

La courbe se base aussi sur un triplement de la production d'ici à 2030 puis une constance ensuite. La production cumulée en 2100 est alors d'environ 60 milliards de barils, soit environ 20 % des réserves ultimes.

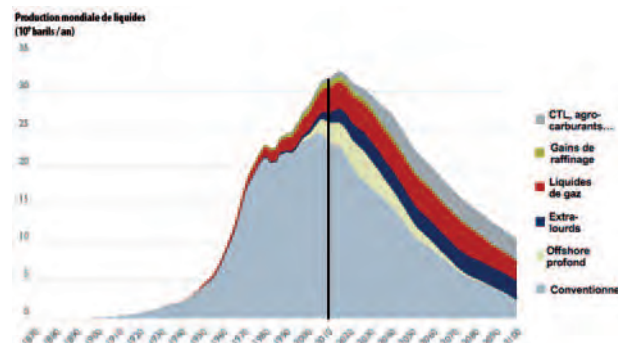
Source : « Transport energy futures : long-term oil supply trends and projections », Australian Government, Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government, Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics (BITRE), Canberra, Australie, 2009.



#### Graphique 11 SIMULATION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE « LIQUIDES » (PÉTROLE ET PRODUITS SIMILAIRES)

Le trait vertical situé 2010. Avec cette simulation, le maximum historique de la production se situe dans la décennie 2010. L'apport des extra-lourds et de l'offshore profond (donc l'ensemble du non conventionnel) et du CTL est significatif après le pic, mais ne change pas fondamentalement la date de ce dernier.

Source : « Transport energy futures : long-term oil supply trends and projections », Australian Government, Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government, Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics (BITRE), Canberra (Australie), 2009.



“ Dans le pétrole conventionnel, il faut investir environ 20 000 dollars pour extraire un baril par jour, alors que pour les sables canadiens, par exemple, c'est plutôt 200 000 dollars qu'il faut investir pour produire un baril par jour (pendant la durée de fonctionnement du puits). ”

*to liquid*), procédé permettant de transformer le charbon en pétrole : dans le pétrole conventionnel, il faut investir environ 20 000 dollars pour extraire un baril par jour, alors que pour les sables canadiens, par exemple, c'est plutôt 200 000 dollars qu'il faut investir pour produire un baril par jour (pendant la durée de fonctionnement du puits). La production ne peut donc pas croître aussi vite avec ces ressources qu'avec un gisement de pétrole conventionnel. Cela explique que les réserves prouvées avancées par le Canada se limitent actuellement à 23 milliards de tonnes, alors que, encore une fois, les ressources en place sont plus de 10 fois supérieures. Les graphiques 9 et 10 présentent des hypothèses possibles de production pour ces ressources.

Ces pétroles non conventionnels sont désormais pris en compte dans les simulations sur la production future. Le graphique 11 montre que ces hydrocarbures non conventionnels permettent d'envisager un décalage du pic de production mondiale de cinq à dix ans pour les « liquides », mais guère plus. ■

\*JEAN-MARC JANCOVICI est diplômé de l'École polytechnique. Il est Ingénieur-conseil en énergie-climat (site : [www.manicore.com](http://www.manicore.com)).

# LES RÉSERVES ULTIMES DE COMBUSTIBLES FOSSILES : CLÉ DE LA PRÉVISION DU CLIMAT

C'est la quantité totale de CO<sub>2</sub> qui sera accumulé dans l'atmosphère qui déterminera l'intensité du réchauffement climatique. À cet égard, les immenses réserves mondiales de charbon sont très préoccupantes.

**BERNARD DURAND\***

## LES PRÉVISIONS DU GIEC

Selon le dernier rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC)<sup>1</sup>, l'augmentation de la température de la surface terrestre a été jusqu'ici à peu près proportionnelle aux quantités de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) résultant des activités humaines (anthropogéniques) cumulées depuis 1870. L'importance du réchauffement climatique futur devrait donc lui aussi dépendre en première analyse des quantités cumulées de CO<sub>2</sub> anthropogénique émises depuis cette date.

Toutefois, le GIEC ne s'est pas attaché à faire des prévisions précises des quantités de CO<sub>2</sub> qui seront émises. Il a préféré modéliser le réchauffement provoqué par les émissions futures de CO<sub>2</sub> anthropogénique, en fonction de trajectoires repères d'évolution de celles-ci. Il a ainsi construit des scénarios de référence dits RCP, pour Representative Concentration Pathways (« Profils de concentration des GES »). Ceux-ci sont au nombre de quatre, indexés en fonction des forçages radiatifs (*encadré ci-contre*) de la surface terrestre qui en résulteraient en 2100, en watts par mètre carré (W/m<sup>2</sup>) : le RCP 2,6, le RCP 4,5, le RCP 6 et le RCP 8,5. Les quantités cumulées de CO<sub>2</sub> émises de 1870 à 2100 correspondant à ces scénarios seraient, en carbone contenu, de 790 GtC, 1250 GtC, 1420 GtC et 2 100 GtC.

Pour que la température de la surface terrestre n'augmente pas de plus de 2 °C de 1870 à 2100, il faudrait, selon cette approche, que les quantités cumulées de CO<sub>2</sub> anthropogénique émises depuis 1870 ne dépassent pas 830 GtC en 2100, soit à peine plus que les 790 GtC du scénario RCP 2,6.

On ne peut bien sûr pas prétendre dans ce domaine à une grande précision, et il ne s'agit donc ici que d'ordres de grandeur.

Le GIEC ne dit cependant pas duquel de ces scénarios l'évolution réelle du réchauffement climatique devrait se rapprocher le plus. Mais il ne contredit pas pour autant les médias, selon lesquels le RCP 8,5, qui prévoit une augmentation de température à la fin de ce siècle d'environ 4,5 °C par rapport à 1870, est quasi certain si nous n'agissons pas vigoureusement pour l'éviter.

Les principales sources de CO<sub>2</sub> anthropogéniques sont, pour l'essentiel :

- les combustibles fossiles, pour environ 85 %
- les changements d'usage des sols, principalement la déforestation, pour environ 10 %
- la fabrication du ciment, qui pro-



Les progrès technologiques d'extractions sont réels et ont permis de repousser le pic, mais plus pour longtemps.

duit du CO<sub>2</sub> par décomposition thermique de carbonates, pour environ 5 %.

Selon l'analyse du GIEC, les futurs profils des émissions de CO<sub>2</sub> dues aux combustibles fossiles seront donc les principaux déterminants du réchauffement climatique.

## LE FORÇAGE RADIATIF

La Terre ne peut échanger d'énergie avec ce qui l'entoure dans l'espace que sous forme de rayonnements. Elle reçoit le rayonnement lumineux du Soleil, environ 240 W/m<sup>2</sup> de sa surface en moyenne, et en réfléchit environ 30 % de la puissance par réflexion sans modification de son spectre, c'est ce qu'on appelle son albedo. Les 70 % restants sont absorbés par l'atmosphère et la surface terrestre, ce qui en augmente la température et produit, donc, un rayonnement infrarouge. Quand la puissance du rayonnement solaire venant de l'espace est équilibrée par l'albedo plus la puissance du rayonnement infrarouge sortant vers l'espace – c'était encore le cas avant la révolution industrielle –, on dit qu'il y a équilibre radiatif.

Le forçage radiatif est une perturbation des échanges radiatifs (solaire/infrarouge terrestre + albedo) induite par une modification anthropique ou naturelle. Par exemple, une augmentation durable de la puissance du rayonnement solaire reçu par le globe terrestre va en réchauffer l'atmosphère et la surface, et provoquer une augmentation du rayonnement infrarouge de celles-ci, de manière à retrouver un équilibre radiatif entre la Terre et l'espace. Mais les températures de la surface et de l'atmosphère terrestre resteront plus élevées qu'avant tant que l'augmentation de puissance du rayonnement solaire persistera. Une augmentation de la teneur de l'atmosphère en gaz à effet de serre produit le même résultat, en renvoyant vers la surface du sol une partie du rayonnement infrarouge émis. Ces forçages radiatifs sont exprimés avec la même unité que la puissance du rayonnement solaire reçu et du rayonnement infrarouge émis, soit le watt par mètre carré (W/m<sup>2</sup>) de surface terrestre.

## PEUT-ON PRÉVOIR LES PROFILS DES ÉMISSIONS DES COMBUSTIBLES FOSSILES ?

Pour essayer de répondre à cette question, il faut d'abord rappeler une évidence : la production d'un gisement de combustibles fossiles débute avec sa mise en exploitation, et se termine avec son abandon définitif. Entre les deux, sa production fluctue en fonction des conditions de rentabilité économique du moment et des progrès dans les méthodes d'extraction, mais passe forcément au cours de son histoire par un maximum absolu, par son *pic de production*. Les quantités totales qui seront extraites au cours de la vie du gisement sont appelées ses « réserves ultimes », ou encore son « ultime ». Ces notions sont faciles à concevoir à l'échelle d'un gisement, mais le sont beaucoup moins à l'échelle d'un pays, et encore moins à l'échelle mondiale. En effet, on peut toujours prétendre qu'à cette échelle il y aura sans arrêt des découvertes de nouveaux gisements, certains étant de ►

► nature encore inconnue, ou des progrès technologiques permettant d'augmenter considérablement les quantités extraites des gisements en exploitation et de pouvoir mettre en production des gisements actuellement inexploitablement, repoussant ainsi sans cesse l'horizon du pic de production, puis de la fin des combustibles fossiles. Qu'en est-il en réalité à la lumière de l'expérience ?

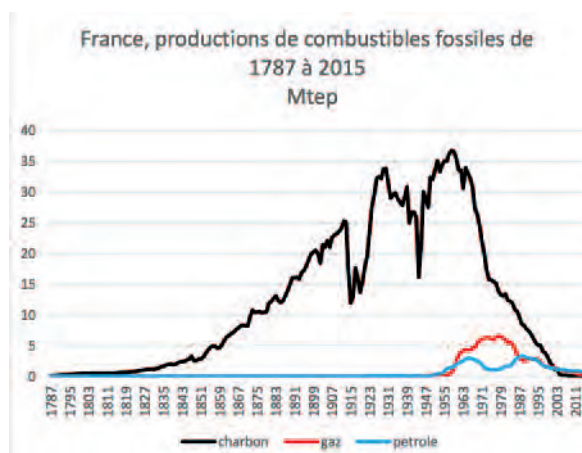
### L'EXEMPLE DE LA FRANCE

La production française de charbon a commencé à croître de manière importante et régulière vers le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle (*graph. 1*). Après bien des vicissitudes, dues en particulier aux deux guerres mondiales et à la crise économique européenne de 1933, conséquence de la Grande Crise de 1929 aux États-Unis, elle connut son pic en 1959. Sa décroissance a été rapide. Cela est dû au fait qu'à cette époque la production était déjà lourdement subventionnée par rapport aux prix pratiqués sur le marché mondial : cette décroissance a donc été accélérée pour diminuer les charges sur le budget de l'État. À partir de 1974, après le premier choc pétrolier, le rythme de décroissance a été moins rapide, le charbon étant alors plus demandé. Mais finalement la production a fini par s'éteindre en avril 2004 avec la fermeture des dernières mines en activité.

L'histoire du pétrole et du gaz en France est longue. Elle débute avec l'exploitation du gisement de pétrole lourd de Pechelbronn (Bas-Rhin) et de ses satellites, dont les indices de surface étaient connus depuis très longtemps et déjà utilisés au Moyen Âge pour la lubrification et le calfatage, mais aussi pour leurs propriétés médicales supposées. Mais il n'y eut d'exploitation rationnelle qu'à partir de 1740. C'est autour du gisement de Pechelbronn que, à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et au début du XIX<sup>e</sup>, furent réalisés les premiers forages pétroliers d'exploration du monde occidental, avec des tarières qui permettaient d'atteindre quelques dizaines de mètres. Le premier à avoir été consigné de manière officielle date de 1813, donc bien avant le forage du colonel Drake en Pennsylvanie, en 1859, date retenue par l'histoire pour les débuts de l'in-

dustrie pétrolière. La France fut même en 1850, en y ajoutant l'huile de schiste obtenue par pyrolyse des Schistes d'Autun (dont les premières productions eurent lieu en 1824 à Igornay, en Saône-et-Loire), le premier producteur mondial de pétrole « tous liquides » de l'époque, jusqu'au développement explosif de la production états-unienne. Mais il s'agissait de très petites quantités, quelques milliers de tonnes par an (*graph. 1*).

Les productions de pétrole et de gaz ont crû notablement, tout en restant



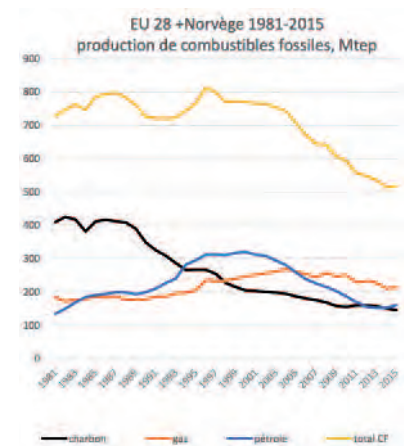
**Graphique 1.** Productions de charbon, de gaz naturel et de pétrole en France de 1830 à 2015, ramenées à la même unité de contenu énergétique (million de tonnes équivalent pétrole, Mtep). La tonne équivalent pétrole « vaut » 41,6 milliards de joules (GJ). Pour chaque combustible fossile, l'ultime est la surface sous la courbe de production.

Source : Bernard Durand, « Les combustibles fossiles, grands oubliés du débat national sur la transition énergétique », conférence au Collège de France, 2013 ([http://aspofrance.viabloga.com/files/BD\\_Fossiles\\_DNTE2013.pdf](http://aspofrance.viabloga.com/files/BD_Fossiles_DNTE2013.pdf)).

modestes, après la Seconde Guerre mondiale. Le pétrole a d'abord été extrait du Bassin aquitain, qui fut ensuite relayé par le Bassin parisien, d'où une production avec deux bosses. Le pic date de 1988, et l'ultime est presque atteint. Le gaz, extrait principalement du gisement de Lacq, près de Pau, a connu son pic en 1978, et son ultime est également presque atteint.

De nouvelles découvertes de gaz et de pétrole ne sont pas strictement impossibles en France, sous forme en particulier de gaz et de pétrole de roches mères (improprement appelés gaz et pétrole de schiste par les médias, car les roches qui les contiennent ne sont pas des schistes, qui sont des roches métamorphiques,

au sens géologique du terme. C'est en fait une mauvaise traduction du terme américain *shale*). Il s'agit de gaz et de pétrole piégés dans ou au contact des roches sédimentaires qui leur ont donné naissance (leurs roches mères) dans des formations de très faible perméabilité, mais d'où on peut en extraire une partie après une fracturation hydraulique permettant d'accroître leur perméabilité. Les réserves correspondantes se trouveraient principalement dans le Bassin parisien pour le pétrole, et le bassin du Sud-Est pour le gaz. Mais



**Graphique 2.** UE 28 et Norvège : évolution des productions de charbon, gaz, pétrole et du total des combustibles fossiles (total CF) de 1981 à 2015. L'unité d'énergie est le million de tonnes équivalent pétrole (Mtep).

Source : BP statistical review of world energy 2016.

rien n'est sûr, et l'opposition des associations écologistes est forte. D'autre part, le régime de propriété

« L'Europe va devoir de plus en plus compter sur des importations pour satisfaire sa frénésie de combustibles fossiles, qui représentent encore 75 % environ de sa consommation totale d'énergie primaire. »

du sous-sol – en France, c'est l'État qui le possède – ne favorise pas l'implication des propriétaires du sol, qui subissent les nuisances locales sans être associés, comme aux États-Unis, aux profits de l'exploitation. Et la fracturation hydraulique dans ce type de formation a été interdite par une loi du 13 juillet 2013.

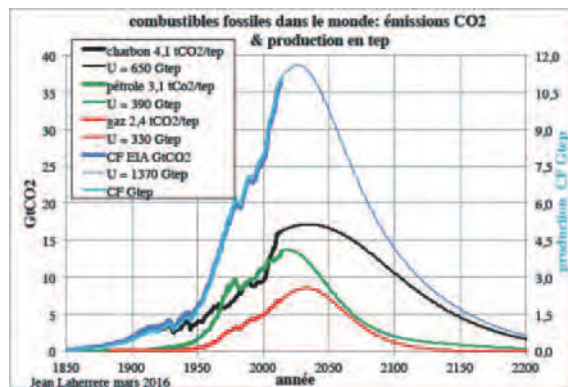
S'agissant du charbon, il existe encore des possibilités : en particulier près de Lucenay-lès-Aix, dans le sud de la Nièvre, un assez gros gisement de

“ En énergie contenue, le pic de la production du pétrole aurait lieu vers 2020, celui du gaz vers 2030 et celui du charbon vers 2040. Le pic de l'ensemble des combustibles fossiles aurait lieu vers 2025. ”

charbon bitumineux, de *hard coal* (peut-être 250 Mt de réserves, soit environ l'équivalent de 170 Mtep), n'a pas encore été exploité. Mais les conditions économiques et environnementales ne semblent guère favorables. Et on ne pourra pas rouvrir les mines qui ont été fermées et qui sont donc maintenant ennoyées, car le coût en serait bien trop élevé, même pour un prix de marché qui serait de l'ordre de 10 fois les prix actuels.

#### L'EXEMPLE DE L'EUROPE

Le *graphique 2* montre pour la période 1981-2015 les productions de combustibles fossiles pour l'ensemble constitué de l'UE 28 et de la Norvège, ce pays étant désormais le principal producteur de pétrole et de gaz en Europe. Ces productions ont connu



**Graphique 3.** Historiques des productions des combustibles fossiles de 1850 à nos jours, prolongées en traits plus fins des prévisions de leurs productions futures. Les quantités produites sont exprimées en Gtep (échelle de droite). L'échelle de gauche est graduée en quantités correspondantes de CO<sub>2</sub> émises, en GtCO<sub>2</sub>. Dans le cartouche sont indiqués, pour chaque combustible fossile et pour leur totalité (CF), les ultimes (U) et les taux de conversion en tCO<sub>2</sub>/tep utilisés. En ce qui concerne la production totale de combustibles fossiles, l'historique des émissions ainsi calculées de CO<sub>2</sub> est comparée à celle de l'Energy Information Administration des États-Unis. (Courtoisie Jean Laherrère, 2016.)

leur pic en 1982 pour le charbon, en 2000 pour le pétrole et en 2004 pour le gaz. Exprimée en tonnes équivalent pétrole (tep), la production totale de combustibles fossiles est passée d'environ 800 Mtep en 1996, date de son pic, à environ 500 Mtep actuellement.

Cela pose bien évidemment un très sérieux problème à l'Europe, qui va devoir de plus en plus compter sur des importations pour satisfaire sa frénésie de combustibles fossiles, qui représentent encore 75 % environ de sa consommation totale d'énergie primaire.

#### QU'EN EST-IL À L'ÉCHELLE MONDIALE ?

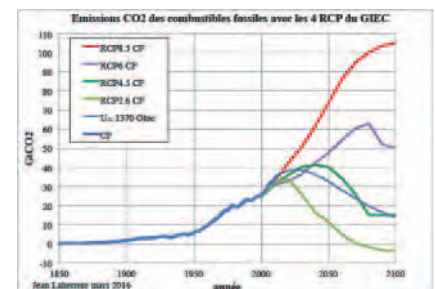
Le *graphique 3* montre, en traits gras, une reconstitution faite début 2016 de l'évolution à l'échelle mondiale des productions de charbon, pétrole et gaz depuis 1850. Elle est due à Jean Laherrère, cofondateur en 2000, avec Colin Campbell, de l'Association for the Study of Peak Oil and Gas (ASPO), laquelle comprend des géologues et des économistes spécialistes des combustibles fossiles de quatorze pays.

L'échelle de droite, en milliards de tonnes équivalent pétrole (Gtep), correspond aux quantités produites, exprimées en contenu énergétique. L'échelle de gauche correspond aux quantités de CO<sub>2</sub>, en milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>), émises par l'utilisation de ces combustibles fossiles. On observe la croissance extrêmement rapide de la production de combustibles fossiles, en particulier celle du pétrole, pendant ce qu'on a

appelé « les Trente Glorieuses », de 1945 jusqu'au premier choc pétrolier de 1973. En traits fins apparaît le prolongement des historiques de production par des prévisions de production future. Les modèles utilisés ici reposent sur des estimations aussi précises que possible des ultimes des productions mondiales par des méthodes statistiques.

En énergie contenue, le pic de la production du pétrole aurait lieu vers 2020, celui du gaz vers 2030 et celui du charbon vers 2040. Le pic de l'ensemble des combustibles fossiles aurait lieu vers 2025.

Le pétrole est ici ce qu'on appelle le pétrole « tous liquides », c'est-à-dire qu'il comprend le pétrole extrait des



**Graphique 4.** Comparaison entre les profils d'émissions de CO<sub>2</sub> dus aux combustibles fossiles utilisés par le GIEC pour construire ses RCP et le profil d'émissions du *graphique 2*.

gisements conventionnels ainsi que le pétrole produit par des gisements non conventionnels, essentiellement le pétrole de roches mères (de schistes) et les pétroles dits extra-lourds, produits essentiellement au Canada et ▶





au Venezuela. Il comprend aussi ce qu'on appelle les liquides de gaz naturels issus des gisements de gaz, et les pétroles « synthétiques » (*syn-fuels*), fabriqués à partir de la biomasse, du charbon et du gaz.

Le gaz est du gaz « sec », débarrassé des liquides de gaz naturel, comptabilisés, comme expliqué ci-dessus, dans le pétrole « tous liquides ».

Ces prévisions ne tiennent pas compte d'événements géopolitiques, telles que des crises économiques ou des guerres qui affecteraient profondément les productions de gros producteurs, comme on le voit pour la France sur le *graphique 1*. Cela aurait pour effet de retarder la date des pics et d'en diminuer la hauteur, d'ailleurs pas forcément de beaucoup. À partir de ce graphique, par exemple, on peut estimer que sans les deux guerres mondiales et la crise économique de 1933 le pic du charbon aurait sans doute eu lieu autour de 1940, soit environ vingt ans plus tôt qu'en réalité. Elles ne tiennent pas non plus compte d'un éventuel boom du pétrole et du gaz de roche mère à l'échelle mondiale tel que celui qui a eu lieu aux États-Unis. Mais cela ne semble guère en prendre le chemin.

#### COMPARAISONS DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> EN FONCTION DES SCÉNARIOS

Comment se compare l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dues aux combustibles fossiles calculées comme ci-dessus avec celles prévues par les RCP du GIEC ?

Le *graphique 4* montre les évolutions d'émissions de CO<sub>2</sub> dues aux combustibles fossiles prévues par les quatre RCP du GIEC et les compare avec

**Mine de charbon à ciel ouvert. Les réserves mondiales de ce combustible sont considérables.**

celles prévues par Jean Laherrère (2016). On constate que ces dernières sont voisines de celles qui sont prévues par le RCP 4,5, c'est-à-dire bien au-dessous de celles prévues par les RCP 8,5 et 4,6.

Il existe, en ce qui concerne les productions de combustibles fossiles, des prévisions plus optimistes que celles présentées ici, par exemple les prévisions faites par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) ou l'Energy Information Administration (IEA) ou encore par de grandes compagnies internationales comme British Petroleum (BP), Exxon ou Shell. Mais aucune n'approche, tant s'en faut, les prévisions du RCP 8,5. Celui-ci semble donc irréaliste, et le scénario RCP 6 semble très improbable.

#### LE CHARBON, PRINCIPALE MENACE POUR LE CLIMAT

Le charbon est le combustible fossile qui devrait connaître son pic le plus tard, c'est aussi celui dont les émissions de CO<sub>2</sub> par unité de masse sont les plus importantes. On voit sur le *graphique 2* qu'il émet actuellement 45 % des émissions totales dues aux combustibles fossiles.

« Sortir du charbon » le plus rapidement possible serait donc l'action la plus efficace pour préserver le climat.

D'autre part, toujours selon le *graphique 2*, les émissions de CO<sub>2</sub> qui seraient produites par les combustibles fossiles de 1870 à 2200 seraient, exprimées en carbone contenu, de l'ordre de 1 280 GtC, dont 715 pour

le charbon, 365 pour le pétrole et 200 pour le gaz. Les quantités encore à produire seraient de l'ordre de 870 GtC, dont 520 pour le charbon, soit 60 %. C'est donc le charbon qui représente la principale menace pour le climat. Sans lui, les ultimes des émissions de CO<sub>2</sub> dues aux combustibles fossiles seraient d'environ 565 GtC, soit bien en dessous des 790 GtC du scénario RCP 2,6, considéré par le GIEC comme compatible avec un réchauffement de la surface terrestre entre 1870 et 2100 restant en dessous de 2 °C.

« Sortir du charbon » le plus rapidement possible serait donc, suivant cette analyse, l'action la plus efficace pour préserver le climat. Sortir du charbon est de la responsabilité des principaux pays consommateurs. Onze pays sont responsables à eux seuls de 90 % de la consommation mondiale (*fig. 5*). Se trouvent dans cette liste deux pays européens, l'Allemagne et la Pologne, respectivement au 8<sup>e</sup> et au 9<sup>e</sup> rang. L'ensemble des pays de l'UE 28 se situe au 4<sup>e</sup> rang, derrière la Chine, les États-Unis et l'Inde.

La principale utilisation du charbon, 70 % de sa production en masse, est la production d'électricité.

Un remplacement rapide des centrales électriques à charbon par des centrales non émettrices de CO<sub>2</sub> ou, au minimum, l'équipement de ces centrales avec des dispositifs de capture et de stockage souterrain (CCS) du gaz carbonique qu'elles émettent est donc très souhaitable. Mais cela est beaucoup plus facile à dire qu'à faire. On observe par exemple que, malgré son engagement officiel pour



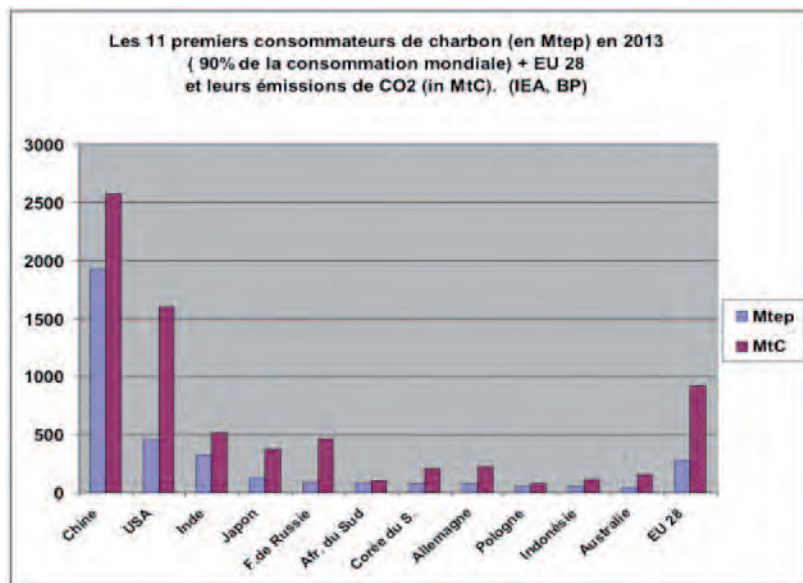
la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, l'Allemagne produit encore une très grande partie de son électricité avec du charbon, et a même augmenté

“ Le charbon est le combustible fossile qui devrait connaître son pic le plus tard, c'est aussi celui dont les émissions de CO<sub>2</sub> par unité de masse sont les plus importantes. ”

les capacités de ses centrales à charbon depuis Fukushima ! Elle n'a pas non plus équipé ses centrales à charbon de CCS. Si l'Allemagne ne fait pas d'efforts, qui en fera ? ■

\*BERNARD DURAND est ancien directeur de la division Géologie-Géochimie à l'IFPEN, ancien directeur de l'ENS de géologie.

1. GIEC, « Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs ».



Graphique 4. Consommation des onze premiers consommateurs mondiaux de charbon et de l'UE 28, et leurs émissions totales de CO<sub>2</sub>, en million de tonnes de carbone contenu (MtC).

## LES GRANDS TRAITES DE LA RÉVOLUTION ÉNERGÉTIQUE À VENIR

Nous vivons une mutation de nos modes de production et de consommation de l'énergie dont les implications sont considérables sur les plans sociaux écologiques et économiques.

PAR ALAIN GRANDJEAN\*

Le dérèglement climatique avec ses conséquences potentiellement dévastatrices est un risque désormais avéré. Nous ne reviendrons pas ici sur ce diagnostic solidement étayé et documenté. Lors de la COP 21, en décembre 2015, à Paris, 195 pays se sont engagés à respecter les objectifs suggérés par la communauté scientifique, dont les travaux sont synthétisés régulièrement par le GIEC<sup>1</sup>, à savoir stabiliser la température planétaire à moins de 2 °C au-dessus de sa moyenne préindustrielle. Nous connaissons la cause principale de ce dérèglement : les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES), de l'ordre de 50 milliards de tonnes équivalents CO<sub>2</sub><sup>2</sup> par an, dont plus de 60 % dus à la combustion d'éner-



gies fossiles. Depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, l'humanité a émis environ 2000 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>. Si l'humanité continue de faire croître ses émissions de GES, la hausse de la température moyenne planétaire sera à plus ou moins brève échéance de l'ordre de 3 à 6 °C par

rapport à la température préindustrielle. Lors de la dernière glaciation, la température moyenne de la Terre était inférieure à l'actuelle de 5 °C environ. Pour éviter de faire subir en cent ans à notre planète l'équivalent d'un changement d'ère climatique, nous devons limiter nos émissions ►

► de GES à une vingtaine de milliards de tonnes en 2050, puis les faire descendre pour atteindre la neutralité carbone avant la fin du siècle.

### LA PÉNURIE DES ÉNERGIES FOSSILES PEUT-ELLE LIMITER LA DÉRIVE CLIMATIQUE ?

Comme le confirment plusieurs sources scientifiques récentes, satisfaire à l'objectif de + 2 °C au maximum nous oblige à ne pas émettre, en ordre de grandeur, plus d'un millier de gigatonnes (Gt) de CO<sub>2</sub> d'ici à la fin du siècle. Au rythme actuel, notre « budget carbone » serait donc consommé en une trentaine d'années.

Serons-nous limités par le caractère limité des ressources d'énergies fossiles ? Certes, elles sont en quantité finie, mais le carbone qu'elles recèlent est en quantité très supérieure à notre budget carbone. En réserves prouvées<sup>3</sup> restantes de pétrole, gaz et charbon, nous disposons d'un potentiel d'émissions de l'ordre de 2900 Gt de CO<sub>2</sub>, dont plus de 1 000 Gt en « se contentant » seulement du pétrole et du gaz, et sans tenir compte des pétroles et gaz non conventionnels. L'évaluation des ressources extractibles fait débat entre les experts, les informations primaires étant secrètes. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), elles correspondraient, pour le pétrole et le gaz, à des émissions supérieures à 4 000 Gt de CO<sub>2</sub>. Celles de charbon à plus de 30 000 Gt de CO<sub>2</sub>... Nous devons donc laisser sous terre la majorité des réserves fossiles<sup>4</sup>, et ce n'est donc pas leur pénurie qui nous obligera à freiner malgré nous nos émissions de CO<sub>2</sub>.

Le pic, ou « plateau de production », du pétrole n'y changera rien. Nous avons consommé depuis le début de l'ère pétrolière, à partir des années 1850, plus de 1 000 milliards de barils de pétrole conventionnel, soit plus du tiers du pétrole stocké sous terre depuis l'ère secondaire. Nous approchons du moment où la production va plafonner, du fait d'une consommation actuelle de l'ordre de 30 milliards de barils par an et de découvertes de gisements chaque année inférieures à cette consommation. Le plafond de production du gaz conventionnel approche également et sera atteint avant le milieu du siècle.



**Rénover les logements avec le souci de l'isolation thermique : un outil pour l'efficacité énergétique.**

cle. Mais nous disposons encore de beaucoup de charbon. Le charbon peut être liquéfié (certes à grand renfort d'énergie, mais nous pourrions mobiliser l'énergie nucléaire pour ce faire) pour satisfaire nos besoins apparemment inextinguibles de mobilité. La tentation sera grande de le brûler pour satisfaire notre désir d'une quantité toujours croissante d'énergie, alimentant la dérive climatique en alimentant nos chaudières et nos serveurs informatiques.

“ Sans une inflexion majeure des trajectoires actuelles de consommation d'énergie, l'augmentation de la température dépassera les 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle. ”

La conclusion est sans appel : sans une inflexion majeure des trajectoires actuelles de consommation d'énergie, toujours pas amorcée avec assez d'ampleur au niveau mondial, l'augmentation de la température dépassera les 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle.

### RÉDUIRE NOTRE CONSOMMATION D'ÉNERGIE...

Sur notre planète, la consommation annuelle moyenne par habitant est

de 1,8 tep, avec des écarts très importants entre les pays. Le contenu en CO<sub>2</sub> de l'énergie primaire est, en moyenne mondiale, de l'ordre de 2,5 t de CO<sub>2</sub> par tep.

Une trajectoire impliquant un réchauffement de 2 °C maximum suppose qu'en 2050 les 9 à 10 milliards d'habitants de la Terre ne consomment en moyenne pas plus d'énergie par habitant qu'aujourd'hui. Les pays de l'OCDE devront fortement réduire la leur. La France a montré l'exemple en votant une loi de transition énergétique visant une division par 2 de l'énergie consommée à l'horizon 2050. Pour y parvenir, deux leviers sont à mobiliser : l'efficacité et la sobriété énergétiques<sup>5</sup>. Il s'agit de rénover massivement notre immobilier, de développer des voitures à très basse consommation, de faire progresser rapidement l'efficacité énergétique de l'industrie et de l'agriculture. Les solutions sont connues ; la question centrale est celle de leur déploiement rapide à large échelle et, par conséquent, d'en organiser l'industrialisation, la rentabilisation et le financement. Mais il faudra aussi un changement culturel profond : remplacer notre préférence actuelle pour la liberté de consommer sans limite et la puissance par une préférence pour la sobriété et la tempérance.

### ... ET DÉCARBONER L'ÉNERGIE

Il faudra aussi que chaque tep n'émette pas plus de 0,5 à 0,6 t de CO<sub>2</sub>, soit une division par 5 par rapport à aujourd'hui. 80 % de la production d'énergie actuelle étant d'origine fossile, cela suppose une décarbonation de la production d'énergie partout dans le monde et un transfert de nombreux usages vers l'électricité décarbonée.

La priorité à court terme est de limiter le recours au charbon (qui est encore la source de 40 % de l'électricité au niveau mondial), pour l'éliminer<sup>6</sup> aussi vite que possible. C'est techniquement possible du fait des sources multiples d'énergie qui permettent de produire de l'électricité bas carbone (bois, hydroélectricité, solaire, éolien, hydrolien, nucléaire, etc.). L'enjeu est essentiellement social et économique. Il s'agit d'organiser l'arrêt puis le démantèlement des milliers de centrales exist-



“ Il s’agit de rénover massivement notre immobilier, de développer des voitures à très basse consommation. ”

tantes, ce qui suppose la reconversion de centaines de milliers d’emplois, et de recourir à des énergies aujourd’hui plus chères. La mise en place de prix du carbone à des niveaux suffisamment dissuasifs permettrait de favoriser cette mutation et de la financer. Mais il faut que les citoyens comprennent et acceptent cette augmentation du prix unitaire de l’énergie, qui serait compensée par la baisse de leur volume consommé.

Le pétrole est le deuxième enjeu. Pour le chauffage des bâtiments et des logements, il peut être facilement remplacé (réseaux de chaleur renouvelable, chauffage bois, géothermie, pompes à chaleur quand l’électricité est peu carbonée). Dans le cas du transport, où il demeure la source quasi exclusive d’énergie, la décarbonation passe par le recours croissant aux modes « doux » (marche, vélo, vélo électrique), la baisse de la vitesse sur les routes et autoroutes, l’efficacité énergétique des moteurs, les nouvelles motorisations (hybrides, hybrides rechargeables, électriques et à gaz) et les modes électriques ferrés. Il faudra également partager plus

les véhicules pour réduire la consommation par passager, développer le bus et les transports en commun partout où c’est possible et adapté. À terme, il faudra aussi baisser le poids du méthane d’origine fossile, ou ne s’en servir que si sont également mis au point des dispositifs de capture et de stockage du carbone. Le gaz fossile ne peut être qu’une énergie de transition, parce que sa combustion émet du CO<sub>2</sub> et parce que ses réserves ne sont pas infinies.

“ Pour le chauffage des bâtiments et des logements, le pétrole peut être facilement remplacé (réseaux de chaleur renouvelable, chauffage bois, géothermie, pompes à chaleur quand l’électricité est peu carbonée). ”

Le biométhane, issu de la récupération de produits de fermentation, est à développer, comme toutes les énergies renouvelables.

En parallèle de la baisse de la consommation d’énergie fossile, nous devons continuer à développer les énergies décarbonées : les renouvelables (hydroélectricité, solaire, éoliennes, biométhane, géothermie, hydroliennes) et, là où c’est envisageable politiquement, technologiquement et financièrement, le nucléaire. Les énergies renouvelables (EnR) ont

**Privilégier les transports en commun, développer le service public ferroviaire : un des leviers sur lesquels il faut agir.**

connu des progrès considérables ces dernières années et commencent à devenir compétitives par rapport à leurs concurrentes fossiles. Mais leur développement devra être puissamment accéléré, tout comme celui des dispositifs permettant la gestion de la variabilité des EnR électriques. Il devra être facilité par la mise en place d’un prix croissant du carbone et des mécanismes de financement adaptés. Cela suppose aussi une évolution massive des opérateurs d’énergie, dont les prémisses se voient déjà en Europe.

En conclusion, le dérèglement climatique nous oblige à changer de modèle énergétique et à réduire massivement notre consommation d’énergie et notre vision du développement. Les résistances à un tel changement sont fortes, et il ne s’imposera pas sans une mobilisation massive de la société civile et une anticipation des indispensables transitions professionnelles. ■

**\*ALAIN GRANDJEAN est docteur en économie de l’environnement et consultant.**

1. Le GIEC a publié cinq séries de rapport depuis sa création (en ligne sur [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

2. Chaque GES (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d’azote et dérivés fluorés) a un pouvoir de réchauffement global (PRG) qui est exprimé en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent par tonne. Le méthane, par exemple, a un PRG de 30, ce qui signifie que 1 t de méthane contribue au réchauffement de l’atmosphère (sur 100 ans) autant que 30 t de CO<sub>2</sub>.

3. Les réserves prouvées représentent la part des ressources dont l’extraction-production est considérée comme certaine à 90 %. Voir les données fournies par la société BP ([www.bp.com](http://www.bp.com)).

4. Une étude publiée dans la revue *Nature* (n° 517, 8 janvier 2015) a mis en évidence qu’un quart seulement des combustibles fossiles connus et exploitables pourront être effectivement consommés.

5. Les travaux de l’association Négawatt (en ligne sur <https://negawatt.org/Scenari-negaWatt-2017>) détaillent par le menu ces leviers.

6. Sauf dans les centrales équipées de captage-stockage de CO<sub>2</sub>. Mais les dispositifs de CCS permettent de capter le CO<sub>2</sub> dans les fumées de combustion, puis de les transporter dans un lieu de stockage souterrain. Ils sont cependant loin de la rentabilité et de la maturité industrielle ; en outre, ils posent des problèmes d’acceptation sociale au-dessus des sites de stockage.

## LE PÉTROLE DANS L'ÉTAU ÉNERGÉTIQUE

Répondre à la légitime demande énergétique des pays émergents, gérer la raréfaction des ressources fossiles bon marché et préserver l'environnement et le climat de la planète... voilà l'étau énergétique dans lequel se situe le pétrole.

PAR CLAUDE AUFORT\*

### LE PÉTROLE, LES DROITS À POLLUER : QUI ACHÈTE, QUI VEND, COMMENT ?

En matière d'énergie, les sociétés humaines sont confrontées à de puissants intérêts peu favorables à la résolution de cette quadrature du cercle.

#### Les intérêts des compagnies pétrolières nationales et des groupes privés internationaux

Le pétrole, par sa concentration dans des zones particulières de la planète, principalement au Moyen-Orient et en Russie, représente un nœud gordien de l'approvisionnement énergétique des pays dans le monde. Le schéma ci-contre montre la complexité des flux pétroliers entre pays vendeurs et pays acheteurs.

Les *compagnies privées* (l'états-unienne Standard Oil Company, l'anglo-néerlandaise Royal Dutch Shell et la britannique British Petroleum) qui ont contrôlé l'industrie pétrolière mondiale ont vu arriver en force dans les années 1970 (après la création de l'OPEP, en 1960) les *firμες nationales* des pays producteurs (essentiellement au Moyen-Orient). Ces dernières leur ont repris, de gré ou de force, la propriété de leur principale richesse, le pétrole. Puis, dès le début des années 2000, la Chine, l'Inde, le Brésil, pays émergents importateurs d'hydrocarbures pour nourrir en énergie une croissance économique à deux chiffres, créèrent leurs *sociétés nationales*. Aujourd'hui, 93 % de la production pétrolière mondiale est contrôlée par les sociétés nationales des pays producteurs. Face à eux, les compagnies des pays émergents disposent d'un atout majeur : leurs marchés intérieurs, qui sont les plus dynamiques du monde.

Entre ces trois groupes de compagnies, il peut exister des intérêts convergents qui se traduisent par des accords et des partenariats. Mais ces intérêts peuvent être aussi diver-



gents et entraîner des conflits économiques au travers des prix du marché, voire des affrontements plus destructeurs. En 2008, le baril de pétrole était à 15 dollars, quelques

“ Avec la délocalisation des industries, les émissions de GES ont été transférées des pays riches vers les pays à bas salaire accueillant les industries manufacturières. ”

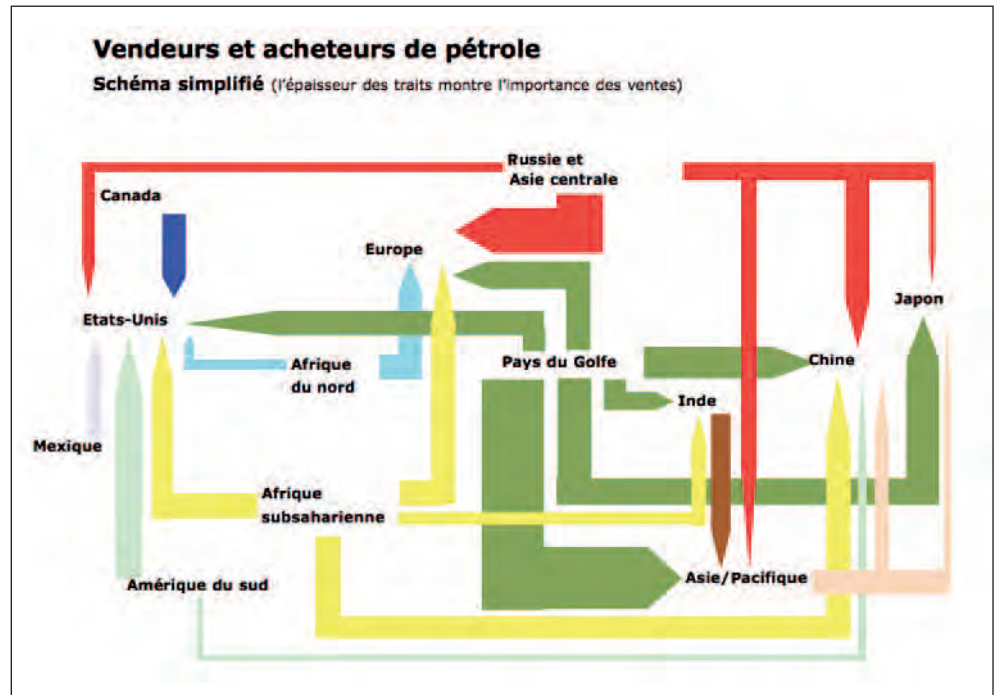
mois après il était à 40 dollars et remontait à 70 en juin 2009. La baisse massive des prix du brut amorcée en 2014 s'est poursuivie en 2015 (pour se situer sous les 30 dollars le baril en janvier et février 2016). Quelles explications peut-on donner à ces

yo-yo du marché ? Une guerre entre pétrole conventionnel et gaz de schiste (Arabie saoudite/États-Unis) ? Une conspiration américano-saoudienne pour punir l'Iran, affaiblir l'économie russe et ébranler le Venezuela, ces pays étant tributaires de leurs exportations pétrolières ? Une Arabie saoudite affirmant son pouvoir dans l'OPEP ? Reste une certitude : un an de pétrole en solde a renvoyé aux calendres grecques la perspective d'une économie mondiale décarbonée. Les risques d'affrontement ne sont pas terminés. Dans une mondialisation en marche, les groupes capitalistes mondiaux peuvent à nouveau être obligés d'accepter de nouveaux reculs.

Comme le pétrole est une ressource actuellement capitale dans les éco-

nomies modernes, les oléoducs sont devenus les objectifs importants de la géopolitique du pétrole et du gaz. Le tracé des nouveaux oléoducs est l'objet de débats et de conflits d'influence, voire d'affrontements, entre les puissances régionales et internationales et entre les pays en concurrence pour le passage sur leur territoire. Les pays importateurs veillent jalousement à choisir une voie peu coûteuse et sûre. Actuellement sont en discussion plusieurs projets d'oléoducs : entre la mer Caspienne et la mer Méditerranée, notamment dans la région du Caucase pour les plus septentrionaux. Les conflits dominés par l'affrontement États-Unis/Russie rendent complexe la fixation des tracés dans le Caucase russe (en Tchétchénie par exemple), en Ossétie du Sud à l'intérieur de la Géorgie, et entre l'Arménie et l'Azerbaïdjan. Même si cette zone permet (ou peut permettre) des tracés courts, donc des frais de construction et de péage moins importants, l'Union européenne, pauvre en ressources énergétiques et craignant des ruptures dans son approvisionnement en hydrocarbures, n'est pas neutre dans la définition de ces tracés. Certains pays autour de cette région (Iran, Russie, Turquie) essaient de proposer des tracés plus longs, mais traversant leurs territoires actuellement pacifiés.

Longtemps absente des réalités énergétiques, l'Afrique est aujourd'hui dans la « toile » des compagnies pétro-



lières. Plusieurs raisons expliquent leur ruée vers ce continent, notamment sa production pétrolière qui augmente rapidement et sa démographie galopante qui en fait un futur marché prometteur pour les produits pétroliers. Par ailleurs, les richesses énergétiques du Maghreb (surtout l'Algérie et la Libye) sont présentes en Méditerranée, donc disponibles pour une Europe pauvre en ressources énergétiques bon marché. Les sites offshore du golfe de Guinée intéressent la Chine au regard de la qualité du pétrole, et l'Amérique du fait des coûts bas des transports et des contraintes de sécurité. Mais l'Afrique doit aussi faire face à trois

difficultés : chaque pays avec sa culture doit acquérir et maîtriser des technologies qui représentent des coûts d'investissements importants (matériels, installations, compétences) qu'il ne peut pas assumer seul ; dans leur ensemble, ces pays doivent aussi évoluer dans les rapports entre richesses naturelles, démocratie et progrès social, souvent en opposition avec leurs acheteurs (États-Unis, Chine) ; ils cherchent, non sans difficultés, à trouver les chemins de leur intégration dans une mondialisation qui leur est défavorable.

#### Les droits aux émissions de gaz à effet de serre (GES)

Mondialement, les émissions de GES augmentent. L'utilisation par les pays émergents des énergies fossiles pour répondre à leurs besoins de développement va les amener à avoir une trajectoire d'émission de GES qui va rattraper celle des pays industrialisés. Mais surtout le capitalisme contemporain, du fait de son libre-échange généralisé, est énergétivore et constitue la principale cause de l'explosion des émissions de carbone.

Les procédures du protocole de Kyoto pour limiter les émissions de GES se sont révélées insuffisantes. En Europe, avec des quotas distribués gratuitement et en absence d'une régulation publique forte, le prix de la tonne de carbone ne peut être que volatil et ►



► faire l'objet de la spéculation.

Avec la délocalisation des industries, les émissions de GES ont été transférées des pays riches vers les pays à bas salaire accueillant les industries manufacturières. Cette internationalisation annihile les effets des législations environnementales contraignantes des pays développés. La question de la redistribution entre producteur et consommateur d'énergie est aujourd'hui posée. Ce constat accentue les difficultés de la mise en œuvre du protocole de Kyoto. Même après l'accord de Paris (COP21) de 2015, aucun indice sérieux ne permet d'espérer l'ombre d'une solution dans une nouvelle régulation du marché des GES acceptée par la communauté internationale.

Dans cet univers énergétique mondial complexe, où les conflits politiques dominent l'actualité, force est



Champs de pétrole en feu lors de la première guerre du Golfe (1991).

les critères économiques justifiant les choix de société et les efforts accrus en matière de recherche et développement.

#### La responsabilité des pays développés

En 2012, les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant provenant des pays de l'OCDE d'Amérique du Nord (16,2 t/hab.) et d'Europe (6,7 t/hab.) ont été les plus importantes des pays développés. De ce fait, les accords internationaux leur ont demandé de diviser par 4 leurs émissions de GES d'ici à 2050. Ils peuvent progresser vers cet objectif en combinant, dans un futur plus « électrique », le développement des énergies renouvelables avec la cogénération (production simultanée de chaleur et d'électricité), l'amélioration de l'efficacité énergétique et la transformation de l'habitat et des transports. En utilisant la complémentarité électrique des énergies renouvelables et du nucléaire, ils réduiront de manière importante leurs émissions propres de GES. Ce faisant, en se libérant de droits d'émission de GES dont ils n'auront plus besoin, les pays développés permettront aux pays en voie de développement d'accroître les leurs. Ceux-ci leur sont indispensables du fait d'une impossibilité pour

eux de sortir rapidement des énergies fossiles qu'ils possèdent, notamment en Afrique. Parmi toutes les justifications propres à chaque nation, le développement des activités nucléaires dans les pays développés sera aussi, en quelque sorte, une nouvelle composante de la solidarité internationale.

L'importance croissante du développement des activités nucléaires pour réduire et maîtriser le réchauffement climatique est acceptée par de nombreux pays. Pour des raisons diverses en rapport avec leur situation propre, plusieurs pays qui avaient choisi de sortir du nucléaire y ont finalement renoncé (la Suède, la Belgique, la Suisse). Le Japon, malgré Fukushima (2011), est en train de redémarrer ses réacteurs. Soixante nouveaux réacteurs nucléaires sont actuellement en construction dans le monde. Onze pays ont choisi le nucléaire (États-Unis, France, Japon, Russie, Corée du Sud, Inde, Canada, Grande-Bretagne, Ukraine, Chine, Belgique). Ils représentent 47 % de la population mondiale. En Europe, seule l'Allemagne fait exception.

#### Critères économiques et choix de société

Quatre-vingt-dix entreprises, dont les grandes multinationales de l'énergie, sont à l'origine des deux tiers des émissions mondiales de GES. De véritables réponses au changement climatique nuiraient à leurs intérêts et à leur pouvoir, battraient en brèche l'idéologie du libre-échange et menaceraient les structures et les subven-

« Il semble malheureusement impossible, au regard des réalités énergétiques mondiales, de pouvoir supprimer immédiatement l'utilisation d'un pétrole chimiquement riche que nous brûlons bêtement depuis soixante ans. »

de constater que la satisfaction des besoins énergétiques des habitants de la Terre n'est pas la boussole pacifique de solidarité et de coopération qui devrait logiquement rassembler tous les peuples face aux risques climatiques.

#### QUELLE GÉOPOLITIQUE DU PÉTROLE POUR SAUVER LA PLANÈTE ?

Une première hypothèse peut être levée. Il semble malheureusement impossible, au regard des réalités énergétiques mondiales, de pouvoir supprimer immédiatement l'utilisation d'un pétrole chimiquement riche que nous brûlons bêtement depuis soixante ans. Il importe donc de définir solidairement la *chemin géopolitique* qui permettra de réduire de plus en plus l'utilisation du *combustible pétrole*. Plusieurs voies de réflexion offrent aux organisations humaines de la planète un espoir de sortie de l'étape énergétique : les responsabilités des pays développés,

« Onze pays ont choisi le nucléaire (États-Unis, France, Japon, Russie, Corée du Sud, Inde, Canada, Grande-Bretagne, Ukraine, Chine, Belgique). Ils représentent 47 % de la population mondiale. »

tions qui les soutiennent. Une partie importante des obstacles qui empêchent le relâchement de l'étau énergétique est liée aux pouvoirs que détiennent ces très grandes entreprises capitalistes mondiales. Au-delà des aspects scientifiques et technologiques, il convient donc de ne plus soumettre les choix de société aux critères de la rentabilité capitaliste.

Ce faisant, les peuples de la planète y gagneraient de plusieurs façons. Ils acquerraient une vision énergétique globale d'avenir qui faciliterait l'élaboration de leur démarche d'adaptation en coopération avec la communauté internationale. Les sources financières possibles de l'aide des pays développés pour faciliter leur développement et leur adaptation au changement climatique pourraient provenir des paradis fiscaux et/ou d'une taxe sur les transactions financières. Chaque peuple aurait la possibilité, pour satisfaire ses besoins nationaux, de développer, voire de créer des services publics conduisant sa (ou une) démarche d'indépendance énergétique. La sécurité d'approvisionnement énergétique, la solidarité et la confiance en l'avenir remplaceraient, la défiance, la compétition et l'affrontement.

#### Les efforts accrus de recherche et développement

Pour desserrer l'étau énergétique et réduire l'utilisation du pétrole tout en satisfaisant les besoins des pays

“ Comme le pétrole est une ressource actuellement capitale dans les économies modernes, les oléoducs sont devenus les objectifs importants de la géopolitique du pétrole et du gaz. ”



La galaxie du pétrole dont l'empire s'étend sur toute la planète devra gérer sa propre reconversion.

“ Quatre-vingt-dix entreprises, dont les grandes multinationales de l'énergie, sont à l'origine des deux tiers des émissions mondiales de GES. De véritables réponses au changement climatique nuiraient à leurs intérêts et à leur pouvoir. ”

émergents et en développement, l'urgence impose de nous appuyer en premier lieu sur les techniques locales, mais aussi sur les technologies décarbonées matures des pays développés, les plus efficaces et les moins coûteuses. Nous les connaissons, elles ne sont pas à même de faire des miracles si les hypothèses de réalisation sont réalistes socialement.

En revanche, dans la mesure où le chemin géopolitique de la réduction de l'utilisation du pétrole risque d'être long, il convient de s'appuyer sur une recherche ambitieuse à large spectre thématique, sans oublier les sciences humaines et sociales qui préserveront la condition humaine dans les choix qui seront faits. Cette recherche doit prendre en compte le court et le long terme et lever les verrous scientifiques, techniques et technologiques de ce défi planétaire. Le développement de l'hydrogène comme vecteur énergétique, des piles à combustibles, du stockage de l'électricité, de l'efficacité des énergies renouvelables, des réacteurs nucléaires

de IV<sup>e</sup> génération et de ceux à fusion sont les composantes complémentaires d'un nouveau monde des transports, de l'habitat et de la production d'électricité.

#### L'AVENIR DU PÉTROLE ET DES CHOIX DE SOCIÉTÉ

Aujourd'hui, la réalité de l'avenir énergétique proche appartient aux fossiles, au nucléaire et à l'effort de recherche. Les dirigeants du monde et les décideurs du marché le savent ! Les chercheurs, les ingénieurs, les techniciens de l'énergie souhaitent que les citoyens partagent avec eux leur sens de la rigueur pour lever toutes les illusions, voire les peurs. Ils considèrent qu'il doit y avoir un continuum entre la recherche appliquée, le développement et l'activité industrielle source d'emplois et qu'à ce titre l'industrie, au travers de ses dirigeants et de ses salariés, soit partie prenante dans les choix de recherche et de société.

Pour le plus long terme, le bilan de trente ans de gestion du réchauffement climatique par une logique de régulation par le marché est désastreux. Le monde va dans le mur. Nous devons en premier lieu changer de paradigme. ■

\*CLAUDE AUFORT, ancien administrateur de CEA, est ingénieur chercheur.

## BÉNÉFICIAIRE D'AIDES PUBLIQUES ET SE DÉSINTÉRESSER DE L'HYDROLIEN

DCNS, le constructeur naval militaire, a décidé d'accélérer son développement dans les énergies marines renouvelables. Pour cela il a créé opportunément une filiale propre en partenariat avec la banque publique Bpifrance, Technip et BNP Paribas Capital. Dans ce basculement financier, ce sont les contribuables qui vont payer cette aventure industrielle portée par un partenariat public-privé, montage tant décrié. Thierry Kalanquin, P-DG de DCNS Énergies, a admis que « la mise au point de la technologie hydrolienne s'avère délicate » par l'aspect tant technique aussi bien qu'énergétique.

De son côté, Engie a décidé début 2017 d'arrêter son projet Nephthys de parc pilote hydrolien dans le raz Blanchard. Ce projet prévoyait d'exploiter quatre hydroliennes Oceade fournies par General Electric. Le défaut du fournisseur est en cause. Des sources proches du dossier confirment l'état d'esprit de General Electric : arrêter le développement de sa turbine hydrolienne. Lauréat en 2014, le projet avait été évalué à 101 millions d'euros, dont la moitié de subventions publiques.

## LES FRANÇAIS TRAVAILLENT ENVIRON 40 HEURES PAR SEMAINE

La direction des statistiques du ministère du Travail, la DARES, vient de publier ses analyses sur les indicateurs de durée du travail en France.

À la lecture de celles-ci on relève que, contrairement aux idées véhiculées couramment, les Français travaillent beaucoup.



Ainsi, si l'horaire collectif hebdomadaire est de 35,6 heures fin 2015, la durée individuelle hebdomadaire est de 39,3 heures. Ce différentiel de 4,4 heures de plus que la durée collective s'explique par le fait que lors du passage aux 35 heures nombre d'entreprises choisirent de conserver un horaire hebdomadaire de travail supérieur en accordant aux salariés des jours de congé supplémentaires (les RTT).

Des RTT ont contribué à limiter la durée collective hebdomadaire, à la différence de la durée habituelle hebdomadaire qui ne prend pas en compte les jours de congé ou de RTT.

La question de la définition de la durée du travail est cruciale.

Quand une campagne présidentielle se fait en partie sur le classique « déverrouillage des 35 heures », voilà de quoi relativiser cet effet de manches.

## Les antivaccins marquent des points



Le 9 février 2017, une initiative publique (projection de film, conférence de presse...) du mouvement antivaccination, organisée par le groupe écologiste, et plus particulièrement par la députée européenne française Michèle Rivasi, a eu pour cadre le Parlement européen.

Un pas de plus a été franchi sur une question majeure de santé publique. En effet,

l'invité d'honneur n'était autre qu'Andrew Wakefield, un ex-chirurgien radié pour avoir été convaincu de fraude scientifique en faisant le lien dans un travail entre le vaccin ROR (rougeole, oreillons, rubéole) et des cas d'autisme.

C'est dans ce contexte que le Conseil d'État vient de juger que les parents pouvaient ne plus vacciner leurs enfants que contre le tétanos, la diphtérie et la poliomyélite. C'est une grave menace pour la santé publique.

La couverture vaccinale en France recule, avec le risque que cela implique en termes de propagation de maladies pourtant contrôlables. Santé publique France a relevé, en 2011, au pic de la recrudescence, 15 000 cas de rougeole déclarés, avec parfois des complications graves, voire des décès.

## Découverte de planètes autour de Trappist-1

Trappist-1, voilà le nom du corps céleste qui suscite toutes les spéculations ces derniers temps. Située à environ 40 années-lumière, dans la constellation du Verseau, l'étoile d'une masse de 8 % de celle du Soleil et d'une taille légèrement



supérieure à celle Jupiter est une naine rouge, catégorie réputée pour ses puissantes éruptions capables de « carboniser » en quelque sorte une planète. Sept planètes, comparables à la Terre par leur taille, tournent autour d'elle (identifiées par des lettres : de Trappist-1b à Trappist-1h). Jusqu'à présent, les données recueillies par les scientifiques permettent d'établir quelques modèles provisoires. Le plus optimiste dresse un tableau de sept planètes rocheuses hospitalières pour la vie, avec des conditions plus ou moins extrêmes. Mais la prudence est de mise, d'autant que la proximité de ces planètes avec leur étoile rend probable qu'elles se trouvent en rotation synchrone, présentant donc toujours la même face à leur soleil.

Le télescope spatial James Webb Space

Telescope, qui succédera à Hubble et dont le lancement est prévu pour 2018, permettra d'en savoir davantage.

Quoi qu'il en soit, cette découverte vient alimenter le projet artistique de la NASA sur le thème du tourisme spatial.

(Retrouvez de magnifiques illustrations : <https://www.jpl.nasa.gov/visions-of-the-future/>)

Pages réalisées par Emmanuel Berland.

Réactions et remarques : écrire à [progressistes@pcf.fr](mailto:progressistes@pcf.fr)



## La sécurité et la recherche en question



Le Conseil national consultatif pour la bio-sécurité (CNCB), composé de six chercheurs habilités secret défense et de six représentants de ministères régaliens, marche sur une ligne de crête. Mis en place sur les recommandations du rapport de l'Académie des sciences « Les menaces biologiques. Biosécurité et responsabilité des scientifiques », publié en 2008, le CNCB travaille à l'instauration d'une charte déontologique des chercheurs pour souligner

le risque de détournement de leurs travaux.

En menant des actions de sensibilisation des jeunes chercheurs et des laboratoires, il veut prévenir sur l'ambivalence des trouvailles des chercheurs, entre transparence et secret. Le coauteur du rapport instituant le CNCB, le biologiste Antoine Danchin, soutient que « toute vérité n'est pas bonne à dire. Que si on découvre une technologie qui peut être détournée, une forme d'autocensure est utile ».

## François Fillon étrille les fonctionnaires de France Télécom



Au Consumer Electronic Show, le salon de l'électronique, à Las Vegas, le candidat des Républicains François Fillon a confirmé sa vision à l'égard des fonctionnaires. En déclarant « Vous pensez qu'il y aurait de l'Internet en France si on avait toujours France Télécom avec des fonctionnaires ? »

Ministre délégué chargé de la Poste, des Télécommunications et de l'Espace en 1997, François Fillon a accompagné la privatisation de France Télécom. À l'heure actuelle, encore plus de la moitié des salariés d'Orange sont fonctionnaires. Au lieu d'avoir appuyé le développement de l'ADSL, le candidat de la droite est l'acteur historique de la déréglementation du secteur des télécommunications. Avec comme résultat le retard engrangé dans la construction du très haut débit en France.

N'étant pas très au clair sur la notion d'emploi, François Fillon doit désormais régler d'autres problèmes de communication.

## Le barrage des Trois-Gorges et la vitesse de rotation terrestre

L'homme aurait-il réussi à influencer la vitesse de rotation de la Terre ? Estimée à environ 1 670 km/h au niveau de l'équateur, elle est modifiée par le barrage



des Trois-Gorges, construit sur le Yangzi Jiang, dans la province de Hubei, en Chine. C'est le plus grand barrage – long de 2 335 m pour une hauteur de 185 m – et la plus grande centrale hydro-électrique au monde.

Pleinement opérationnel depuis 2009, il permet la production de près de 100 milliards de kilowattheures grâce à l'exploita-

tion de la masse des 42 milliards de mètres cubes d'eau retenus. La concentration d'une si importante quantité d'eau en un seul endroit de la planète modifie le moment d'inertie de la planète en rotation. Cela veut dire que cette masse d'eau a modifié la répartition de la masse de la Terre par rapport à son axe de rotation. Ainsi, selon la NASA, la rotation de la Terre est plus longue de 0,06  $\mu$ s.

## SANTÉ, LES ASSURANCES PRIVÉES À LA MANŒUVRE

Le 21 février 2017, à l'initiative de la Mutualité française, et donc des assurances privées, les candidats à la présidentielle passaient leur grand oral sur la question de la santé, dans un contexte où au cours de ces quinze dernières années le reste à charge des patients a crû en moyenne de 40 %.

Fin 2015, le CNAM et Malakoff Médéric « unisaient leurs compétences et leurs moyens » pour créer une chaire « Entreprises et Santé », l'objectif étant de conseiller les entreprises dans la maîtrise des enjeux de la santé au travail.

Exemples parmi tant d'autres, ces rapprochements du secteur privé pour se pencher sur le domaine de la santé ne sont pas anodins. En effet, véritable pacte social, la Sécurité sociale aiguisé grandement les appétits financiers.

Sur le fond, la Fédération des intervenants en risques psychosociaux (FIRPS), regroupant les principaux cabinets en prévention du stress, souligne à l'occasion de ce débat que « ceux qui souhaitent que l'on travaille plus, comme ceux qui anticipent une baisse du volume d'emploi se retrouvent en fait pour ignorer la question essentielle : comment travailler mieux ? ».

## L'EXPANSION DE TESLA CONTINUE

Espace, Internet, voitures... Tesla n'en finit pas. Mercredi 4 janvier 2017, le géant industriel a démarré une production massive de batteries lithium-ion dans sa « gigafactory », son usine colossale installée dans le désert du Nevada. Encore en chantier, cette usine (le plus grand bâtiment au monde : 900 000 m<sup>2</sup>), véritable pierre angulaire de sa stratégie de développement, a pour objectif de diminuer le coût des dites batteries. C'est une étape majeure que vient de franchir Tesla.



Pour le groupe du magnat Elon Musk, une telle production permettra le lancement au printemps de la nouvelle voiture Tesla, au prix de 35 000 dollars.

Mais de nombreux doutes subsistent chez les investisseurs. Car au-delà du coup de communication d'une telle usine de batteries électriques, depuis un an et demi l'action de Tesla a reculé de plus de 15 % à Wall Street.

## LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ALLEMANDE EN CAUSE

Qu'arrive-t-il à la transition énergétique allemande, à l'*Energiewende*? Favorisant les investissements solaires et éoliens et prônant des productions décentralisées, elle est présentée comme un modèle mondial de lutte contre le réchauffement climatique.

Or les performances de l'Allemagne dans ce domaine s'effondrent. Amère, la presse outre-Rhin constate : « *L'Inde, l'Égypte, l'Indonésie font mieux que nous.* » Il est évident, y compris pour le gouvernement, que le pays ne tiendra pas ses engagements, tant s'en faut.

La digue mise en place pour contenir la facture a cédé. Les prix de l'électricité pour les ménages ont repris leur ascension. L'industrie reçoit chaque année près de 4 milliards d'euros d'aides publiques pour éviter que la note des renouvelables handicape sa compétitivité. Début 2017, la Cour fédérale des comptes constate que le gouvernement n'a aucune vue d'ensemble des coûts actuels et futurs de la transition énergétique.

L'indice de performance climatique publié par Climate Action Network Europe (Greenpeace, WWF, etc.) classe en 2017 la France comme le pays le plus efficace dans la lutte contre le réchauffement climatique (l'Allemagne est 29<sup>e</sup>). Mais notre nouvelle loi de transition énergétique a un fumet d'*Energiewende*. Nous avons beaucoup à perdre à imiter le contre-exemple allemand.

## LES CHIFFRES DE L'ÉLECTRIQUE DU PIC HIVERNAL À LA LOUPE

La période hivernale a suscité bien des émois quant à la consommation électrique. Et ce sans considérer à tête reposée les données chiffrées, sans même s'y intéresser. Pourtant, quand on regarde les chiffres de Réseau de transport d'électricité... La production électrique observée du 1<sup>er</sup> décembre 2016 au lundi 23 janvier 2017 fut de 90 978 GWh.

La production de l'éolien comme du solaire ont été minimales (respectivement 3 % et 0,6 % du total). Ces chiffres s'expliquent bien sûr par le faible nombre d'infrastructures de ce type en France comme par leur faible rendement. Ainsi, l'éolien a représenté moins de 2 % de la production électrique française pendant plus d'un tiers de la période mentionnée. Et plus de 5 % pendant près de huit jours cumulés.

Cette inconsistance de production électrique est notable pour une énergie fortement subventionnée par des aides publiques et louée dans des scénarios d'une production énergétique 100 % renouvelable.

(Chiffres consultables sur <http://www.rte-france.com/fr/eco2mix/eco2mix>).

blog

## Les avortements en Grèce explosent

Chaque année, 150 000 avortements sont pratiqués en Grèce, 25 % d'entre eux concernent une population de moins de 16 ans. À l'occasion du 6<sup>e</sup> congrès national d'endocrinologie gynécologique, qui s'est tenu à Athènes les 11 et 12 février 2017, il a été exposé qu'au moins la moitié des jeunes Grecques ont des activi-



tés sexuelles avant leurs 17 ans; plus précisément, c'est 73 % des 14-16 ans qui sont sexuellement actifs.

L'austérité et le manque d'éducation sexuelle combinées expliquent que la méthode de contraception la plus répandue parmi les adolescents grecs est le coït interrompu (40 %), dit aussi « méthode du retrait », qui consiste pour l'homme à se retirer avant l'éjaculation. Cette pratique, peu fiable, est la cause de 20 % des grossesses chez les adolescentes... En outre, elle n'offre aucune protection contre les maladies sexuellement transmissibles. ■

## Le travail, est-ce vraiment la santé ?

La dignité des femmes passera par la prise en considération de leur santé. En effet, un article paru dans *Occupational and Environmental Medicine* fait le pont sur les effets néfastes de certaines conditions de travail sur leur fertilité.

Durant l'étude, sur les 473 femmes testées, il a été constaté que les 313 d'entre elles rencontrant des conditions de travail plus difficiles produisaient en moyenne 15 % d'ovocytes matures en moins et répondaient moins bien à la stimulation ovarienne. Sont en cause la perturbation du rythme biologique due au travail de nuit ou aux horaires décalés et le travail physique comme le port de charges lourdes. D'autres études seront à prévoir afin de comprendre les mécanismes en jeux ainsi que la réversibilité ou non de ces effets.



## Un coup d'arrêt à l'agression publicitaire

Après deux ans de bataille juridique, le Conseil d'État a mis un point final à la lutte entre la CNIL et le groupe JCDecaux.

L'équipementier ne pourra donc pas déployer son dispositif wi-fi sur ses panneaux publicitaires afin de capter la présence des appareils mobiles dans un rayon de 25 m. JCDecaux voulait exploiter ces données pour cartographier la position précise des passants quand ils regardent la publicité.



## Barrage d'Oroville et centrale de Flamanville : réactions et ordre de grandeur

L'incendie du 9 février 2017 dans un bâtiment du site nucléaire de Flamanville a affolé le Web et les rédactions. Un incendie sur une installation nucléaire ! Les ingrédients étaient réunis pour jouer sur les peurs du nucléaire civil, bien que les procédures de sûreté aient été respectées et que les services d'incendie aient rapidement maîtrisé le feu.

Le barrage d'Oroville, en Californie, a connu des fissures, avec pour conséquences des inondations monstres et l'évacuation de 200 000 personnes. Les autorités ont fait intervenir des hélicoptères pour jeter des sacs de sable sur le site afin de tâcher de réduire la force des fuites torrentielles d'eau.

Les réactions furent alors plus mesurées, ce qui pose question au vu des ordres de grandeurs, des techniques et des moyens utilisés.

Le 2 décembre 1959, le barrage de Malpasset, dans le Var, cédait. Il causa 423 morts. A-t-on demandé pour autant à « sortir de l'hydraulique » ?

## La cyberguerre, nouveau champ de bataille

En novembre 2016, le Liberia a été déconnecté durant une semaine du réseau Internet par suite de l'action de *hackers* qui n'ont pu être identifiés. Ce triple coup de force – contre un État, le réseau mondial et la sécurité numérique – est une nouvelle manifestation de la guerre numérique qui s'amplifie.

Entre les pressions russes sur la campagne présidentielle états-unienne et les assauts répétés à coups de requêtes pour faire exploser les serveurs de grands sites mondiaux, la cyberguerre s'affirme comme une réalité.

L'État français a choisi de séparer la cyberdéfense, *via* une agence placée sous le contrôle direct de Matignon, et les actions offensives, qui sont gérées par la Direction générale de la sécurité extérieure (DGSE).

Pages réalisées par Emmanuel Berland.

Réactions et remarques : [écrire à progressistes@pcf.fr](mailto:ecrire@progressistes@pcf.fr)



## INTERROGATIONS SUR LA DISUASION NUCLÉAIRE

Dans une interview, le directeur des affaires stratégiques au Quai d'Orsay, Nicolas Roche, a rappelé que « *Nous ne sommes plus dans un monde constitué autour de deux superpuissances. La compétition est plus diverse, l'arme nucléaire n'a plus la centralité qu'elle avait pendant la guerre froide* ». Pour cet universitaire, qui vient de publier *Pourquoi la dissuasion* (PUF, janvier 2017), « *Nous sommes à la fin d'un cycle, ouvert en 1991, et dans lequel nous avons pensé que l'arme nucléaire aurait une place de plus en plus faible. Malheureusement, beaucoup de pays aujourd'hui pensent et font l'inverse* ».

Si les arsenaux nucléaires ont diminué dans le monde, il ne reste pas moins que neuf pays détiennent près de 17 000 armes nucléaires. Les États-Unis et la Russie, anciens leaders des blocs antagonistes, maintiennent 2 000 de leurs armes nucléaires en état d'alerte, c'est-à-dire prêtes à être utilisées en quelques minutes.

Et dire que le discours sur le nucléaire laisse à croire, parfois, que le nucléaire civil serait la principale menace !

## ÉCOLES D'INGÉNIEURS, LA NÉCESSAIRE ADAPTATION

La Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI) alerte les candidats à la présidentielle sur l'avenir du nombre de diplômés de leurs écoles. Alors que les enjeux pour l'humanité sont sans précédent, la CDEFI estime qu'il faut augmenter de moitié le nombre de diplômés des écoles d'ingénieurs d'ici à 2022. Cela représente 50 000 diplômés par an qu'il faudrait former.

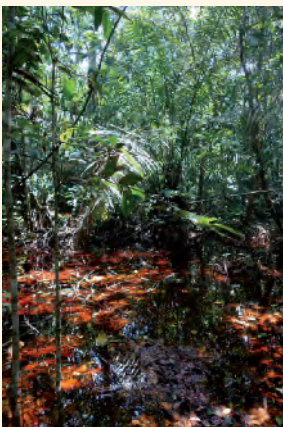
Le contexte démographique joue beaucoup dans les nouveaux besoins. En effet, une grande vague de départs en retraite d'ingénieurs est amorcée : en 2012 avaient été enregistrés 7 500 départs ; d'ici à 2032, ce nombre va passer, selon les prévisions, à 18 000.

François Cansell, président de la CDEFI, insiste également sur l'intérêt qu'il y a à amplifier l'ouverture sociale des formations d'ingénieurs ainsi que sa féminisation, car à l'heure actuelle seulement 28 % des élèves ingénieurs sont des femmes.

Pour les élèves, la CDEFI avance les idées de développer le logement étudiant, les cautions solidaires de loyer, l'attribution d'un « pass culture gratuit ». L'universalité – l'extension à tous les jeunes – en moins, ce sont les bases d'un statut social pour la jeunesse avancées par les organisations de jeunesse progressistes.

## UNE GIGANTESQUE TOURBIÈRE DÉCOUVERTE AU CONGO

Le 2 février 2017, une équipe de scientifiques britanniques et congolais a révélé leur découverte d'une tourbière de 150 000 km<sup>2</sup> située entre la République démocratique du Congo et la république du Congo.



Une terre gorgée d'eau combinée à un manque d'oxygène ne permettant pas aux débris végétaux de se dégrader assez vite favorise la formation de la tourbe, avec pour conséquence la capture du gaz carbonique, d'où l'expression de

« puits de carbone ». Cette cuvette, où ces conditions sont réunies, abriterait l'équivalent de vingt années d'émissions de CO<sub>2</sub> des États-Unis (soit 30 milliards de tonnes de carbone).

Dans cet écosystème unique, la faune est exceptionnelle, notamment en éléphants ou gorilles, deux espèces menacées. Et les scientifiques insistent sur la protection de la zone pour éviter des incendies volontaires réguliers pour planter, comme cela a été le cas en Indonésie, des palmiers à huile, avec pour conséquence la libération d'énormes quantités de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

## Quand Trump fait avancer l'horloge de l'Apocalypse

Avec Donald Trump à la Maison-Blanche, l'horloge de l'Apocalypse a été avancée, passant de 23 h 57 min à 23 h 57 min 30 s. Plus que 2 min 30 s avant la fin du monde sur cette horloge inventée par des membres du *Bulletin des scientifiques atomiques* en 1947. La création de cette horloge, qui par analogie avec la journée prend l'heure 24 comme le moment où le monde disparaîtrait, s'est faite dans un contexte d'inquiétude quant aux arsenaux nucléaires de la guerre



froide ; désormais, elle prend aussi en considération d'autres dangers qui pèsent sur l'humanité.

Elle a changé d'heure 19 fois en soixante-dix ans. La dernière fois, c'était en 2015, avec les

aiguilles pointées à 23 h 57 à cause du réchauffement climatique. L'avancée de 30 s vers la fin du monde en janvier 2017 s'explique par l'arrivée de Trump au pouvoir aux États-Unis, la montée du nationalisme, le contexte sécuritaire et le réchauffement climatique qui continue.

Pour les scientifiques « *les pouvoirs publics les plus sages devraient agir immédiatement, en guidant l'humanité loin du précipice. S'ils ne le font pas, les citoyens sages doivent avancer et ouvrir la voie* ».

## Make science great again !

Depuis l'investiture de Donald Trump, une série de décisions, allant de la nomination du climatologiste Scott Pruitt à l'interdiction faite aux employés des agences scientifiques fédérales de s'exprimer sans l'aval de l'équipe présidentielle, a éveillé la colère de la communauté scientifique.

Autant de freins aux initiatives scientifiques que Jonathan Berman et Caroline Weinberg ont décidé de combattre en lançant l'initiative *March for Science* (<https://www.marchforscience.com/>) visant à défendre l'indépendance de la



recherche et de la liberté d'expression des scientifiques. Pour le 22 avril 2017 sont prévues plusieurs marches de solidarité avec la communauté scientifique.

Un événement international qui se déroulera également dans plusieurs villes en France.

(Plus d'information sur les marches en France : <http://www.marchepourlessciences.fr/>)

## L'essor de la filière spatiale chinoise

En publiant son Livre blanc le 27 décembre 2016, la Chine a affiché ses ambitions spatiales. Dans ce secteur stratégique pour l'industrie et le rayonnement du pays, les objectifs sont ambitieux.

Il est prévu l'envoi d'ici à 2018 de sondes sur la fameuse face cachée de la Lune, jusqu'alors très peu étudiée. L'année 2020 est, elle, la date butoir pour l'envoi d'une première sonde sur Mars. La Chine se fixe pour cap de rapporter des échantillons de la Planète Rouge en explorant au passage le système de Jupiter.

Suite à sa première mission spatiale, en 2003, la Chine nourrit l'idée, encore non officialisée, d'envoyer un astronaute sur la Lune.



## Quand Tartuffe utilise Molière

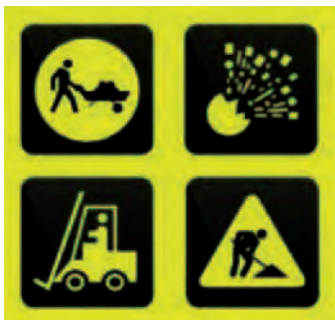
« *C'est qu'il est généreux de se ranger du côté des affligés !* ».

Née à Angoulême d'un maire Les Républicains puis adoptée par les régions Pays de la Loire, Hauts-de-France, Normandie, Auvergne-Rhône-Alpes et Île-de-France, la clause Molière a l'unique et curieux mérite d'être désavouée par le gouvernement, le Medef et la CGT.

Cette clause stipule de réserver l'embauche à des ouvriers parlant le français. Loin de traduire un amour de notre langue, la clause Molière est conçue comme une nouvelle arme pour pointer du doigt les travailleurs détachés et autres étrangers travaillant en France. Le prétexte de la sécurité invoqué s'effondre, tant on sait que les consignes de sécurité, dans le BTP notamment, sont affichées... sous forme de logos ! D'ailleurs, la sécurité dans le BTP est souvent menacée par des cadences infernales, le manque de matériel ou le non-respect des normes, et non par un quelconque défaut de maîtrise du français. Concrètement, aux yeux de la loi, les collectivités qui appliquent cette clause prennent le risque d'être accusées de discrimination et condamnées sans nul doute par un tribunal.

Présentée comme mesure pour faire face à la concurrence d'entreprises étrangères, elle cache (à peine) des raisons bassement politiciennes : il s'agit ni plus ni moins que de tester la « préférence nationale » à petite dose dans un corps de métier bien déterminé, celui du bâtiment.

Par ricochet logique, *quid* des près de 200 000 travailleurs français détachés dans le monde ? La « préférence nationale » devra-t-elle s'appliquer de manière rétroactive dans les pays où ils travaillent ? Comment rayonnera alors la francophonie ?



## Des interrogations sur la gouvernance et le financement de l'université française

Manuel Tunon de Lara, président de l'université de Bordeaux, issue de la fusion de trois des quatre universités bordelaises, confie dans *le Monde* les malaises des réformes successives dans l'enseignement supérieur. Pour lui, « *les grandes organisations, les PRES [pôles de recherche et d'enseignement supérieur] hier, les Comues [communautés d'universités et d'établissements] aujourd'hui, se voient dictées des politiques de site qui n'en sont pas* ». Et le président de l'université de Bordeaux d'enfoncer le clou :



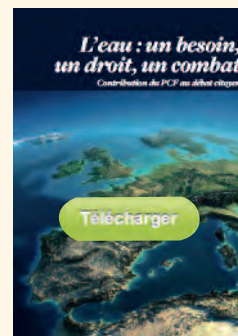
« *Quelle logique y aurait-il à gérer des équipements sportifs entre Bordeaux, Pau, La Rochelle ou Poitiers ? Quels bénéfices en tire la vie étudiante dont la Comue aurait la charge ? Les Comues sont rapidement une complication quand elles prennent une dimension réglementaire uniforme et prétendent gérer nos relations avec l'État.* »

Largement absente du débat de l'élection présidentielle – et des propositions mêmes dans les programmes des candidats –, l'université publique doit avoir, selon la conception de Manuel Tunon de Lara, un financement pérenne de la recherche au sein de son modèle économique. Avec 2,2 % du PIB, la recherche française est dans le rouge malgré ses bons résultats. En Allemagne, 3 % du PIB est consacré à la recherche.

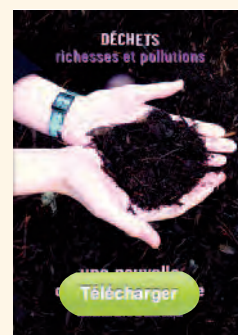
Lire l'interview en entier sur <http://orientation.blog.lemonde.fr/2017/02/10/je-ne-vois-aucun-avenir-a-notre-comue-ni-a-la-plupart-des-comues-en-general-manuel-tunon-de-lara-universite-de-bordeaux/>

## CONTRIBUTION AU DÉBAT

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



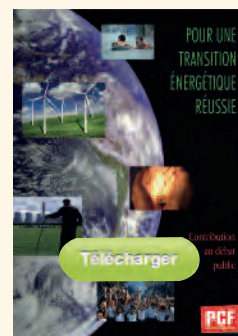
**L'eau : un besoin, un droit, un combat**



**Déchets : richesses et pollution, une nouvelle approche sociétale**



**Revue du Projet N°66/67  
avril-mai 2017**



**Pour une transition  
énergétique réussie**

# Du côté du PCF et des progressistes...

## Révolution numérique : quel avenir pour le travail et l'emploi ?

Le 1<sup>er</sup> mars 2017, le PCF organisait un débat faisant suite aux états généraux de la révolution numérique. Dix grands témoins, hommes et femmes, ont rythmé la soirée (L. Allard, M. Bauwens, S. Pène, D. Durand, V. Bonnet, B. Friot, S. Mayer, M. Lallemand, S. Broca et S. Elka), dont vous retrouverez les interventions en ligne sur la chaîne officielle du PCF (<https://www.youtube.com/user/PCF>).

Tantôt ignorée, tantôt traitée sur le mode techno-béat ou technophobe, la question des rapports du numérique avec



le travail et avec l'emploi n'est pas abordée sur le fond, alors qu'elle est déjà cruciale dans le quotidien des travailleurs et dans les luttes sociales, que ce soit au travers de l'ubérisation, du droit à la déconnexion, de la notation numérique ou de la « transformation digitale » des entreprises et des services publics.

L'initiative du PCF était nécessaire, car les craintes et les dangers sont aussi forts que les aspirations et les possibles. Si les citoyens ne s'occupent pas du numérique, d'autres s'en occuperont au bénéfice de leurs seuls intérêts en réduisant à l'impuissance la démocratie politique et sociale.

## « Le travail dans tous ses états » La Revue du projet n° 61

Dans son numéro de novembre 2016, *la Revue du projet* se penche sur le travail. De nouveaux enjeux et débats émergent à ce propos. Il en va ainsi du débat sur la robotisation et de la place du travail dans le cadre de la révolution

numérique. Aux tenants du retour au XIX<sup>e</sup> siècle s'ajoutent les thuriféraires du simple progrès technique. Ces derniers expliquent, doctement, que le travail va disparaître avec l'avènement de l'ère robotique et que poser aujourd'hui la question de son accès, et donc de son partage, relève au mieux de l'illusion, au pire de l'archaïsme.

Le propos de ce dossier est de réfuter les théories sur la fin du travail. Car penser le projet communiste du XXI<sup>e</sup> siècle, c'est proposer des perspectives politiques ainsi que les moyens d'action et les batailles à mener pour émanciper le travail. Pour que le travail soit de nouveau perçu comme une de nos valeurs, il faudra donc mener et gagner, comme pour bien d'autres sujets, la bataille culturelle.

## Invader



Le Musée en herbe nous propose de découvrir, jusqu'au 3 septembre 2017, « Hello My Game Is... ». La nouvelle exposition consacrée à Invader, un artiste de rue devenu célèbre notamment pour ses Space Invaders, créations en mosaïque de céramique qu'il colle sur les murs des grandes villes de la planète, propose une centaine d'œuvres inédites. Aujourd'hui, après une vingtaine d'années d'« invasion », près de 3 500 de ses mosaïques sont réparties dans 67 villes à travers le monde; il y en a même au fond de

l'océan et dans l'espace, à bord de la Station spatiale internationale. Le Musée en herbe, connu pour proposer des expositions familiales, nous invite une nouvelle fois à découvrir un artiste apprécié aussi bien par les plus jeunes que par tous ceux qui ont su garder une âme d'enfant. L'artiste affirme lui-même dans plusieurs interviews que l'avenir de l'humanité dépend du dialogue avec les enfants.

23, rue de l'Arbre-Sec, 75001 Paris.

Métro Louvre-Rivoli.

6 € (tarif réduit) et 7 € (plein tarif).

## Un mois pour la biodiversité



En octobre 2016, la commission Écologie du PCF a organisé une exposition ainsi qu'une série de rencontres et de débats autour du thème de la biodiversité. En danger partout dans le monde, sa préservation est devenue depuis plusieurs décennies un enjeu majeur pour l'humanité. Néanmoins, la biodiversité fait l'objet d'appropriation et de privatisation, souvent au nom de la rentabilité économique et financière. Nous vous invitons donc à (re)voir en ligne sur la

chaîne du PCF (<https://www.youtube.com/user/PCF>) les échanges qui ont eu lieu autour d'enjeux particulièrement d'actualité :

« Pourquoi faut-il sauver les abeilles et tous les pollinisateurs? », avec Y. Vedrenne (président du Syndicat national des apiculteurs), H. Lapie (président de la FDSEA51) et A. Pagano (CNPCF, enseignant-chercheur en écologie).

« Science, recherche et société pour quelle biodiversité? », avec P. Laurent (secrétaire national du PCF), P.-H. Gouyon (professeur, Muséum national d'histoire naturelle), L. Abbadie (professeur des universités, UPMC) et S. Thiébault (directrice de l'Institut écologie et environnement du CNRS).

« Avancées et limites de la loi sur la biodiversité votée au mois de juillet », avec la participation d'É. Didier (sénatrice CRC), P. Carvalho (député GDR), B. Chevassus-au-Louis (président de l'association Humanité et Diversité) et J.-L. Durand (chargé de recherche en bioclimatologie à l'INRA).

## ÉPISTÉMOLOGIE

Retour sur le livre de Pierre Cahuc et André Zylberberg

## La science économique est-elle expérimentale ?

L'ouvrage *le Négationnisme économique* vise, selon ses auteurs, à démontrer que l'économie est devenue une science expérimentale au même titre que la physique, la biologie ou la médecine. Ainsi, des « vérités » ont été établies, tranchant définitivement certains grands débats économiques. Toute tentative de discussion et de mise en question de ces « vérités » ne relèverait donc que du négationnisme.

PAR ALAIN TOURNEBISE\*

## CROYANCE ET IDÉOLOGIE

Le livre s'ouvre sur une dénonciation des « faux savants ». Parmi eux, les auteurs dénoncent pêle-mêle Sartre, Aragon,



Bourdieu, Axel Kahn, Claude Allègre, les Économistes atterrés

et bien d'autres qu'ils assimilent au tristement célèbre Lyssenko. Leur crime ? Être « inféodés » à des croyances et à des idéologies. Cahuc et Zylberberg, eux, ne sont inféodés à aucune idéologie, cela va de soi. Pour s'en persuader, il suffit de citer le choix des thèmes abordés dans leur livre et dénoncés comme des « remèdes miracles » : l'augmentation des dépenses publiques, l'arrêt de l'immigration, la semaine de 32 heures, la réindustrialisation des territoires, ou encore la taxation des transactions financières. « Dieu ne joue pas aux dés. » Cette phrase célèbre par laquelle

l'objet de nombreux débats parmi les philosophes des sciences depuis des siècles. Et un large consensus s'est établi pour admettre que la science économique « reçoit, plus que toute autre, l'impact des idéologies »<sup>1</sup>. Il ne reste guère que Cahuc et Zylberberg pour prétendre le contraire.

## UNE MÉTHODE SCIENTIFIQUE ?

Mais l'essentiel est ailleurs. Les méthodes expérimentales développées en économie depuis quelques décennies sont-elles rigoureuses ? Suffisent-elles à donner à la science économique le statut de science expérimentale ? Apportent-elles des réponses définitives aux problèmes qu'elles sont supposées traiter ? Voilà les questions soulevées par les allégations de Cahuc et Zylberberg.

D'abord, quelles sont ces méthodes ? Elles sont de deux natures principales : les méthodes

rémunère à cet effet) à qui l'on demande de prendre des décisions ou de faire des choix dans une situation donnée. On vise ainsi à simuler le fonctionnement d'un marché ou les réactions d'une population et à corroborer par la pratique les hypothèses théoriques résultant de la théorie des jeux.

Les *méthodes de terrain* consistent à constituer deux échantillons de population, à l'un on appliquera les dispositions que l'on se propose de tester (le groupe « traité »), à l'autre on

Dans ce cas, le terme d'« expérimentation » relève de l'abus de langage, car il ne s'agit que d'observations.

## LE PROBLÈME DE L'INTERPRÉTATION

Ces méthodes expérimentales soulèvent trois types de problèmes. Le premier concerne les conditions d'expérimentation. Pour être valides, les méthodes d'échantillonnage doivent notamment être aléatoires, condition que s'efforcent de respecter les spécialistes de

**Malgré leurs affirmations péremptoires, la science économique est encore très loin d'être une science expérimentale. Si certaines études reposent sur une méthodologie d'expérimentation, elles restent très minoritaires dans la pratique des économistes.**

ne les appliquera pas (le groupe « témoin »). L'impact des mesures appliquées est mesuré en analysant les changements apparus entre les deux groupes après l'expérimentation.

Cahuc et Zylberberg s'appuient également sur des études, parfois qualifiées d'« expérimentations naturelles », qui consistent à comparer non pas deux échantillons constitués à cet effet mais deux populations existantes présentant des caractéristiques différentes. Ainsi, ils citent une étude comparant la réduction du temps de travail en Alsace et dans les départements voisins (*voir encadré*).

ces outils<sup>2</sup> mais qui est loin d'être le cas dans les « expérimentations naturelles » sur lesquelles s'appuient Cahuc et Zylberberg. Le deuxième réside dans l'appréciation correcte des résultats obtenus. Les auteurs d'études fondées sur des expérimentations naturelles restent eux-mêmes extrêmement prudents dans l'énoncé de leurs conclusions, fortement contraintes par les incertitudes statistiques. Cahuc et Zylberberg, eux, ne s'embarrassent pas de telles précautions déontologiques. Le troisième touche à la légitimité à généraliser les résultats obtenus, c'est le problème de

**« Dieu ne joue pas aux dés. » Cette phrase célèbre par laquelle Einstein refusait la théorie quantique montre à quel point même les plus grands scientifiques ne peuvent s'extraire de leurs croyances, de leurs opinions ou de leur culture.**

Einstein refusait la théorie quantique montre à quel point même les plus grands scientifiques ne peuvent s'extraire de leurs croyances, de leurs opinions ou de leur culture. La question de l'objectivité, de l'*a priori*, a fait

de laboratoire et les méthodes de terrain.

Les *méthodes de laboratoires* s'appuient sur la théorie des jeux. Elles consistent à réunir dans un espace clos des sujets (le plus souvent des étudiants que l'on

## ■ ÉPISTÉMOLOGIE

► L'induction bien connu des épistémologistes depuis des siècles. Les résultats obtenus à partir d'une expérience réalisée dans des conditions historiques et locales limitées peuvent-ils être

conclusions qui servent leur croisade idéologique.

En fait, malgré leurs affirmations péremptoires, la science économique est encore très loin d'être une science expérimentale. Si

cables avec précaution à des questions bien cernées, telles que l'évaluation de politiques publiques locales ou la simulation de comportements dans des situations bien identifiées. Mais elles sont très loin de constituer un outil adapté pour résoudre les grands problèmes de la science économique ou, surtout, pour valider les principaux axiomes de la théorie néoclassique : anticipations rationnelles, efficacité des marchés concurrentiels, etc. Aujourd'hui, au contraire, tous les phénomènes économiques que nous observons – crises financières et monétaires, chômage de masse – montrent que les marchés concurrentiels ne sont pas efficaces.



Représentation du système solaire selon les théories (erronées) de Ptolémée.

**Leur démarche est un combat pour préserver l'hégémonie de l'idéologie dominante sur les sciences économiques. Ils veulent se vanter d'avoir « démontré mathématiquement la supériorité du libéralisme ».**

généralisés à une population plus large ou à une autre époque? Si oui, à quelles conditions? Cahuc et Zylberberg ne se soucient guère de ces difficultés, pressés qu'ils sont de tirer les

certaines études reposent sur une méthodologie d'expérimentation, elles restent très minoritaires dans la pratique des économistes. Tout au plus constituent-elles des outils appli-

### NAÏVETÉ, SCIENTISME OU MANIPULATION ?

Dans un éclair de lucidité, les auteurs se demandent si leur attitude ne pourrait pas sembler rigide, arrogante, voire « *scientiste* ». En fait, ils essaient de donner de la science une vision primaire. Dans son livre *Qu'est-ce que la science?* (auquel eux-mêmes se réfèrent), Alan F. Chalmers expose les assertions qui caractérisent cette vision simpliste : « *Les théories scientifiques sont tirées de façon rigoureuse des faits délivrés par l'observation et l'expérience. Il n'y a pas de place dans la science pour les opinions personnelles, goûts et spéculations de l'imagination. La science est objective. On peut se fier au savoir scientifique parce que c'est un savoir objectivement prouvé.* » Or c'est exactement cette vision que développent Cahuc et Zylberberg tout au long de leur pensum, et c'est ce que Chalmers nomme « *inductivisme naïf* ». Son appréciation est sans appel : « *Ce point de vue sur la science, ainsi que l'image qui correspond, sont tout à fait trompeurs et peuvent même conduire à des conclusions dangereusement erronées.* » Mais Cahuc et Zylberberg ne sont ni naïfs ni scientistes. Les scientifiques font une confiance dogmatique à la science. Mais cette confiance repose sur un fond d'honnêteté. Les scientifiques n'instrumentalisent pas la science, ils la vénèrent. Nos auteurs instrumentalisent, dévoient, pervertissent. Leur démarche est un combat pour

## PETITES FICELLES ET GROSSES LACUNES

Les sujets abordés par Cahuc et Zylberberg sont très sélectifs : la finance serait bénéfique, la réduction du temps de travail inefficace, la dépense publique stérile, etc. Deux exemples, la finance et le temps de travail éclairciront leur disposition d'esprit.

Pour eux, « *un marché financier concurrentiel avec des acteurs privés responsables de leurs ressources constitue un moyen efficace d'allouer l'épargne et de favoriser la croissance* ». Tout au plus admettent-ils du bout des lèvres que les marchés financiers doivent être supervisés par les régulateurs. Contester l'efficacité des marchés relève du négationisme, puisque le consensus autour de cette affirmation « *s'appuie sur plus de 40 années de recherche sur la question* ». Seulement voilà, toutes les études qu'ils citent<sup>1</sup> pour étayer cette affirmation sont antérieures à 2005, donc très antérieures à l'effondrement du système financier lors de la crise de 2008. Ce choix est évidemment risible, c'est comme vouloir étudier le sida à partir de données antérieures à 1980 ! Mais il est également significatif que nos deux compères ne puissent citer

aucune étude scientifique d'après-crise visant à analyser les causes de la crise et à remettre en cause si peu que ce soit le dogme de l'efficacité des marchés. Il y a des domaines dans lesquels la science économique orthodoxe n'est guère curieuse...

Autre thème de prédilection, la réduction du temps de travail. Pour démontrer que les 35 heures n'ont pas créé pas d'emploi, car tel est leur objectif, ils s'appuient sur une étude visant à comparer la réduction du temps de travail en Alsace et dans le reste de la France. En effet, la réduction de la durée hebdomadaire a été de 20 min plus faible en Alsace que dans le reste de la France du fait de l'intégration de deux jours de congé propres à cette région. Leur conclusion se veut sans appel : « *Les politiques bien ciblées de baisse du coût du travail créent des emplois alors que la réduction du temps de travail n'en crée pas.* » Circulez, il n'y a rien à voir. En revanche, il y a beaucoup à dire. À commencer par le fait qu'il ne s'agit aucunement d'une expérimentation mais de l'observation d'une situation existante ; ensuite, que l'étude est entachée de nombreuses erreurs méthodologiques<sup>2</sup> ; enfin, que les

auteurs eux-mêmes sont beaucoup plus prudents : leur conclusion est qu'ils ne peuvent rien conclure : « *We cannot conclude with certainty that the aggregate impact of the 35-hour reform was close to zero* »<sup>3</sup>. Enfin, même s'ils avaient pu conclure, la seule conclusion qu'ils auraient pu tirer aurait été que la réduction de la durée du travail ne crée pas *nécessairement* de l'emploi et non pas la généralisation abusive à laquelle ils se livrent au mépris du raisonnement scientifique le plus élémentaire.

Rappelons-le à Cahuc et Zylberberg : c'est justement par des manipulations de cet ordre que Lyssenko a pu tromper la communauté scientifique pendant trente ans !

1. « Finance and growth: theory and evidence » Ross Levine in Handbook of Economic Growth 2005.

2. Voir : [http://olivier.godechot.free.fr/hopfichiers/fichierspub/Commentaire\\_JOLE\\_2009\\_2016\\_10\\_09.pdf](http://olivier.godechot.free.fr/hopfichiers/fichierspub/Commentaire_JOLE_2009_2016_10_09.pdf)

3. « Using Alsace-Moselle Local Laws to Build a Difference-in-Differences Estimation Strategy of the Employment Effects of the 35-Hour Workweek Regulation in France », in *The University of Chicago Press* (consultable en ligne : <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/605426>).





Malgré une multitude de données, les théories du marché ne permettent ni d'expliquer ni de prévoir les anomalies que sont les crises boursières, financières ou monétaires, ou encore le chômage de masse.

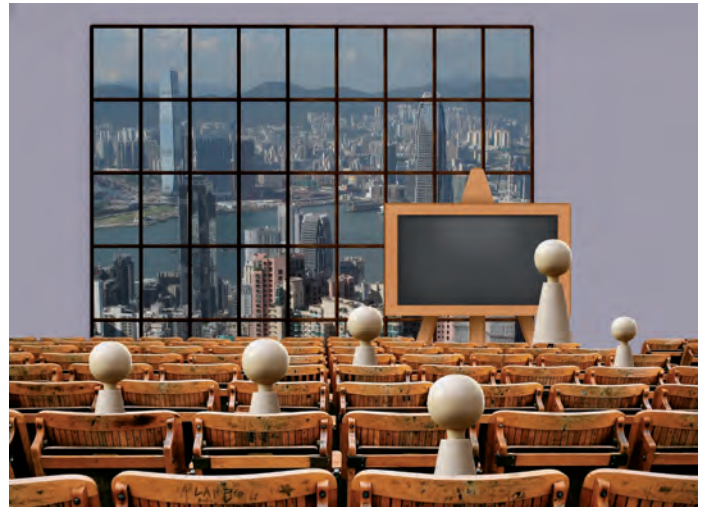
préservent l'hégémonie de l'idéologie dominante sur les sciences économiques. Comme Gérard Debreu en son temps, ils veulent se vanter d'avoir « *démontré mathématiquement la supériorité du libéralisme* »<sup>3</sup>.

#### UN PARADIGME EN CRISE

Les travaux de Thomas Kuhn éclairent bien la vraie nature de cette démarche. Cet historien et philosophe des sciences a introduit dès 1962<sup>4</sup> le concept de paradigme, qu'il définit comme « *un modèle ou un schéma accepté* ». L'économie néoclassique en est un. Les scientifiques qui se situent à l'intérieur d'un paradigme pratiquent ce que Kuhn appelle « *la science*

crise est la complexification des hypothèses. C'est le cas, en astronomie, de la fin du paradigme géocentrique (dont la version la plus aboutie était le système de Ptolémée) et de son remplacement par l'astronomie copernicienne, le paradigme héliocentrique. La crise s'est révélée par l'impossibilité dans laquelle se trouvait l'astronomie d'expliquer le mouvement de rétrogradation des planètes dans une logique géocentrique<sup>5</sup>. C'est l'adoption du paradigme héliocentrique de Copernic a permis de l'expliquer.

On ne peut s'empêcher de rapprocher cet épisode historique de la situation de la théorie économique néoclassique au-



de plus en plus complexes. Depuis la publication de *la Théorie de la valeur*, de Gérard Debreu, il s'est publié infiniment plus de travaux portant sur les défauts du marché que sur le marché lui-même.

#### L'APPRECIATION PAR LES PAIRS

Pour les auteurs, ces anomalies sont négligeables : « [...] *une autre recette de la stratégie négationniste en sciences consiste à mettre en exergue des anomalies que la science explique pas.* » C'est feindre d'ignorer que c'est justement par la mise en évidence de ces anomalies que se sont produites les principales révolutions scientifiques. Selon leur logique, donc, Copernic, Lavoisier, Maxwell ou encore Einstein auraient été tous des négationnistes!

En outre, souligne Kuhn, dans la science normale, « *les scientifiques n'ont pas pour but, normalement, d'inventer de nouvelles théories et ils sont souvent intolérants envers celles qu'inventent les autres* ». C'est pourquoi Cahuc et Zylberberg insistent sur l'idée de validation par le consensus scientifique. Selon eux, « *en sciences, c'est le consensus de la communauté des chercheurs, lorsqu'il existe, qui constitue la meilleure approximation de la vérité* ». Comment, en effet, mieux défendre le vieux paradigme en crise qu'en mobilisant la communauté de tous ceux qui y adhèrent pour inter-

dire aux tenants de tout paradigme nouveau de publier, voire de conduire des recherches alternatives ? Ils sont même allés jusqu'à interdire à des générations d'étudiants de prendre connaissance de ces théories alternatives, en s'opposant à la création de filières universitaires non orthodoxes. Malheureusement, la faiblesse scientifique de la secrétaire d'État à l'Enseignement supérieur l'a conduite à céder aux pressions de la communauté orthodoxe, menée par Jean Tirole, et à renoncer à la création d'une filière universitaire « Économie et Société ». Les chiens de garde du vieux paradigme ont bien gagné leur os. ■

\*ALAIN TOURNEBISE est ingénieur.

**Comment, en effet, mieux défendre le vieux paradigme en crise qu'en mobilisant la communauté de tous ceux qui y adhèrent pour interdire aux tenants de tout paradigme nouveau de publier, voire de conduire des recherches alternatives ?**

normale », qui vise non pas à mettre en évidence des phénomènes nouveaux mais à « *étendre la connaissance des faits que le paradigme indique comme particulièrement révélateurs* ». Pour Kuhn, l'apparition de nouvelles théories résulte de l'entrée en crise d'un paradigme, crises qui se caractérisent par des anomalies que l'activité scientifique normale échoue durablement à résoudre. Une caractéristique des périodes de

aujourd'hui dominante. Le paradigme de l'efficacité du marché concurrentiel ne permet ni d'expliquer ni de prévoir les anomalies que sont les crises boursières, financières ou monétaires, ou encore le chômage de masse. Il ne permet pas non plus de traiter de manière satisfaisante des pans entiers de l'économie qui échappent au marché : monopoles, externalités, biens publics... Cela a conduit les économistes à multiplier les microthéories

1. Gilles Gaston Grangier, « Épistémologie économique », in *Encyclopédie économique*, Éd. Economica.
2. Voir Abhijit V. Banerjee et Esther Duflo, « L'approche expérimentale en économie du développement », in *Revue d'économie politique*, Dalloz.
3. « La supériorité du libéralisme est mathématiquement démontrée », interview au *Figaro Magazine*, 10 mars 1984.
4. Thomas Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques*, Flammarion, coll. « Champs », 2008.
5. Les planètes, tournant autour du Soleil à des vitesses différentes, ont des trajectoires apparentes (c'est-à-dire vues de la Terre) qui présentent des boucles lors desquelles la planète semble repartir en arrière. Si les planètes tournaient simplement autour de la Terre fixe, elles auraient une trajectoire apparente uniforme.

## ■ TRANSPORT AÉRIEN

# Un secteur stratégique à s'approprier

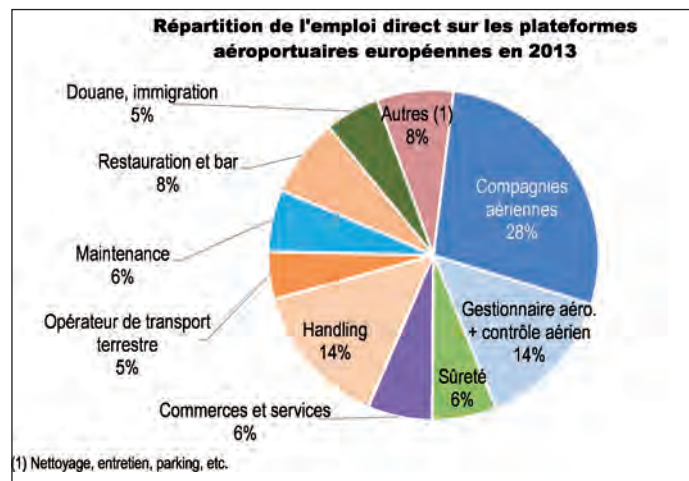
Pour répondre aux besoins du pays, il est nécessaire de reconstituer un secteur public de l'aérien en situation de monopole, géré à parts égales par ses travailleurs, les élus de la République et les fonctionnaires de l'État.

PAR BORIS TARCEY\*

## UN SECTEUR EN FORTE CROISSANCE

Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, le volume du trafic aérien mondial a pratiquement doublé tous les quinze ans. En 2014, plus de 3 milliards de passagers ont été transportés dans le monde : deux fois plus qu'en 2004. Cette évolution illustre le dynamisme exceptionnel de ce secteur, que rien ne semble pouvoir ébranler, pas même le ralentissement économique mondial majeur qui a suivi la crise de 2008 ni les nombreux aléas politiques et sanitaires dans la période. Selon la plupart des analyses sectorielles (Airbus, Boeing, IATA), dans les vingt prochaines années la demande mondiale de transport aérien sera deux fois et demie à trois fois supérieure aux niveaux actuels, ce du fait du développement des classes moyennes sur la planète. Cette croissance bénéficierait aux marchés considérés comme plus « matures », à l'instar du trafic intra-européen : les estimations prévoient son doublement sur la période 2011-2031.

Dans ce contexte, une multitude de compétences et de savoir-faire s'avèrent nécessaires. Entre la ville de départ et la ville d'arrivée, le trajet d'un passager est rendu possible par l'existence d'un véritable *pôle aérien* mêlant exploitant d'aéroport, compagnie aérienne, assistance aéroportuaire, et également industrie aéronautique, services de douane, de sécurité, etc. Ce pôle aérien entraîne à son tour un grand nombre de



produits et de services annexes, tout d'abord à travers les relations clients-fournisseurs, puis à travers le tourisme et l'attractivité du territoire qu'il permet de développer.

## DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE À LA CRÉATION DE VALEUR POUR LES ACTIONNAIRES

Historiquement constitués en monopoles publics, les pôles aériens étaient au service de l'aménagement des territoires, et du développement économique et social ; les prix, les dessertes d'aéroports, les liaisons internationales étaient réglementés et définis dans le cadre d'une stratégie globale d'État.

Cet outil d'aménagement du territoire a été mis à mal par la déréglementation du secteur (fin des années 1970), laquelle a placé le « marché » comme nouveau régulateur du pôle aérien, d'abord aux États-Unis puis en Europe. Parmi les premières conséquences de cette libéralisation, la faillite ou l'absorption d'un grand nombre de compagnies états-uniennes historiques au cours des années 1980 ; la fermeture des lignes

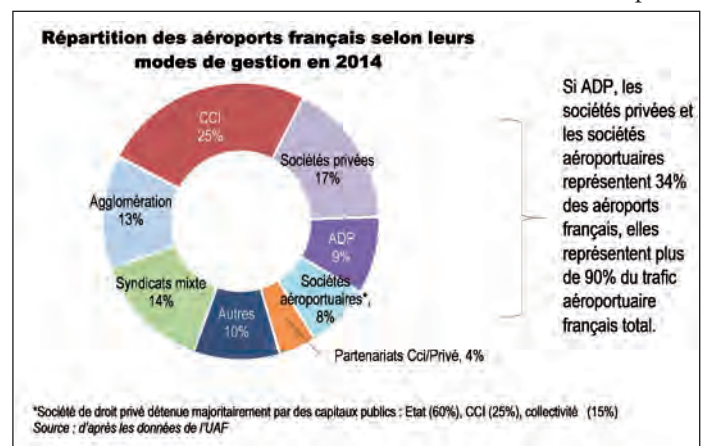
les moins rentables, ne pouvant plus être financées par un système de péréquation, avec comme corollaire la « désertification » de toute une partie du territoire américain ; la baisse

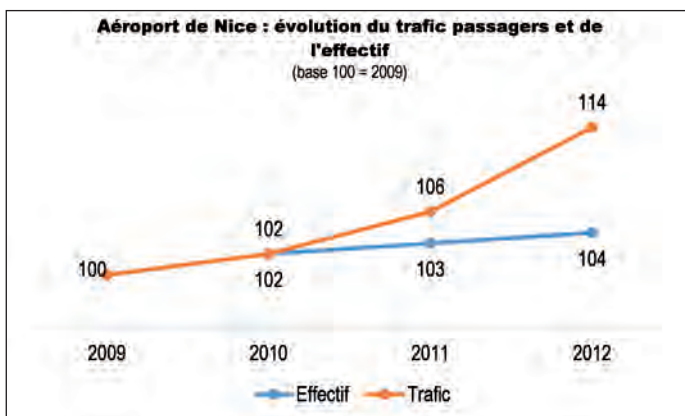
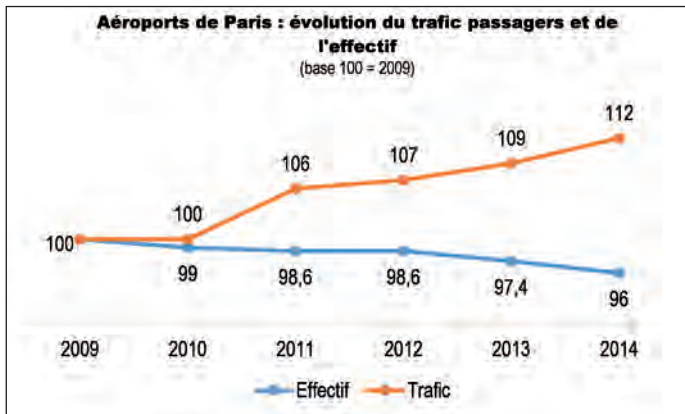
Dans ce sillage, quelques années plus tard, les acteurs publics français vont transférer, petit à petit, les aéroports Français à des sociétés de droit privé (loi de 2004). Après la transformation d'Aéroports de Paris (ADP) en société anonyme (2005) et l'ouverture de son capital aux investisseurs privés (2006), cette loi prévoit de donner la « possibilité » aux acteurs publics de transférer les concessions de principales plates-formes aéroportuaires régionales à des sociétés de droit privé spécialement constituées. Ainsi, les aéroports de Lyon, Toulouse, Bordeaux et Nice ont, dès 2007-2008, abandonné leur statut d'établissement public pour un statut de

**C'est 1 actif sur 30 qui dépend de manière directe et indirecte du secteur de l'aérien en France (hors aéronautique).**

des taux de remplissage sur les lignes les plus rentables avec des arrivées massives de nouvelles compagnies, avec à la clef une course à la baisse des coûts pour se « survivre » dans cette féroce mise en concurrence.

société commerciale privée. Dans un premier temps, ces sociétés aéroportuaires ont été intégralement détenues par des capitaux publics ; dans un second temps, si les premiers mouvements d'ouverture du capital à





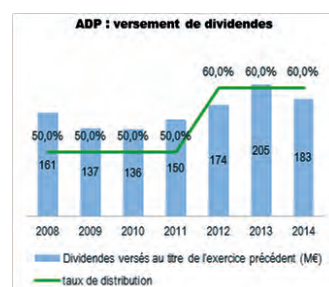
des investisseurs privés ont d'abord concernés des aéroports de « faible envergure » (Lille-Lesquin a été cédé à 34 % à Transdev en 2009, et Beauvais-Tillé à 49 % en 2008), ils concernent désormais des aéroports de plus grande ampleur (Nice, Toulouse, Lyon).

### UN DYNAMISME ÉCONOMIQUE DÉTOURNÉ AU PROFIT DU CAPITAL

Le pôle aérien draine un important tissu économique et social. Il génère 3,4 % du PIB mondial et 58 millions d'emplois à travers le monde. En France et en Europe, il pèse davantage, à hauteur de 4 % du PIB. En France, en 2009, hors Aérospatiale, le secteur de l'aérien génère près de 600 000 emplois, dont plus de 200 000 directs et près de 400 000 indirects et induits, soit près de 2,5 % de l'emploi total. En intégrant la contribution supplémentaire correspondant aux activités touristiques et au renforcement de l'attractivité du territoire, on obtient une contribution globale de près de 1 million d'emplois. C'est donc 1 actif sur 30 qui dépend de

manière directe et indirecte du secteur de l'aérien en France (hors aéronautique).

Dans ce cadre-là, le rapport Le Roux<sup>1</sup> précise qu'une augmentation de 1 million de passagers en France « permet la création de 1 000 emplois directs et de 4 000 emplois totaux » sur les plates-formes aéroportuaires françaises. Le transport aérien est ainsi un secteur stratégique pour la France, disposant d'un véritable effet multiplicateur d'emploi et de richesses créées. Mais, dans un contexte de marché libéralisé, la création de richesses profite aux actionnaires et le développement de l'emploi est surtout de nature précaire, et se fait essentiellement à travers les sociétés sous-traitantes des compagnies et des aéroports. *A contrario*, les



### Impact économique (M€) et social (milliers d'emplois) du secteur de l'aérien en France en 2009

	Direct	Indirect	Induit	Total	% du total national
	Services directs aéroportuaires	Chaines de fournisseurs	Dépenses des employés directs et indirects		
Transporteurs aérien	78	120	83	281	1,1%
Aéroports + services aéroportuaires	149	82	64	295	1,2%
Aérospatiale	70	98	37	205	0,8%
Emploi catalytique (attractivité et tourisme)	91	80	38	208	0,8%
<b>Emploi total (en milliers)</b>	<b>297</b>	<b>299</b>	<b>184</b>	<b>989</b>	<b>3,9%</b>
Transporteurs aérien	12 212	8 929	6 191	27 332	1,4%
Aéroports + services aéroportuaires	7 556	5 618	4 765	17 939	0,9%
Aérospatiale	6 464	7 302	2 741	16 507	0,9%
Emploi catalytique (attractivité et tourisme)	5 751	4 829	2 839	13 420	0,7%
<b>Contribution au PIB (millions €)</b>	<b>26 232</b>	<b>21 849</b>	<b>13 697</b>	<b>75 197</b>	<b>3,9%</b>

Source : d'après les données d'Oxford Economics

effectifs des grands gestionnaires d'aéroports et des principales compagnies aériennes sont sous tension et totalement déconnectés de la croissance de leurs trafics.

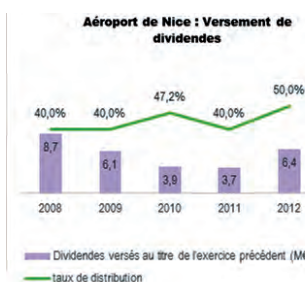
Ce nouveau mode de régulation privilégie la rentabilité des capitaux, le versement de dividendes, et organise une concurrence « coupe-gorge » entre compagnies, entre compagnies et aéroports, entre salariés.

### CONSÉQUENCES DE LA LIBÉRALISATION DU SECTEUR

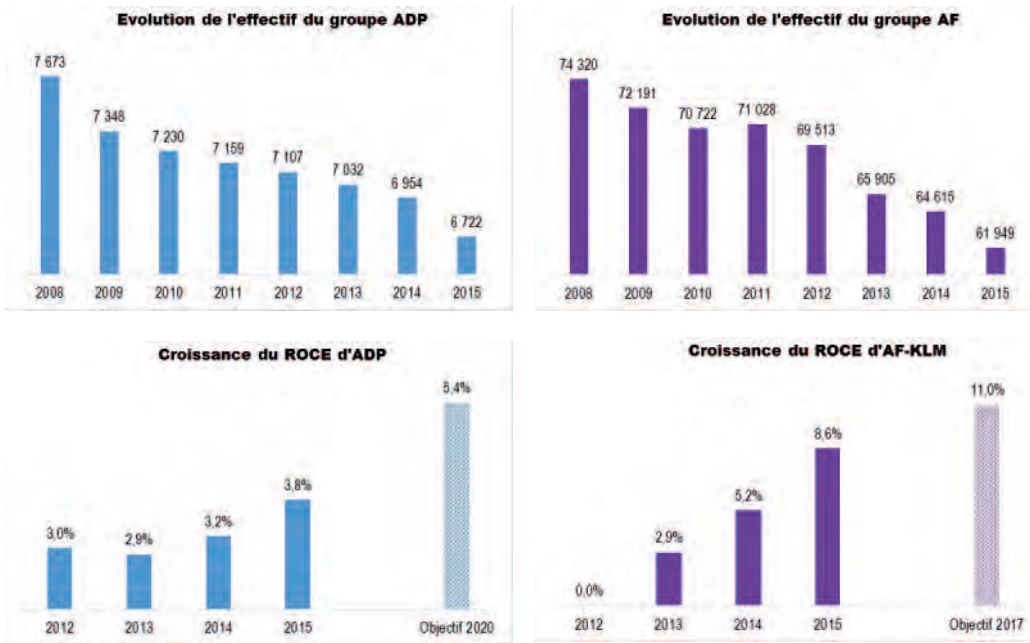
La représentation du secteur sous forme de pôle aérien est désormais abandonnée au profit d'une stratégie de compartimentage et de mise en concurrence. Une des manifestations de cette libéralisation a été l'apparition, puis la montée en puissance, des compagnies *low cost* avec un nouveau modèle économique assis sur une baisse des coûts d'exploitation et des pratiques sociales et salariales régressives, parfois même illégales. L'écart de coût entre une compagnie *low cost* et une compagnie traditionnelle peut atteindre 50 %, à travers notamment la pression sur les frais de personnel par l'utilisation massive de la sous-traitance, la « variabilisation » des rémunérations

en fonction d'obtention de gains de productivité, la mise en concurrence des législations nationales salariales des pays européens, etc. Cela vient par ailleurs bouleverser les équilibres économiques des compagnies traditionnelles, avec en cascade des effets mortifères sur l'emploi, les rémunérations et les conditions de travail des salariés.

C'est également la dérégulation des métiers d'assistance en escale<sup>2</sup>, regroupant les entreprises intervenant au sol auprès des avions lors des escales (guidage et ravitaillement des appareils, opérations de chargement et de déchargement des bagages en soute...). Auparavant intégrée dans les compagnies aériennes et aéroports, ces métiers ont été massivement externalisés en France à la fin des années 1990, projetant par la même occasion en grande partie les ouvriers de pistes<sup>3</sup> vers la sphère de la sous-traitance, y compris de second rang, à conditions sociales extrêmement dégradées et avec à la clef une mise en concurrence des salariés. Les gestionnaires d'aéroports sous-traitaient ainsi un quart de leur activité en 2012, et les entreprises de transport aérien de passagers 13 %. Dans le cadre des exploitants aéroportuaires, les dépenses de sous-traitance représentaient donc 24 % du chiffre d'affaires, soit à peine moins que les frais de personnel (29 %). En transformant ainsi des contrats de travail en contrats commerciaux, les grandes entreprises du secteur ▶



## ■ TRANSPORT AÉRIEN



► jouent à plein la pression sur les prix des prestations et les conditions de travail des prestataires. Le développement de la sous-traitance pose par ailleurs la question de la maîtrise des savoir-faire dans les entreprises donneurs d'ordres.

Cette libéralisation ainsi que le développement de la concurrence remettent de plus en plus en cause le modèle économique des compagnies aériennes traditionnelles, mais aussi des aéroports. Ce sont les activités à forte rentabilité financière qui tendent à se développer dans les aéroports (commerces, immobiliers, croissance externe), bien souvent au détriment des activités qui constituent leur cœur de métier et de leurs effectifs

(aéronautique), mais moins porteuses de création de valeur immédiate pour les actionnaires. Après sa transformation en société de droit privé en 2005, puis l'ouverture du capital aux investisseurs privés en 2006, la croissance de la rentabilité financière est devenue l'objectif pivot du modèle économique d'ADP, ce afin d'assurer le versement de toujours plus de dividendes à ses actionnaires, dont le principal n'est autre que l'État (51 %).

#### OUÛ EN EST LE DÉBAT PUBLIC ?

Dans le cadre de son 3<sup>e</sup> contrat de régulation économique<sup>4</sup> (CRE 3), les grands actionnaires d'ADP ont fixé un objectif de rentabilité du capital de 5,4 % à horizon de 2020, ce qui permettrait de leur assurer une sorte

de « revenu actionnarial minimum garanti ». Pour atteindre cet objectif boursier tout en amoindrissant la croissance des redevances aéroportuaires payées par les compagnies aériennes, afin de « soulager » son premier client, Air France, ADP fait la bascule à travers une politique salariale régressive ainsi que par le non-remplacement d'un départ à la retraite sur deux<sup>5</sup>. Cela se traduirait à horizon de 2020 par une suppression d'environ 500 postes. Rappelons que l'atteinte des

pourraient « aider » Air France, mais en débouchant sur une pression supplémentaire sur l'emploi ou les rémunérations des salariés d'ADP. *A contrario*, elle laisse supposer également qu'une augmentation des redevances telle qu'elle existe aujourd'hui pourrait pénaliser fortement Air France, et finalement peser sur l'emploi ou les rémunérations des salariés de la compagnie.

En réalité, c'est l'emploi et les rémunérations des salariés des deux entreprises qui sont simultanément visés et utilisés comme variables d'ajustement pour répondre aux exigences de création de valeur pour les actionnaires, qui s'expriment notamment à travers la maximisation du « retour sur capitaux engagés », ou ROCE<sup>6</sup>.

Récemment, Schiphol, groupe aéroportuaire néerlandais semi-public, a quant à lui annoncé une baisse importante du niveau de ses redevances, favorisant ainsi fortement sa principale compagnie, KLM. Cette baisse est rendue possible notamment par une exigence de rentabilité des capitaux bien moindre qu'à ADP<sup>7</sup> (moins de 3 %).

En France, le débat public semble ainsi se focaliser davantage sur le niveau des redevances

---

**Une des manifestations de cette libéralisation a été l'apparition, puis la montée en puissance, des compagnies *low cost* avec un nouveau modèle économique assis sur une baisse des coûts d'exploitation et des pratiques sociales et salariales régressives, parfois même illégales.**

---

objectifs financiers du précédent CRE (CRE 2) avait été permise entre autres par un plan de départs volontaires de plus de 350 salariés, alors même que le groupe enregistre un profit d'exploitation en croissance constante depuis 2002.

L'équation telle qu'elle est posée actuellement dans le débat public suppose qu'un gel ou une faible évolution des redevances

aéroportuaires appliquées par ADP. Cela laisse dans l'ombre plusieurs éléments essentiels. En assignant aux investissements réalisés et/ou à réaliser sur les plates-formes parisiennes un objectif de rentabilité financière proche de 6 %, l'effort de financement des infrastructures se reporte mécaniquement sur les salariés d'ADP (pression sur les salaires, destruction nette



de postes, réorganisations...) et sur les compagnies aériennes clientes (hausse des redevances), et donc par ricochet sur leurs salariés et les usagers. Pour les mêmes raisons, les investissements que les aéroports doivent mettre en place – nécessaires au développement des compagnies aériennes – peuvent tout bonnement être décalés, voir écartés, s'ils ne garantissent pas suffisamment de remontées de *cash* pour les actionnaires. Depuis l'ouverture du capital d'ADP, ses ressources ont été massivement utilisées pour verser des dividendes aux actionnaires ainsi que pour financer une croissance externe, risquée et coûteuse, dans un but de rentabilité rapide. ADP a ainsi investi plus de 700 M€ en 2012 dans des prises de participations en Turquie. Alors même que cette somme aurait pu être employée par l'État, actionnaire majoritaire, à soutenir le développement du transport aérien français, la dégradation de la situation politique turque et régionale freine d'autant les flux de *cash* futurs et les possibilités d'un retour sur investissement pour le gestionnaire d'aéroports. La place des actionnaires, leurs exigences de rentabilité sont peu ou pas abordées, alors qu'elles sont déterminantes à ADP comme à Air France.

Ainsi, il n'y a pas de réelle discussion sur le rôle des aéroports (notamment parisiens) ni même sur celui des compagnies aériennes (notamment Air France) pour l'avenir du pays,

et par conséquent pour leur développement.

Une reprise en main publique et collective du secteur aérien libérerait les salariés, les sous-traitants et les usagers de l'étau actionnarial dans lequel ils sont actuellement pris. Elle permettrait également d'allouer l'abondante trésorerie dégagée par un des plus gros gestionnaires d'aéroports européen, ADP, au financement d'un système global et cohérent de transport aérien français, porteur d'emploi et de développement social. La responsabilité de l'État, présent au capital d'ADP (51 %) et d'Air France (16 %), doit être débattue. Car la nécessité d'assurer un service de qualité et renouvelé pour les passagers et les compagnies, les besoins de remplir les obligations d'intérêt général nécessitent un certain niveau d'emploi. Ce sont les enseignements qui peuvent être tirés de l'expérience dans d'autres secteurs du transport.

### LE BESOIN D'UN AUTRE MODÈLE ÉCONOMIQUE

En filigrane, c'est donc le rôle de l'État qui est posé. Réclamant d'un côté une hausse de la rentabilité en tant qu'actionnaire d'ADP et d'Air France, demandant, de l'autre, un effort pour soutenir les compagnies aériennes, en tant que régulateur du transport aérien; annonçant encore vouloir agir pour créer des emplois et pour la compétitivité de l'économie nationale, en tant que garant de l'intérêt général. Un rôle, pourtant central, n'est pas avancé

dans cette équation : celui de l'État « pilote » de la stratégie de transport française. Penser le transport aérien sans une politique globale mêlant compagnies aériennes, gestionnaires d'aéroports, assistances aéroportuaires est voué à maintenir en opposition les entreprises du secteur et leurs salariés respectifs, et à entretenir les logiques d'attrition d'activité et/ou de baisse des coûts, destructrices d'emploi et menaçant de désertification le territoire. La créa-

tion d'un « statut du travailleur aérien et aéroportuaire » dans ce contexte pourrait être une porte d'entrée à cette stratégie globale et nécessaire<sup>8</sup>. Mais refuser de raisonner globalement dans une logique de pôle aérien français, c'est accepter, à terme, de fragiliser encore plus un secteur pourtant si stratégique. Aussi est-il urgent de mettre en œuvre un modèle économique qui puisse s'appuyer sur la réappropriation collective de ce secteur crucial pour l'économie française et d'ouvrir un débat entre l'État, les collectivités locales, les organisations représentatives du personnel des entreprises du secteur et les citoyens sur les modalités de construction du secteur public de l'aérien de demain, de haute qualité, moderne, favorisant le développement social et économique sur le territoire. ■

**\*BORIS TARCEY est économiste au service des comités d'entreprise.**

1. Rapport du groupe de travail sur la compétitivité du transport aérien français présidé par Bruno Le Roux.

2. Historiquement, ces services étaient pris en charge directement par les exploitants d'aéroports et les compagnies aériennes. Ils ont été libéralisés en Europe à la suite de l'adoption de la directive du 15 octobre 1996 relative à l'accès au marché de l'assistance en escale dans les aéroports de la Communauté. Cette directive a conduit à la fin des années 1990 à interdire les monopoles de certaines compagnies aériennes et aéroports en Europe.

3. Pour plus de détails sur cette catégorie, Fabien Brugière, *Sous les avions, la « piste » : sociologie des ouvriers de l'assistance aéroportuaire confrontés à la modernisation du travail*, thèse de doctorat, Cresppa.

4. Depuis 2005, les CRE sont signés entre l'État et le gestionnaire d'aéroport pour une période de cinq ans. Ils représentent le cahier des charges d'ADP, venant fixer les orientations et les objectifs de l'activité dite « régulée » d'ADP, à savoir les activités aéronautiques. En sont exclues les activités commerciales, immobilières, de participation à l'étranger.

5. Plan stratégique 2016-2020 du groupe ADP (« Connect 2020 »).

6. Le ROCE est un indicateur financier permettant de mesurer le retour sur les capitaux investis. Accroître le ROCE permet, toutes choses égales par ailleurs, de maximiser le versement de dividendes futurs et d'accroître la valorisation boursière d'une entreprise. Il n'est en aucun cas un indicateur de performance économique. Au contraire, il est souvent synonyme de destructions nettes d'emploi, de pression sur les salaires, et il peut même inciter les directions d'entreprise à freiner les investissements d'exploitation.

7. Document de référence 2015 de Schiphol.

8. L'activité des entreprises d'assistance aéroportuaire est rythmée par la réponse à des appels d'offres, lancés bien souvent par des compagnies aériennes ou par des gestionnaires d'aéroports. Afin de remporter ces appels d'offres, ces entreprises doivent proposer pour leurs prestations le prix le plus bas possible. Dans un contexte de mise en concurrence « coupe-gorge », cela passe essentiellement par la compression des éléments de rémunérations des salariés. L'existence d'une multitude de conventions collectives dans le domaine aérien/aéroportuaire facilite d'autant plus cette compression. Dépasser cette logique mortifère nécessite déjà une « harmonisation » par le haut du statut des travailleurs exerçant sur les plates-formes aéroportuaires.

## ■ LUTTES

Quelques enseignements de cinq mois d'une mobilisation innovante.

# Loi « travail » : quand le Web rencontre la rue



De la rue aux réseaux sociaux, la lutte contre la loi « travail » aura permis d'expérimenter de nouvelles formes de mobilisations collectives ainsi que de nouveaux liens entre Web et mouvement social.

PAR SOPHIE BINET\*

## QUATRE ANS, QUATRE REFORMES DU CODE DU TRAVAIL

Février 2016, la loi « travail » est élaborée sans négociation ni concertation avec les organisations syndicales. Elle répond à tous les desiderata du Medef : augmentation des durées maximales de travail, moindre paiement des heures supplémentaires, réforme des licenciements économiques, accords de compétitivité « offensifs », plafonnement des indemnités prud'homales en cas de licenciements abusifs, réforme de la médecine du travail et des modalités de négociation d'entreprise, pénalisation des privés d'emploi, inversion de la hiérarchie des normes et fin du principe de faveur pour tout le volet temps de travail du Code du travail... Jamais un gouvernement n'avait osé aller aussi loin.

**La loi « travail » est donc la quatrième réforme du Code du travail en quatre ans. C'est un projet de loi très volumineux et technique, qui ne peut être résumé à une mesure phare. L'opacité est organisée pour empêcher la mobilisation.**

Cette loi fait suite à trois textes réformant Code du travail : la loi de « sécurisation » de l'emploi, adoptée en 2013 réformant les modalités des licenciements économiques ; la loi Rebsamen (2015), qui réformait en profondeur les modalités de négociation à l'entreprise ; la loi Macron (2015), qui réformait à nouveau les licenciements économiques et élargissait le travail du dimanche.

## LA BATAILLE DE L'INFORMATION

La loi « travail » est donc la quatrième réforme du Code du travail en quatre ans. C'est un projet de loi très volumineux et technique, qui ne peut être résumé à une mesure phare. L'opacité est organisée pour empêcher la mobilisation. Une pétition, « Loi travail : non merci ! », a été élaborée avec pour objectif d'apporter de la transparence : le projet de loi est décortiqué et ses principales dispositions sont décodées pour montrer leur impact sur le quotidien des salariés.

Lancée par des militant(e)s de l'UGICT-CGT avec Caroline De Haas et Eliott Lepers, la pétition (100 000 signatures en quarante-huit heures, 1 million en deux semaines) est portée par un collectif de dix salarié(e)s – essentiellement syndiqués CGT – représentant la diversité du monde du travail et incarnant chacun(e) la façon dont cette

loi impacte les ouvriers, les cadres, les salariés des TPE comme des grands groupes, du tertiaire et de l'industrie, femmes ou hommes, jeunes ou seniors. L'objectif, en lien avec le décryptage des dispositions du projet de loi, est de permettre à chacun(e) de se sentir concerné(e) et de mesurer l'impact sur son quotidien. Bien que l'utilisation du numérique ne soit pas encore homogène dans la population

et qu'elle concerne encore davantage les jeunes et les diplômés du supérieur, la pétition permet ainsi de mobiliser des secteurs et des catégories ne disposant pas toujours d'implantation syndicale.

Convaincue que le décryptage, et donc la compréhension du contenu du projet de loi, jouerait un rôle déterminant, l'UGICT a mis à disposition dès le 16 février au soir une analyse du texte, réactualisée ensuite tout au long de la mobilisation, au fur et à mesure des reculades et évolutions gouvernementales. C'est ce qui a permis d'enraciner le rejet du projet de loi et de contrer les argumentaires gouvernementaux.

## LA PREMIÈRE MOBILISATION MARQUÉE PAR LE WEB

La mobilisation contre la loi « travail » est la première mobilisation interprofessionnelle dans laquelle le Web et les réseaux sociaux ont joué un rôle de première importance. Ces outils ont permis de construire une mobilisation « par en bas », et d'influer sur les rythmes et les modalités des mobilisations classiques.

Bien loin de la « virtualité » supposée, le Web a interagi en permanence avec les mobilisations physiques. La première journée de manifestations, le 9 mars, le jour où le conseil des ministres examinait le projet de loi, la première journée de grève des cheminots est à l'ordre du jour pour peser sur la négociation de la convention collective du ferroviaire. Un « appel citoyen et militant », lancé notamment par des militant(e)s CGT sur Facebook et rejoint par de nombreux collectifs, syndicats d'entreprises, unions départemen-



**La pétition « Loi travail : non merci ! » a recueilli plus d'un million de signatures en quelques mois.**

tales, fédérations..., appelle à la mobilisation du 9 mars, et recueille 66 000 inscriptions.

La pétition « Loi travail : non merci ! » recense les lieux de mobilisation et diffuse l'information aux signataires (ils sont plus d'un million), permettant de transformer la mobilisation numérique en présence dans la rue. L'ampleur de la mobilisation du 9 mars étonne tous les observateurs. Très forte chez les jeunes et dans le privé, dans des secteurs et parmi des catégories qui ne sont pas des habitués des mobilisations.

L'objectif du gouvernement est alors d'opposer les nouveaux acteurs et la mobilisation en ligne aux syndicats, d'opposer jeunes et salariés en expliquant que la remise en cause des droits des salariés *insiders*, en CDI, bénéficiera aux *outsiders*, les privés d'emploi et précaires, qui, eux, ne seraient pas défendus par les syndicats.

## 31 MARS : LES JEUNES PASSENT LE RELAIS AUX SALARIÉS

Réussir l'articulation des rythmes de mobilisation entre les jeunes et les salariés est déterminant pour gagner la mobilisation la plus large. Étudiants et lycéens utilisant des formes de grève reconductible avec le blocage des universités et lycées ont

**Bien loin de la « virtualité » supposée, le Web a interagi en permanence avec les mobilisations physiques.**

besoin d'une mobilisation très rythmée, avec des manifestations fréquentes et régulières et de nombreuses initiatives. La mobilisation des salariés nécessite davantage d'anticipation, et repose rarement sur la grève reconductible. Durant les quatre mois de mobilisation, et lors des treize journées d'actions, les manifestants ne sont pas les mêmes. Du 9 au 31 mars, les cortèges sont constitués à 50 % ou plus par des jeunes, avec de nombreux lycées et universités bloqués. À partir de début avril, du fait des vacances universitaires puis des examens, la mobilisation reflue dans les universités, et les manifestations sont essentiellement composées de salariés. Le 31 mars marque le moment de convergence. Manifestation syndicale préparée de longue date, c'est le moment où l'ensemble des forces organisées entrent dans la mobilisation et retrouvent les jeunes qui battent le pavé depuis le 9 mars.

#### **LE BLOCAGE ÉCONOMIQUE : L'APPEL DU CONGRÈS DE LA CGT**

Le 51<sup>e</sup> congrès confédéral de la CGT, réuni du 18 au 22 avril à Marseille, permet d'amplifier la mobilisation syndicale. À partir du 1<sup>er</sup> mai, les professions organisées construisent la mobilisation, en l'articulant avec leurs revendications sectorielles, et mettent en œuvre une sorte de relais des grèves. C'est d'abord le cas des intermittents du spectacle, puis des routiers, puis des raffineries, déjà fer de lance des mobilisations en 2010, suivis par les cheminots, mobilisés sur leur convention collective. Les dockers arrêtent le travail dans l'ensemble des ports français chaque journée d'action et jouent un rôle déterminant

au Havre, où ils bloquent le terminal pétrolier. Dans l'énergie, la mobilisation est importante avec de fortes baisses de production et des actions en solidarité avec les usagers, comme le passage des heures pleines en heures creuses, par exemple.

Les difficultés à étendre la grève s'expliquent par plusieurs raisons. D'abord, les secteurs mobilisés correspondent pour l'essentiel aux secteurs de forte implantation de la CGT, touchant peu les ingénieurs, cadres et techniciens, le tertiaire ou les

#### **Réussir l'articulation des rythmes de mobilisation entre les jeunes et les salariés est déterminant pour gagner la mobilisation la plus large.**

PME. Avec, y compris dans ces secteurs, de nouvelles difficultés liées à l'augmentation de la précarité : certaines lignes de production fonctionnent grâce à 50 % d'intérimaires, pour lesquels le droit de grève est souvent très théorique.

L'augmentation du nombre d'ingénieurs, cadres et techniciens, qui représentent en moyenne 46 % du salariat mais sont majoritaires dans de nombreuses grandes entreprises ou secteurs, a aussi pesé. Avec des carrières et des salaires très individualisés, des pressions managériales très fortes et une liberté d'expression niée, leur implication dans des mouvements de grève reconductible est plus compliquée et risquée. Le patronat a encore une fois joué sur la division du salariat pour tenter de casser la mobilisation. Il ne reste pas moins que la vocation citoyenne sur la loi « travail », proposée par l'intersyndicale, a permis de déjouer cette stratégie de diversion.



La mobilisation contre la loi « travail » : treize journées d'actions étalées sur quatre mois.

#### **DES CHANTIERS D'AVENIR**

L'analyse de cette mobilisation permet de dessiner les chantiers d'avenir pour le mouvement syndical. D'abord, le développement de la solidarité interprofessionnelle pour contrer le confinement du syndicalisme à l'entreprise qui a été généré par la suppression des élections prud'homales (qui fait désormais reposer sur les seules élec-

Comme en 2012 avec l'élimination de Nicolas Sarkozy, cette méthode se paiera dans les urnes ; elle s'est déjà traduite par le renoncement de François Hollande à briguer un second mandat puis par le rejet de Manuel Valls lors des primaires de la Belle Alliance populaire. Ce passage en force illustre à nouveau l'emprise du pouvoir de la finance, alors que le suffrage universel obligeait jusqu'à les gouvernements à reculer devant les mobilisations majoritaires. Ce basculement est néanmoins risqué, qui se traduit par une instabilité politique et sociale très forte.

Gramsci écrivait depuis sa prison : « *Le vieux monde se meurt, le nouveau monde tarde à apparaître et dans ce clair-obscur surgissent les monstres.* » Nous y sommes. De la mobilisation des forces sociales et intellectuelles dépend le sens du basculement. Le fossé entre les aspirations exprimées lors de la mobilisation contre la loi « travail » et le scénario thatchérien annoncé pour 2017 est béant. C'est la capacité à lutter contre les tentatives au repli et aux mises en opposition des salarié(e)s en permettant à chacune et chacun, cadre ou ouvrier, français ou étranger, de se rassembler, c'est la capacité à faire converger jeunes et salarié(e)s et à répondre à leurs aspirations démocratiques et sociales qui sera déterminante pour reprendre la main. ■

\*SOPHIE BINET est secrétaire générale adjointe de l'Union générale des ingénieurs, cadres et techniciens (UGICT), CGT.

## ■ PAUVRETÉ ET BIODIVERSITÉ

# La forêt appartient aux peuples qui en vivent

Plus de 25 % de la population mondiale tire des forêts ses moyens d'existence. Une réalité qui vient se confronter à l'enjeu de stopper net la déforestation et l'érosion de la biodiversité.

PAR MARIE-NOËLLE BERTAND\*

## MENACE SUR LA BIODIVERSITÉ

L'alarme a été donnée au tout début de l'année 2017, a fait beaucoup de bruit, puis plus rien. Dans une synthèse d'études publiée le 19 janvier dans la revue états-unienne *Science Advances*<sup>1</sup>, trente et un primatologues internationaux alertent sur le risque de disparition massive et imminente des singes. « *Les récentes informations indiquent qu'il en existe 504 espèces, réparties en 79 genres* », rappellent les auteurs du rapport, se référant à la classification anglo-saxonne<sup>2</sup>. Or « *60 % de ces espèces sont menacées d'extinction, et 75 % enregistrent un déclin de leur population* », soulignent les spécialistes.

Lémurs catta à queue annelée, colobes rouges Udzungwa, singes à nez retroussé, semnopithèques à tête blanche ou gorilles de Grauer... un grand

l'université d'Illinois, coauteur du rapport. Une perspective catastrophique, dont les chercheurs ont tenté d'établir les causes. Première ciblée : la pression exercée sur les habitats des primates par l'agriculture et l'extractivisme intensifs.

## DÉFORESTATION

L'analyse des données de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) indique ainsi que les principales menaces pesant sur les primates relèvent de la destruction de leur habitat induite par l'agriculture (pour 76 % des espèces), l'exploitation du bois et des forêts (pour 60 % des espèces), ainsi que l'agriculture et l'élevage intensifs (31 %). « *Les demandes du marché mondial en soja, en riz ou en canne à sucre* », mais aussi « *en huile de palme ou en caoutchouc ont abouti à un processus de déboisement rapide* », relève le rapport. Les exploitations de mines,

le nombre d'orangs-outans tués annuellement à une fourchette comprise entre 1 950 et 3 100. » On peut lire, en creux, la pression qu'exerce la pauvreté sur des populations locales, conduites à chasser des espèces déjà fragilisées. « *Dans ces régions, les populations souffrent souvent d'extrême pauvreté ou se retrouvent à travailler pour des salaires de misère* », expliquait ainsi à *l'Humanité*, au lendemain de la publication du rapport, Marie-Claude Bomsel, docteur vétérinaire et professeur honoraire au Muséum national d'histoire naturelle et spécialiste des primates. « *Elles n'ont pas d'autre choix que de se servir dans le gibier*. » Dans certaines zones viennent s'ajouter les conflits armés. « *Tenter de protéger les singes dans ces conditions, c'est comme si l'on avait tenté de protéger le lapin de garenne pendant la guerre...* », commentait-elle pour aider à mesurer la complexité du problème.

nées publiées en 2015 : « *La plupart d'entre elles (1,2 milliard) exploitent les arbres présents dans les exploitations pour se procurer des aliments et des revenus en espèces*. » Dans de nombreux pays en développement, décortique encore l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, les habitants utilisent le bois pour satisfaire 90 % de leurs besoins énergétiques. *In fine*, les forêts, qui couvrent 30 % de la surface terrestre du globe, contribuent au développement des zones rurales « *où résident 70 % des populations pauvres et affamées de la terre* », conclut la FAO.

Cette réalité vient se confronter à l'enjeu de stopper net une déforestation qui n'a plus cessé depuis des siècles. On le sait et on le « re-sait », tant la chose a été répétée : en plus d'être des réservoirs de biodiversité, les forêts, et plus singulièrement celles des pays dits « du Sud », sont aujourd'hui les poumons de la planète, d'elles dépend la régulation climatique du globe. De fait, alors que les forêts des pays industrialisés ont, depuis longtemps, régressé au bénéfice d'une surexploitation de leurs matières premières ou au profit de l'agriculture intensive, les forêts des pays en développement sont, aujourd'hui, sommées d'assurer l'essentiel de la capture du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) en surplus dans l'atmosphère.

La question n'est ignorée de personne. Longtemps abordée à l'aune d'une histoire coloniale – souvent prédatrice –, la gestion des forêts est désormais envisagée à l'aune de leur durabilité. En France, l'Agence française de développement (AFD) ou le Centre de coopération

**les principales menaces pesant sur les primates relèvent de la destruction de leur habitat induite par l'agriculture (pour 76 % des espèces), l'exploitation du bois et des forêts (pour 60 % des espèces), ainsi que l'agriculture et l'élevage intensifs (31 %).**

nombre de nos plus proches cousins, qui assurent une fonction centrale dans de grands écosystèmes, pourraient ainsi, à très brève échéance, s'évanouir complètement de la surface du globe. « *À moins que nous ne fassions de leur préservation une priorité mondiale, un grand nombre d'espèces de primates disparaîtront au cours des vingt-cinq prochaines années* », assenait Paul Garber, professeur d'anthropologie à

de pétrole et de gaz affecteraient eux, jusqu'à 13 % des espèces de singes.

À une tout autre échelle, la chasse est elle aussi ciblée comme une source majeure de pression sur les espèces de singes, pesant, selon l'étude, sur près de 60 % d'entre elles. « *Les rapports indiquent que l'on négocie environ 150 000 carcasses de primates par an sur les marchés urbains et ruraux du Nigeria et du Cameroun. À Bornéo, on évalue*

## PAUVRETÉ ET CLIMATS

Ainsi le rapport des primatologues mettait-il en lumière deux réalités bien connues : d'une part, l'objet de convoitise que constituent les forêts, l'espace qu'elles occupent ou la biodiversité qu'elles abritent, pour l'industrie minière ou agricole ; d'autre part, l'enjeu que ces mêmes forêts représentent pour des populations autochtones et les États pauvres, auxquels elles fournissent l'essentiel des ressources vivrières et des revenus.

Près de 1,6 milliard de personnes – plus de 25 % de la population mondiale – tirent des forêts leurs moyens d'existence, constate la FAO, s'appuyant sur des don-





Déforestation en Amazonie.

internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) développent des programmes d'agroforesterie ou de lutte contre la faim et la pauvreté impliquant une exploitation raisonnée et locale des ressources forestières. De même, plusieurs initiatives nationales et internationales sont entreprises pour permettre aux populations concernées d'accéder à d'autres sources d'énergie que le bois. Microbarrages hydroélectriques ou énergie solaire figurent au nombre des solutions avancées.

#### LES FORÊTS, RESSOURCES POUR LES PLUS PAUVRES...

Les peuples autochtones, leurs droits et leur implication, ne sont eux aussi plus ignorés... du moins dans les discours. « *Il est essentiel d'impliquer activement les populations autochtones et les communautés locales dans les efforts visant à conserver la faune* », notait, le 3 mars 2017, Eva Müller, directrice de la division de la FAO chargée des politiques et des ressources forestières. « *Les populations autochtones et les communautés locales [...] ne peuvent imaginer leur vie sans la nature. L'autonomisation de ces groupes, leurs connaissances et leurs techniques de planification à long terme sont essentielles pour garantir la survie des générations futures* », concluait-elle. En outre, plusieurs traités internationaux reconnaissent désormais cet apport, à commencer par le Protocole de Nagoya sur la préservation de la biodiversité, adopté en 2010, et par

l'accord de Paris sur le climat, adopté en 2015. Cette reconnaissance, obtenue à l'issue de plusieurs années de batailles menées par la société civile, ne s'est toutefois faite qu'à voix basse – l'accord de Paris, par exemple, ne l'évoque que dans son préambule, à la portée plus symbolique que contraignante.

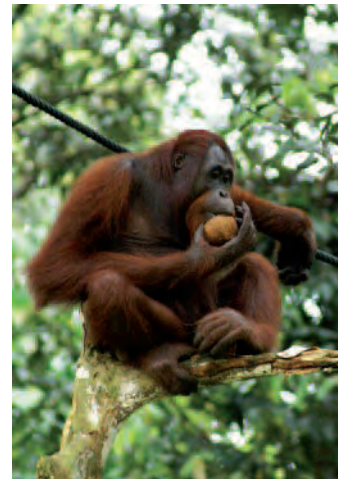
**Les forêts des pays en développement sont, aujourd'hui, sommées d'assurer l'essentiel de la capture du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) en surplus dans l'atmosphère. La question n'est ignorée de personne. Longtemps abordée à l'aune d'une histoire coloniale – souvent prédatrice –, la gestion des forêts est désormais envisagée à l'aune de leur durabilité.**

Surtout, les dispositifs concrets qu'avancent ces traités restent davantage construits pour permettre l'émergence d'un capitalisme « vert » que pour assurer le droit des peuples à se nourrir de ce que leur offrent leurs terres. Ils ouvrent ainsi sur une financiarisation des ressources forestières, inclus les services écosystémiques qu'elles rendent. On pourrait citer bien des exemples, parmi lesquels, singulièrement, la façon dont ces dispositifs favorisent la culture intensive d'huile de palme en Indonésie; ou celui de REDD+ (réduction des émissions de GES dues à la déforestation) adopté dans la foulée du Protocole de Kyoto : il s'agit d'un mécanisme économique dont le principe vise à encourager les pays du Sud à renoncer à l'exploitation des grandes forêts primaires, en compensant les

pertes économiques induites par une aide pécuniaire ou technologique.

#### ... OU TERRES D'EXPANSION DU CAPITALISME « VERT » ?

Longtemps, deux voies ont été en balance pour financer ce mécanisme : en passer par un fonds public ou inclure les forêts tropicales dans le marché carbone, avec la possibilité de concéder les terres à des investisseurs. La seconde option a été retenue, ouvrant la voie à la privatisation de terres que les peuples indigènes ne peuvent défendre par aucun titre de propriété. Des garde-fous ont certes été établis pour garantir leurs droits. L'expérience montre qu'ils sont insuffisants. Ainsi, en 2009, la compagnie Walt Disney



tiellement des conséquences, et leur consentement n'avait été obtenu que sur la base de promesses de développement non tenues. Pour toute compensation, chaque foyer avait obtenu l'équivalent de la valeur... d'une chèvre par an, soit 30 dollars, quelle que soit la superficie des terres cédées. Pis : une part, seulement, de la communauté locale avait été associée au projet, l'autre avait été laissée de côté – de façon générale, les femmes avaient été exclues du processus – et des conflits entre villageois couvaient dangereusement.

Publié très récemment (début mars 2017), un rapport du CIRAD enfonce le clou, interrogeant cette fois l'efficacité écologique de REDD. Notant que le cours de l'or détermine désormais celui de la déforestation du plateau des Guyanes – quand le premier s'affiche à la hausse, la seconde aussi –, les chercheurs questionnent « *la pertinence des mécanismes globaux de lutte contre la déforestation tels que REDD+* ». Et plaident, en lieu et place, pour l'élaboration de politiques de régulation publiques. ■

**\*MARIE-NOËLLE BERTRAND est chef de rubrique au journal *l'Humanité*.**

1. Consultable en ligne (<http://advances.sciencemag.org/>).
2. La classification utilisée en Europe ne s'appuie pas sur les mêmes définitions des espèces et n'en recense qu'environ 250.

## ■ SÉCURITÉ

# D'autres choix politiques pour retrouver un haut niveau de sécurité ferroviaire

Des accidents ferroviaires couplés aux restructurations qui émaillent depuis quarante ans le système ferroviaire français ont amené les cheminots et certains spécialistes des transports à se réinterroger sur les problématiques nouvelles de sûreté et de sécurité.

PAR DANIEL SANCHIS\*

## TRADITION INDUSTRIELLE : SUCCÈS ET RÉPUTATION

La culture historique technique de la SNCF a toujours porté les innovations et les succès du chemin de fer en associant les cheminots aux concepteurs de ces innovations. Opposer les exigences managériales à cette culture met en danger le système dans sa globalité et, par ricochet, les cheminots et les usagers par des conditions d'exploitation dégradées.

L'histoire du développement du chemin de fer s'est construite sur l'association étroite du développement des industries des composants du réseau (voies, signaux, ouvrages d'art...) et du matériel roulant, avec l'exploitation du réseau dans l'optique d'aménagement du territoire. C'est cette intégration entre les

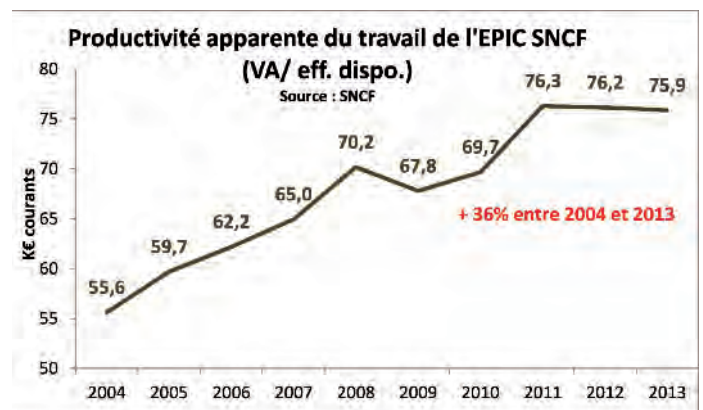
Elles mettent en danger le fragile équilibre de la chaîne complexe qui a permis jusqu'à présent de garantir un très haut niveau de sécurité pour les circulations, les usagers et les salariés tout à la fois.

## POLITIQUES LIBÉRALES : SERVICE PUBLIC, TRAVAIL ET L'EMPLOI EN DANGER

La directive européenne de 1991 imposant la libéralisation du marché ferroviaire va constituer le point de départ de la transformation du modèle de fonctionnement et d'organisation du système ferroviaire dans chacun des États, et en particulier en France. Elle va conduire, notamment, au passage d'un système intégré à un système éclaté qui implique la multiplication des acteurs publics<sup>1</sup> et privés<sup>2</sup> et l'évolution du concept de service public.

rence de la chaîne de la sécurité de la production de transport. Elle aggrave les problèmes liés à des effectifs insuffisants et renforce une concurrence

tiel par une réduction des effectifs de plus de 11 000 emplois entre 2004 et 2013, malgré une augmentation du trafic (voir graphique ci-dessous).



**C'est cette intégration entre les activités industrielles et celles liées à l'exploitation qui, historiquement, a favorisé les innovations technologiques, la structuration des métiers à la SNCF et a fait la réputation de la France dans le monde en matière de transports.**

activités industrielles et celles liées à l'exploitation qui, historiquement, a favorisé les innovations technologiques, la structuration des métiers à la SNCF et a fait la réputation de la France dans le monde en matière de transports.

Les transformations imposées au système tendent à en banaliser les aspects techniques en les soumettant aux fonctions commerciales et financières au cœur de la réforme ferroviaire.

Ainsi sont mises en œuvre des mesures bureaucratiques qui oublient un peu vite les contraintes physiques inhérentes aux spécificités du mode ferroviaire liées au couple roues du train-rail! Cette organisation par activités « indépendantes » conduit à la généralisation d'une contractualisation externe et interne et à l'accentuation de la logique de gestion par activités et segments de clientèle, ce qui fragilise la cohé-

larvée entre les différentes activités de l'entreprise.

La volonté des gouvernements successifs de faire financer par le système lui-même les investissements qu'ils ne veulent plus assumer engendre un désengagement de l'État qui pèse dans toutes les restructurations du système ferroviaire par la contrainte financière qu'il impose. C'est ainsi que les économies sur l'emploi et le travail sont au cœur de tous les plans stratégiques décidés par la direction du groupe ferroviaire et soutenus par l'État. Une étude sur la réforme ferroviaire montre que l'augmentation de la productivité apparente du travail<sup>3</sup> ne permet pas l'amélioration de la situation financière de l'entreprise mais qu'elle s'accompagne de la baisse de la productivité du capital et d'une dégradation de la rentabilité économique. Cette productivité a été obtenue pour l'essen-

La recherche de productivité du travail est une injonction de l'État et des régions que nous retrouvons dans toutes les conventions contractualisant les relations entre la SNCF et les autorités organisatrices des transports. Or cette politique produit des effets désastreux sur l'emploi, les conditions de travail, le niveau de compétence technique du système ferroviaire, et même sur l'efficacité économique qu'elle prétend servir.

Le suivi du nombre de jours d'absence pour maladie et pour accidents de travail (indice de morbidité) nous permet de constater son augmentation inquiétante et continue sur la période significative de l'intensification et de la densification du travail. Elle confirme les difficultés et les troubles physiques et psychiques exprimés par les cheminots et relevés, notamment, par les médecins du travail (voir graphique ci-contre).

## CONSÉQUENCES D'UNE PERTE DE SUBSTANCE POUR L'EMPLOI

Au-delà des drames et des souffrances provoqués, notons qu'un remplacement très limité des départs se traduit par une *perte de compétence collective* qui constitue un enjeu crucial pour la sécurité ferroviaire. En effet, l'analyse de la pyramide des âges de la SNCF montre un déséquilibre de générations qui ne permet pas la transmission des savoirs et des savoir-faire dans de bonnes conditions. C'est notamment le cas aujourd'hui pour le personnel chargé de la maintenance du réseau, dont les effectifs s'avèrent insuffisants pour faire face aux investissements programmés.

Cela oblige également à différer certains travaux et à maintenir en service des installations défectueuses au-delà des normes, même si des ralentissements sont prévus pour garantir les conditions de sécurité. Dans le cas de l'accident de Brétigny-sur-Orge, sans anticiper sur des conclusions judiciaires qui ne sont pas encore rendues, les différentes expertises réalisées font état de voies et d'aiguillages très anciens ainsi que d'effectifs des brigades de maintenance du secteur ayant chuté de manière importante. D'après le rapport d'expertise commandé par le CHSCT<sup>4</sup>, malgré une augmentation du trafic sur la ligne, le nombre de cheminots avait été réduit de moitié entre 2000 et 2012, et de nombreux retards de travaux préventifs ont été relevés. Dans une enquête réalisée sur quatre accidents ferroviaires survenus entre 2014 et 2015, le

BEA-TT<sup>5</sup> conclut lui-même à « *la rareté des compétences* » dans les métiers de la signalisation électrique<sup>6</sup>.

## LA SOUS-TRAITANCE AU DÉTRIMENT DE LA SÉCURITÉ

Dans une période où il n'est plus possible de différer la rénovation du réseau, ce déficit de compétences ouvre de nouvelles perspectives pour faire de plus en plus appel à des sous-traitants, ce qui pose de nombreux problèmes quant à la qualité du travail réalisé et crée de nouvelles ruptures dans la chaîne de la sécurité.

Les cheminots rapportent régulièrement des irrégularités qui les amènent à intervenir sur des chantiers délégués au privé. On peut également citer la multiplicité des opérateurs ferroviaires concurrents de la SNCF qui ont désormais accès au réseau et qui n'ont pas forcément ni l'histoire ni la culture de la sécurité de l'entreprise nationale. Par ailleurs, ces entreprises ne sont pas particulièrement réputées pour leur respect du Code du travail en matière d'horaires et de repos, ce qui ne favorise ni la sécurité



Le 12 juillet 2013, l'accident de Brétigny-sur-Orge survint à la suite de la défaillance d'une éclisse venue se loger dans un aiguillage ; il causa la mort de sept personnes.

coopération entre les personnels des différentes entreprises. Dans le même sens, on peut regretter la publication d'un arrêté en 2015 qui prévoit désormais des habilitations par *tâches* et non plus par *fonctions* rattachées à un poste identifié (agent circulation, aiguilleur, etc.). En d'autres termes, cet arrêté permet aux entreprises privées travaillant pour le secteur ferroviaire de disposer d'habilitations en matière de sécurité leur permettant de proposer des chantiers « clés en mains ». Il constitue un tournant en matière de sécurité ferroviaire au sein de l'entreprise publique, en même temps qu'il s'inscrit dans la logique d'ouverture à la concurrence du système ferroviaire.

## L'URGENCE : METTRE EN ŒUVRE UNE AUTRE POLITIQUE PUBLIQUE

Malgré le sérieux de la situation, il nous semble nécessaire

d'une politique anarchique favorisant la route. Les soigner suppose de rompre avec des logiques qui ont montré leur inefficacité pour laisser place à des expérimentations associant les salariés et leurs organisations, les usagers et les élus.

Dans ce sens, il nous semble opportun de prévoir des représentants des usagers et des élus de proximité dans les organes de gouvernance du transport public et d'imposer des critères alternatifs de gestion conformes à l'intérêt général. Une nouvelle politique de transport pour les voyageurs et les marchandises dans laquelle le mode ferroviaire occuperait une place de choix constitue un enjeu de premier plan pour relancer l'industrie, favoriser les transitions énergétiques, faire face aux défis climatiques, réduire l'accidentologie liée aux transports et contribuer à des conditions de vie et de travail de plus grande qualité. ■

## Les économies sur l'emploi et le travail sont au cœur de tous les plans stratégiques décidés par la direction du groupe ferroviaire et soutenus par l'État.

du personnel ni celle des circulations. On peut citer dans ce sens l'accident de Charmant (2009), près d'Angoulême, qui a mis en cause l'entreprise privée ECR. Les intérêts contradictoires entre opérateurs peuvent amener à des difficultés de

et, surtout, possible de mettre un coup d'arrêt aux dérives de la sécurité dans le système ferroviaire. Changer de politique, changer la méthode de son élaboration et de sa mise en œuvre devient impératif. La période électorale est propice à multiplier les débats entre les citoyens, les cheminots et, plus largement, l'ensemble des salariés des entreprises publiques ou privées intervenant dans le système ferroviaire. Dans le ferroviaire aussi, le travail, l'emploi, l'aménagement du territoire et la sécurité sont malades des excès de coût et de poids du capital, de la déréglementation,

\*DANIEL SANCHIS est économiste consultant.

1. L'État, les régions, plusieurs EPIC au sein du groupe ferroviaire, l'Autorité de régulation des activités ferroviaires et routières (Arafer), le Haut-Comité du système de transport ferroviaire.

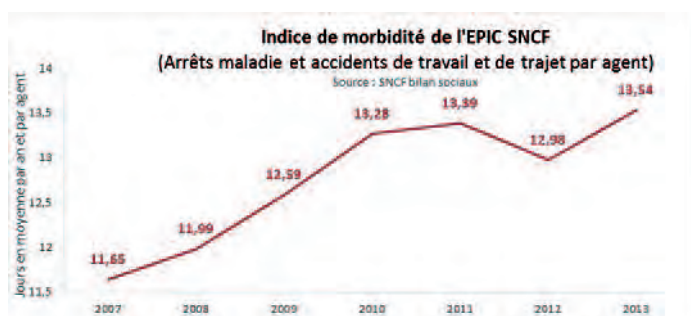
2. Le groupe ferroviaire compte un millier de filiales de droit privé, dont un certain nombre de concurrents directs qui s'ajoutent aux fournisseurs, tous de droit privé et aux toujours plus nombreux sous-traitants.

3. DEGEST- CCE SNCF Rapport d'étude sur la réforme ferroviaire 2015.

4. Rapport APTAIS « Expertise portant sur l'accident ferroviaire de Brétigny-sur-Orge du 12 juillet 2013 » (CHSCT EVO de l'ISOF SNCF), 24 octobre 2014.

5. Le Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre est une institution publique dépendant du ministère des Transports.

6. <http://www.bea-ft.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/AnalyseFacteursHumains-Organisationnels.pdf>



## ■ ENVIRONNEMENT

# Peut-on encore aménager le territoire national en 2017 ?



PAR JEAN-CLAUDE CHEINET\*

Il semble admis de refuser les grands projets inutiles et imposés. Les qualificatifs renvoient et à un processus de décision (« imposés ») et à la taille ou à l'impact desdits projets (« grands »). Pour partir du plus simple à cerner : « grands » renvoie également à une importance pour l'ensemble du territoire concerné, et donc à des problématiques d'aménagement du territoire.

## L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE A UNE HISTOIRE

Sous des vocables divers, l'aménagement du territoire est chose ancienne : routes royales de Louis XIV, canaux et routes impériales du début du XIX<sup>e</sup> siècle, décision d'État pour les lignes des grands axes en étoile des chemins de fer, plan Freycinet de jonction par voie ferrée de toutes les sous-préfectures avec Paris. Les buts sont politiques et ne varient pas à travers les époques : la construction de l'unité nationale d'un territoire dirigé depuis Paris par les élites du moment, et à leur profit.

Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, l'expression « aménagement du territoire » apparaît, et enrichit le but ancien en renversant les priorités : l'unité du territoire à aménager doit être fondée sur l'égalité des droits de tous les citoyens à accéder à certains services sur tout ce territoire : l'école publique dans chaque village, la poste, l'énergie électrique... Cet aménagement du territoire promeut le service

public : aménager n'est donc pas politiquement neutre. Par le passé, de grands aménagements ont été faits, dont personne ne remet en cause l'utilité. Mais depuis quelques années, dès qu'un projet d'envergure surgit, une polémique s'engage : s'agit-il un GP II, d'un grand projet inutile et imposé ?

public : aménager n'est donc pas politiquement neutre.

## LES CONTRADICTIONS DU LAISSER-FAIRE LIBÉRAL

Pourtant, des grands travaux ont été et peuvent être parfaitement acceptés lorsqu'ils s'inscrivent dans une perspective de progrès visible, et l'État, porteur alors de l'intérêt général, est reconnu comme légitime à organiser leur réalisation. Les outils de plani-

gré des groupes sociaux dominant un territoire et le modelant au mieux de leurs intérêts particuliers, comme l'illustrent entre autres le barrage de Sivens, défendu par les agriculteurs du Sud-Ouest. Avec l'effacement de l'État aménageur, les équilibres territoriaux se dégradent, et le débat revient par le biais des incidences environnementales de tel ou tel projet. Si le refus actuel des GP II est global

(Fessenheim, Roybon, NDDL...) et ses conséquences sans énoncer le contexte : il n'y a pas de réflexion solide sur son utilité sociale. Les arguments des opposants sont les seuls à être mis en avant, tant pis si d'un endroit à l'autre le même courant d'« antis » a des positions contradictoires.

Cela contribue à la déconstruction en profondeur de l'idée d'un État aménageur dans le sens de l'intérêt général. C'est un jalon pour qu'un État crouppion, réduit à ses fonctions régaliennes, laisse agir sans « entraves administratives » les groupes financiers du « marché ».

**Sous des vocables divers, l'aménagement du territoire est chose ancienne. Les buts sont politiques et ne varient pas à travers les époques : la construction de l'unité nationale d'un territoire dirigé depuis Paris par les élites du moment, et à leur profit.**

fication et de protection (Conseil supérieur de protection de la nature, zones protégées, parcs, « compensations », etc.) ont prouvé que les aménagements peuvent intégrer le respect de l'environnement.

Un refus de tous les projets d'aménagement d'ampleur et d'impact très dissemblables confinerait à un refus de tout développement, voire à une mise en œuvre de la « décroissance », sans tenir compte des besoins sociaux à satisfaire et sans mettre en avant les questions d'égalité entre citoyens et entre territoires ni la façon dont les classes sociales en profitent ou en pâtissent.

Mais de fait, l'État n'assumant plus son rôle traditionnel, c'est un champ ouvert pour des projets d'aménagements locaux au

et confusionniste, il s'appuie cependant sur la méfiance massive à l'égard des projets financiers aggravant la crise des territoires ; ces refus sont aussi globalement porteurs (quand bien même ce n'est pas le cas de tous les acteurs, zadistes, etc.) d'une aspiration à plus de démocratie, notamment locale. Mais ils restent localisés. Leur exploitation politico-médiatique agit en révélateur. Il est mis en avant, du côté des médias comme du côté des opposants au projet, un équipement isolé

## DES CONTRADICTIONS QUI APPELLENT LA DÉMOCRATIE

Dans ces débats polémiques, il y a bien contradiction entre les aspirations à plus de démocratie et la déconstruction libérale de l'État.

Le retrait de l'État ultralibéral nous oblige à un effort d'analyse critique : Y a-t-il une complémentarité entre les infrastructures (autoroutes, tram, train, TGV, aéroport...) ? Les contraintes environnementales sont-elles respectées, et les éven-

**Des militants opposés au projet d'aéroport à Notre-Dame-des-Landes.**



Période	Contexte historique	Mesures phares	Outils	Réactions
1945-1948	Libération en 1945, CNR	Reconstruction du pays.	Plan quinquennal, nationalisations.	Grands projets acceptés, voire demandés.
1950-1965	Paris et le « désert » français.	Métropoles d'équilibre.	DATAR.	Grands travaux acceptés (Serre-Ponçon et Durance).
1965-1980	Plan Guichard : zones du territoire dédiées.	Zone 1 : villes industrie ; zone 2 : grande agriculture ; zone 3 : forêts, tourisme et personnes âgées.	DATAR.	Spécialisation accentuée des régions, autoroutes, remembrement accéléré, exode rural, passage au nucléaire.
1980-2000	Intégration européenne autour de la RFA (Rhénanie, mer du Nord, cœur industriel).	« Banane bleue » sur l'Europe du N-O : l'essentiel de la France en extérieur (sauf Paris et le N-E) ; décentralisation/recentralisation autour des capitales régionales.	Crédits d'équipements fléchés, moyens réduits de l'aménagement.	Concentration sur quelques réalisations : TGV (premières protestations « écologistes »).
2002...	Ultralibéralisme financier État replié sur les fonctions régaliennes.	Mise en place des « métropoles » et « pôles d'excellence » ; dissolution des nations dans l'Europe des régions (intégration européenne).	Suppression de la DATAR, concurrence entre territoires : attirer les activités. L'État « accompagne » les initiatives privées : partenariats publics-privés (PPP), concessions, privatisations (SEMOP...).	Élaboration de la catégorie fourre-tout de GP11 et luttes ponctuelles acharnées (zadistes) : Notre-Dame-des-Landes, Roybon, Siven...

uelles compensations ou restaurations sont-elles prévues ? A-t-on affaire à des opérations purement immobilières ou des logements sociaux seront-ils construits ? Est-ce un partenariat public-privé avec des groupes géants du BTP ou est-il prévu un développement des services publics ? Y a-t-il antinomie entre irrigation – pour quelle agriculture ? – et zones naturelles ?

Or la complexité de l'insertion locale d'un aménagement demande des politiques publiques coordonnées aux différents niveaux administratifs. Mais, en rabougrissant son action d'aménagement, l'État s'interdit de mettre en place une telle autorité et encourage les opérateurs privés à définir des offres de services (des avions *low cost* aux cars Macron ou des « services » payants dans le domaine de l'éducation) dans une logique où l'égalité des territoires et des citoyens a disparu.

La vérité des coûts reste à établir aussi. On retiendra, à titre d'exemple, que les charges du chemin de fer sont maximisées et celles qui devraient incomber au transport routier et à l'avion sont exagérément minorées, ne serait-ce qu'en ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, et surtout lorsqu'il s'agit de la prise en charge des infrastructures par la collectivité. La question du retour de l'État dans ce rôle d'aménageur est

primordiale. Car ce sont les usages et les besoins qui doivent être à la base de la structuration des projets en s'adaptant aux particularités des territoires. Et qui mieux que les citoyens peut en affiner les modalités (transports collectifs pour les mouvements pendulaires, par exemple) ? Cela doit placer la démocratie au centre de la démarche pour qu'ensuite l'État réalise.

#### DES INITIATIVES POLITIQUES AVANT PROJETS ET REFUS

Nous sommes au cœur du domaine politique. Alimenter le débat suppose d'avancer des propositions fortes ; si elles tardent ou sont inaudibles, les médias comblent le vide avec du sensationnel. Le débat doit porter sur la cohérence d'une démarche de développement durable et solidaire à tous ces niveaux. Car la difficulté est de donner plus de clairvoyance dans le débat à ces mouvements de méfiance ou de refus pour les amener à discerner d'eux-mêmes ce qui sera utile à la société de ce qui est prétexte à profits pour quelques-uns et à mise en concurrence du plus grand nombre.

Ainsi les critères d'utilité sociale et de contribution à la réponse aux besoins comme à l'égalité des citoyens sur le territoire – c'est-à-dire à l'égalité territoriale et à l'équilibre entre régions

–, le respect des équilibres environnementaux, le degré de maîtrise publique et de coopérations territoriales, la qualité du débat démocratique préalable doivent être pris en compte, de même que les classes sociales

cher sur des propositions alternatives, des actions de luttes, voire des votations citoyennes pour lesquelles, en nous en faisant les porteurs, nous donnons corps à notre démarche démocratique.

**En rabougrissant son action d'aménagement, l'État encourage les opérateurs privés à définir des offres de services dans une logique où l'égalité des territoires et des citoyens a disparu.**

bénéficiaires du projet et la nature de ceux qui le mettent en œuvre. Le plus beau des projets peut être détourné au cours de sa réalisation : à chaque niveau, vigilance citoyenne donc. Comment séparer le bon grain de l'ivraie ? Comment faire accepter ce qui peut être utile et infléchir les projets élaborés par telle ou telle institution ? Inutile dans la période de compter sur l'appareil d'État. Le seul recours est dans la « clairvoyance des masses », acquise dans les revendications et les luttes qui anticipent les projets et leur imposent un contenu acceptable en fonction d'un rapport des forces sur lequel, ainsi, nous pesons.

#### LA DÉMOCRATIE N'EST PAS UN CHEMIN DE ROSES

Prendre ainsi les devants et nous lancer dans cette confrontation au concret peut alors débou-

Mais les choix locaux ne sont pas forcément ceux qui prévaudront au niveau régional ou national. Les échelles territoriales s'enchevêtrent. Ces différents niveaux emboîtés doivent être hiérarchisés ; la prévalence du niveau supérieur peut sembler logique, car concernant un plus grand nombre et se rapprochant de l'intérêt général. Mais en cas de choix supranationaux ?

Dans ce défi démocratique, tout retard se paie par une mise hors-jeu. Il est nécessaire de ne pas hésiter à nous lancer dans ces débats, voire à les lancer nous-mêmes sans attendre. C'est sans doute la leçon à tirer de l'épisode Notre-Dame-des-Landes. ■

\*JEAN-CLAUDE CHEINET, ancien maire adjoint de Martigues et ancien président du Cyprés, est géographe.

## Sommes-nous trop « bêtes » pour comprendre l'intelligence des animaux ?

FRANS DE WAAL

Les liens qui libèrent, Paris, 2016, 400 p.

Un livre agréable, captivant et profond. L'auteur, scientifique de haut niveau ayant consacré sa vie à l'éthologie (étude du comportement des animaux), est un grand pourfendeur des idées véhiculées par certaines écoles. Comment expliquer – certains



prétendent le faire – par des essais suivis de succès/échec des comportements avérés des grands singes, qui savent que nous les voyons avec nos yeux, qui saisissent les relations hiérarchiques entre les humains... et qui sont des champions de l'évasion (ils sont capables de sortir de leurs cages pour se balader la nuit et d'y revenir et de les refermer soigneusement avant l'arrivée du personnel)? Ses pages sont parsemées de reprises d'expériences anciennes sous de nouvelles

formes propres à saisir la vie même des animaux, souvent avec des corrections drastiques des conclusions. Comment comprendre la pensée de la pieuvre, dotée d'un toucher extrêmement développé, servi par des groupes neuronaux localisés dans les tentacules qui les rendent largement autonomes? La pensée de la pieuvre est-elle une ou plurielle? Cet animal fait preuve d'une grande intelligence; il est capable, par exemple, de s'échapper d'un bocal à couvercle vissé: il palpe les parois de sa prison et trouve le moyen de dévisser ledit couvercle. Eh oui, nous avons une intelligence manuelle, celle des pieuvres est tentaculaire, et celle des éléphants trompique.

Ce livre nous plonge dans le domaine fascinant de la cognition comme composante essentielle du vivant. Sont présentés des exemples caractérisés de coopération intentionnelle, des niveaux divers de la conscience de soi, d'apprentissage de la générosité par imitation, du sens de l'équité chez des singes qui refusent des inégalités de traitement, ce qui permet à l'auteur de se livrer (p. 253) à une critique pertinente de notre prétendue science économique: « Pour les économistes, cette réaction est irrationnelle, puisque par définition quelque chose vaut mieux que rien. Aucun singe, disent-ils, ne devrait refuser une nourriture qu'il mange d'habitude, et aucun humain ne devrait refuser une petite offre. » Critique qui n'est pas déplacée dans un livre d'éthologie: les hommes sont des animaux! ■

EVARISTE SANCHEZ-PALENCIA



## Causette propose un voyage instructif

En décembre 2016, le magazine *Causette* a fait sensation en sortant un hors-série sur le clitoris, « Voyage en Clitorie ». Inconnu, méprisé, ignoré, excisé, le clitoris est malmené. Aucun manuel de SVT ne représente le clitoris sous le fallacieux prétexte qu'il ne ferait pas partie des organes reproducteurs. Or on sait désormais que le plaisir féminin joue un rôle fondamental dans le processus de fertilité. On dit souvent que le clitoris est difficile à situer pour un homme, or beaucoup de femmes ne le savent pas non plus, et parfois ne connaissent même pas son existence. Mais cet été, une révolution a eu lieu! Une chercheuse française, Odile Fillod, a réalisé une reproduction 3D du clitoris, révélant ainsi toute sa complexité. Le numéro spécial de *Causette* permet de revenir sur l'histoire, les mythes, les fonctions, les déboires et les potentiels du clitoris dans une démarche scientifique, humaniste et féministe.

En somme, un sujet progressiste! ■

SHIRLEY WIRDEN



## A voté

ISAAC ASIMOV

Le passager clandestin, Paris, 2016, 50 p.

Et si un individu lambda, un citoyen moyen, était choisi pour être la personnification d'un pays tout entier et celui dont dépendra l'élection du président des États-Unis? Dans un futur proche, un ordinateur ultra-puissant nommé Multivac contenant des milliards de données et précieusement protégé est chargé

de sélectionner celui ou celle qui devra répondre à ses questions. Ses réponses détermineront qui sera élu président de la plus grande puissance mondiale.

Les éditions Le passager clandestin réédite, dans la collection « Dystopiques », cette nouvelle glaçante qu'Isaac Asimov écrit en 1955.

En cette période d'élections où des sondages sont à la fois commentés et discrédités presque quotidiennement, cette nouvelle frappe juste. Avec les progrès de la robotique, plus besoin de faire voter les citoyens! Fini les isolements et les urnes! Ce ne sont plus que de vieilles anecdotes que l'on raconte aux enfants lors des « élections ». Dorénavant, Multivac fait lui-même la synthèse de toutes les données dont il dispose sur les citoyens et sait ce pour quoi ils sont supposés voter, sans qu'ils aient à se prononcer d'eux-mêmes. Le vote est conçu dans ce modèle comme strictement rationnel: plus besoin que des millions de citoyens se déplacent aux urnes pour élire le nouveau président, l'ordinateur s'en charge! Reste une « variable humaine », cette personnification des évolutions de la société, que l'ordinateur ne peut pas calculer seul. Jusqu'à quand? ■

FANNY CHARTIER



## France 2017-2022. Devant l'urgence climatique, bousculons les politiques

GÉRARD LE PUIILL

Éditions du Croquant, 2017,  
185 p.

Tout le monde n'a pas la chance d'avoir un grand-père paysan, ouvrier et journaliste communiste qui, inlassablement, défend depuis des décennies

la cause de notre belle planète, la Terre, et de notre beau pays, la France. Eh oui, Gérard Le Puill, que les lecteurs de *Vie nouvelle* connaissent bien, vient de publier son quatrième livre. Comme dans ses autres ouvrages, il nous livre une expertise précise et des propositions concrètes pour que les choses bougent face au danger qui nous menace toutes et tous, le réchauffement climatique, avec les conséquences inquiétantes que l'on peut imaginer pour les générations futures. Le titre du livre est clair. L'auteur ne fait de cadeau à personne.

Sa libre parole nous emporte là où il fait bon respirer, et l'ambiance électorale de ce printemps 2017 lui permet de confronter les candidats à l'élection présidentielle, mais pas que, à une exigence qui ne souffre plus de controverse : la nécessité de diviser par quatre la production des émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à 2050 et de poursuivre l'effort après. On est loin du compte, tout simplement parce que la logique capitaliste du tout-consommation forcé bat toujours son plein, réduisant à la portion congrue les effets des décisions prises, en théorie, par la COP 21 de Paris. D'où la nécessité de harceler les politiques, pour notre plus grand bien.

Au-delà d'une pédagogie toujours efficace sur ce sujet brûlant, l'auteur ne manque pas d'humour quand il nous écrit, à propos de l'introduction des loups là où paissent les brebis, qu'il y a comme une sorte d'« *incompatibilité naturelle* » qui fait polémique chez les écologistes d'EELV, à moins que les scientifiques nous trouvent le moyen de fabriquer un clone de loup végétarien ! Qui sait ?

Gérard Le Puill n'a pas la science infuse, et il le dit. Il ne reste pas moins qu'il est le lauréat du prix Artémis en 1997 et du Grand Prix du journalisme agricole en 1998. Sa modestie n'efface pas sa grande qualité de bon sens. Alors, faisons comme lui, agissons à notre niveau pour que nos enfants et petits-enfants, demain, ne vivent pas sur un brûlot. ■

YVON HUET

## Géographie de la domination

DAVID HARVEY

Les prairies ordinaires, 2008, 118 p.

Publié en 2001 aux États-Unis, ce recueil d'essais n'a été publié en français qu'en 2008. Malgré l'intérêt de leurs travaux, les chercheurs marxistes états-uniens sont peu connus en France. Dans ses essais, David Harvey – qui enseigne l'anthropologie à l'université de New York – établit des passerelles théoriques entre une géographie traditionnellement tournée vers la description de sec-



teurs de l'économie, de la démographie ou de l'espace et des champs économiques explorés par le marxisme (classes, production...), mais de façon essentiellement globale. Il défriche donc le terrain largement vierge de la façon dont les classes sociales présentes sur un territoire donné le modèlent en fonction d'intérêts contradictoires ou de compromis provisoires.

Mieux même qu'une description, Harvey en propose une théorisation. Il s'appuie sur la logique d'accumulation du capital pour approfondir la notion de recherche de

« *rentes de monopole* » et en explorer les conséquences spatiales : appropriation des terres et des biens qui aboutit à reconfigurer et ségréger les villes, à réaménager les espaces, à changer notre rapport à l'espace et au temps par de nouvelles infrastructures. Car le capitalisme se traduit nécessairement par des réalisations d'infrastructures dans l'espace, lesquelles modifient à leur tour la société (« *annihiler l'espace par le temps* », selon Karl Marx) ; il résout ainsi partiellement dans et par l'espace un certain nombre des contradictions qui le minent : la colonisation pour surmonter temporairement la surproduction, les « délocalisations » d'usines, l'éloignement des classes « dangereuses » dans les périphéries et banlieues, la prédation des ressources ici pour en jouir ailleurs, mais aussi la survalorisation d'un lieu symbolique, les compétitions entre territoires pour attirer des capitaux et exporter le chômage, etc.

En ce sens, Harvey renouvelle et rénove la démarche géographique, et il fonde aussi au plan théorique une écologie de progrès qui non seulement explique par les compromis de classes locaux les transformations/altérations de l'environnement, mais donne aussi les clés d'une élaboration de solutions environnementales durables et solidaires qui, sans automaticité évidemment, se conjuguent nécessairement avec un dépassement des blocages dus au capitalisme. En somme, c'est un ouvrage stimulant pour des militants qui affrontent la crise écologique et sociale. ■

JEAN-CLAUDE CHEINET

## Environnement et énergie

AMAR BELLAL

(préface Jean-Pierre Kahane)  
Éditions Le Temps des Cerises



Ce livre est un pari. Celui de recenser les principales interrogations des citoyens entendues dans plus d'une centaine de débats publics et d'y répondre sans détour, sans tabous, en nous attaquant frontalement aux objections les plus sérieuses qui circulent sur le modèle énergétique français. ■

# Les sciences et les techniques au féminin

## Valentina Terechkova



### Valentina Terechkova

C'est le 16 juin 1963 que Vostok 6 est envoyé dans l'espace. À son bord, Valentina Terechkova, âgée alors de vingt-six ans. Dix ans plus tôt, elle avait interrompu sa scolarité pour travailler dans une usine de pneumatiques afin d'aider financièrement sa mère. Repérée pour la qualité de ses sauts en parachute, elle est appelée à suivre une formation de cosmonaute. Valentina Terechkova deviendra ainsi la première femme de l'histoire à effectuer un voyage en orbite, et ce en solitaire – à ce jour, c'est la seule femme à l'avoir fait. La durée de vol fut de 2 j 22 h 41 min, soit davantage d'heures de vol que l'ensemble des astronautes états-unis de l'époque. Sa mission est l'occasion de prendre une série de clichés de l'horizon, exploités par la suite dans le cadre d'études sur l'identification des couches d'aérosols dans l'atmosphère. Distinguée comme héros de l'Union soviétique, elle sera également décorée de la médaille d'or de la paix par l'ONU et de la médaille Joliot-Curie par la France.

Pour consulter tous les articles de *Progressistes* en ligne ou pour télécharger la revue gratuitement  
LE BLOG! : [revue-progressistes.org](http://revue-progressistes.org) - Retrouvez-nous aussi sur [facebook](https://www.facebook.com/revueprogressistes) [revueprogressistes](https://www.facebook.com/revueprogressistes)

**NOUVEAU ! PAIEMENT EN LIGNE sur [progressistes.pcf.fr](http://progressistes.pcf.fr)**



**ABONNEMENT 4 NUMÉROS/AN**



**Progressistes**  
Science Travail & Environnement

[revue-progressistes.org](http://revue-progressistes.org)

Tél. : 07 88 17 63 93

[progressistes@pcf.fr](mailto:progressistes@pcf.fr)