www.books.fr

Books
Les livres questionnent le monde

ÉOLIEN : UNE BELLE ILLUSION

Cahier 2 | *Books* n° 105 | mars 2020

LA COLLECTION CINEMA MASTER CLASS DES MAITRES

LES MONSTRES SACRÉS DU CINÉMA D'ÉPOUVANTE EN VERSION RESTAURÉE !

KARLOFF & LUGOSI
dans une intéprétation magistrale et outrancière de l'œuvre d'Edgar Allan Poe

BELA LUGOSI
et Boris Karloff portent un scénario malin aux multiples rebondissements

FREDRIC MARCH
dans un classique du fantastique inédit de Mitchell Leisen, à l'origine de *Rencontre avec Joe Black*

EN SUPPLÉMENTS

• DOCUMENTAIRES :
LES FILMS PAR NICOLAS STANZICK, EDDY MOINE, MATHIEU MACHERET
• LIVRETS (LES PHOTOS DU FILM COMMENTÉES PAR ALAIN PETIT)
• BANDES-ANNONCES D'ÉPOQUE • JAQUETTES RÉVERSIBLES...

NOUVEAUX MASTERS INÉDITS, RESTAURÉS EN HAUTE-DÉFINITION

LE 31 MARS 2020

EN COMBO (BLU RAY+DVD) & DVD COLLECTOR

DÉJÀ DISPONIBLES

UNIVERSAL A COMCAST COMPANY

TRANSFUGE Books CAHIERS CINÉMA L'ÉCRAN FANTASTIQUE MadMovies ELEPHANT Classics FILMS

La marque des vampires © 1934 Universal Pictures Corp. Renewed 1961 by Universal Studios. All Rights Reserved. Vendredi 13 © 1940 Universal Pictures Company, Inc. Le Corbeau © 1935 Universal Pictures Corp. Renewed 1962 by Universal City Studios, Inc. All Rights Reserved.

Édito

MOTION D'ORDRE

Le premier numéro de *Books*, sorti en décembre 2008, portait sur l'emballement des experts qui avait abouti à la grave crise financière déclenchée l'été précédent, plongeant le monde développé dans une récession sévère. Notre visuel de couverture présentait les financiers en moutons de Panurge. Nous avons renouvelé l'exercice sur divers sujets, mettant en cause des collectifs d'experts sur des questions aussi différentes que le cholestérol et la maladie cardiaque, l'art contemporain, les médicaments psychotropes, l'impact culturel du Web ou encore les publications scientifiques en biomédecine. Nous présentons, ici, un dossier argumenté sur la transition énergétique, vue sous l'angle de l'éolien. Le cas d'école est presque parfait. À la suite d'un processus complexe dont l'histoire reste à écrire, un consensus mondial d'experts s'est formé pour affirmer que la nécessaire réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) devait passer par un développement massif des énergies renouvelables, entendez l'éolien et le solaire. Dopée par un arsenal de subventions publiques, une énorme industrie s'est développée, formant bientôt un lobby confortant agréablement les options prises par les gouvernants et les opinions défendues par les bobos urbains et les ONG écologistes. Résultat, l'Allemagne, pionnière et longtemps considérée comme le modèle à suivre, se retrouve dans une impasse : ses émissions de GES restent bloquées à un niveau très élevé. La France, bonne élève, se voit dans la situation ubuesque d'avoir à poursuivre un programme éolien gigantesque alors que son électricité est déjà à 95% décarbonée. De quoi rire, si les conséquences pour l'environnement, les finances publiques et le consommateur final n'étaient pas détestables, pour le moins.

Le secteur de l'énergie n'en est pas à son premier faux pas. Pendant des décennies, nous avons vécu avec le consensus du *peak oil*, l'idée que le monde se dirigeait inexorablement vers une terrible pénurie de pétrole. Aujourd'hui, nous croulons sous l'or noir et semblons nous diriger vers un scénario inverse, celui d'un pic de la demande et non plus de l'offre. Pendant des décennies, nous avons aussi misé sur le nucléaire. Des accidents imprévus mais évitables ont remis en question une filière pourtant parfaitement décarbonée, cela même dans des pays comme l'Allemagne et la France, où pourtant la sécurité du nucléaire n'a jamais failli.

Concernant l'éolien, la responsabilité des experts de la Commission européenne et de grandes agences comme l'Ademe, en France, est aussi évidente que celle de l'Élysée et des Verts. Puisse ce dossier faire un peu réfléchir nos chers décideurs. ■

© Mathieu Andrieu

— Olivier Postel-Vinay

Sommaire

EN GUISE D'INTRODUCTION 4

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, UN PIÈGE BIEN HUILÉ
L'éolien français est sans intérêt pour le climat, très coûteux, dommageable pour l'environnement et irrespectueux du droit.

ENTRETIEN 7

THIERRY LEPERCQ : **« UN SEUL AVENIR POSSIBLE : L'HYDROGÈNE »**
L'éolien a un bel avenir, mais hors de France, et pour fabriquer de l'hydrogène, appelé à remplacer le pétrole.

IDÉE REÇUE 8

UNE ÉNIGME DE NOTRE ÉPOQUE
Le développement de l'éolien ne peut qu'accroître les émissions de CO_2. Pourquoi nos gouvernants s'accrochent-ils à cette illusion ?

PRODUCTION D'ÉNERGIE 12

L'INTERMITTENCE NE FAIT PAS LE PRINTEMPS
L'éolien et le photovoltaïque ne peuvent pas se substituer aux centrales nucléaires ou thermiques.

ENTRETIEN 16

ANTOINE WAECHTER : **« LE TERRITOIRE FRANÇAIS EST LIVRÉ AUX SPÉCULATEURS DU VENT »**
En France, un recours massif à l'éolien accroîtrait les émissions de CO_2.

POLITIQUE 18

LE FIASCO DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ALLEMANDE
L'Allemagne a dépensé 160 milliards d'euros en cinq ans pour passer aux énergies renouvelables.

ENTRETIEN 26

DOMINIQUE FINON : **« LES ÉLITES CÈDENT À LA BIEN-PENSANCE »**
La réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité ne se justifie ni économiquement ni écologiquement.

ARGENT PUBLIC 30

BOOM DE L'OFFSHORE ANGLAIS, POUR UN COMBAT INCERTAIN
La Grande-Bretagne est devenue le plus grand marché mondial de l'éolien en mer. Mais le coût est élevé et l'objectif de la neutralité carbone loin d'être assuré…

ENTRETIEN 32

KATHERINE POUJOL : **« LES ÉOLIENNES POSÉES EN MER MENACENT LA BIODIVERSITÉ DE NOS CÔTES »**
L'éolien offshore n'a pas plus de justification que les éoliennes terrestres.

FRANCE 34

ET MAINTENANT, DES ÉOLIENNES FLOTTANTES !
Elles coûtent 5 à 6 fois plus cher que les éoliennes à terre et bénéficient du généreux financement de l'État.

ROYAUME-UNI 36

BATAILLES RANGÉES SUR LE SOL BRITANNIQUE
En Grande-Bretagne, le lobby antiéolien affronte un adversaire gargantuesque, adossé à une industrie mondiale.

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, UN PIÈGE BIEN HUILÉ

Le programme éolien français est sans intérêt pour le climat, très coûteux, dommageable pour l'environnement et irrespectueux du droit. Comment expliquer son statut de priorité nationale ?

OLIVIER POSTEL-VINAY

«Le soutien aux énergies renouvelables», communication de la Cour des comptes à la commission des finances du Sénat, mars 2018.

La « transition énergétique » va nous permettre à la fois de sortir du nucléaire, de ne plus dépendre du pétrole et du gaz, de lutter efficacement contre le changement climatique et d'engager une décentralisation de la production d'énergie. Tels sont les quatre arguments développés par les promoteurs des énergies renouvelables un peu partout dans le monde. Le concept est né en Allemagne au lendemain du deuxième choc pétrolier (1979). Là-dessus est arrivée la crainte du réchauffement climatique, devenu un enjeu mondial à partir de 1992 (sommet de Rio). Le vrai basculement s'est produit sous le gouvernement Schröder avec la loi de 2000 sur les énergies renouvelables, un modèle fondé sur des subventions (prix garantis), presque aussitôt suivi par la France. En 2001, la Commission de Bruxelles fixe des objectifs de renouvelables par pays. Depuis lors, la Commission n'a cessé de durcir ses injonctions, une étape clé étant le paquet énergie-climat de 2008, avec deux objectifs contraignants : réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre (par rapport à 1990) et porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'Union européenne. Ce dernier objectif est ensuite passé à 27 % puis, fin 2018, à 32 %. L'UE s'engage plus globalement à parvenir à la neutralité carbone en 2050 (équilibre entre les émissions et leur retrait de l'atmosphère). Une belle ambition, dont la Commission estime qu'elle devra mobilier des investissements « de 260 à 300 milliards d'euros par an ». Jusqu'ici, la France s'est alignée sur la position de Bruxelles.

Sans entrer dans tous les aspects de cette politique volontariste et controversée, le présent document se concentre sur la question de l'énergie éolienne. Celle-ci constitue en effet un excellent point d'entrée pour dévider la pelote de la transition énergétique, problématique d'une rare complexité.

Les différents arguments présentés convergent vers la même conclusion : au moins en France, promouvoir l'énergie éolienne repose sur un contresens. Elle est sans intérêt pour le climat, très coûteuse, dommageable pour l'environnement et attentatoire au bon fonctionnement de la démocratie.

Les éoliennes produisent de l'électricité, laquelle représente à peine plus de la moitié de l'énergie consommée en France *[lire « Une énigme de notre époque », p. 8]*. Or la production électrique est déjà largement décarbonée. Nous émettons dix fois moins de gaz carbonique (CO_2) par kilowattheure produit que la moyenne des pays européens. La raison est simple : 84 % de notre production d'électricité est le fait du nucléaire, qui émet très peu de CO_2 (encore moins que l'éolien), et de l'hydraulique, qui n'en émet pas du tout. Pour Antoine Waechter, ancien candidat écologiste à l'élection présidentielle, « l'éolien ne sert à rien » *[lire l'entretien p. 16]*. Un point de vue isolé ? Pas du tout. Pour Jean-François Carenco, président de la Commission de régulation de l'énergie, « le développement des énergies renouvelables électriques ne sert pas à diminuer les émissions de CO_2 ». La députée macroniste Marjolaine Meynier-Millefert, auteure d'un récent rapport d'enquête parlementaire, a déclaré sans ambages devant un conclave d'industriels de l'éolien : « La transition énergétique ne sert pas à la transition écologique. »

Les coûts environnementaux de l'éolien sont considérables : paysages défigurés, menace pour la faune aviaire, impacts sonores et visuels sur les riverains, risque de pollution des sols… Ici, en Bretagne.

© Vincent Isore/IP3

Les choses pourraient-elles changer ? Car décision est prise de faire passer la part du nucléaire de 75 % environ actuellement à 50 % d'ici à 2035 (la date a été reculée). Mais l'éolien peut-il vraiment contribuer à se substituer au nucléaire ? L'exemple de l'Allemagne permet d'en douter. Ce pays est le premier producteur d'énergie éolienne en Europe (un quart de la production d'électricité). Or l'Allemagne d'Angela Merkel – qui, après l'accident de Fukushima, s'est engagée dans un retrait complet du nucléaire d'ici à 2022 – est de loin le plus gros émetteur de CO_2 en Europe, et ces émissions n'ont pratiquement pas diminué depuis dix ans *[lire « Le fiasco de la transition énergétique allemande » p. 18].*

En cause, le défaut majeur de l'éolien (et du solaire) : l'intermittence. Quand il n'y a pas (ou trop) de vent, les éoliennes ne produisent rien. En règle générale, la production éolienne est très variable *[lire « L'intermittence ne fait pas le printemps », p. 12]*. Pour honorer la demande des consommateurs d'électricité – industries et particuliers –, il faut donc compenser par les installations traditionnelles, dites pilotables. Lesquelles doivent être mises en service dans un délai de quelques heures, voire quelques minutes. Comme l'Allemagne n'a presque plus de nucléaire et très peu d'hydraulique, ce sont les centrales à charbon et à gaz qui sont sollicitées. Par ailleurs, l'électricité des éoliennes doit être raccordée au réseau. Or celui-ci n'a pas été conçu pour relier les aérogénérateurs aux zones où les besoins en électricité sont les plus massifs. Il faut donc ériger de nouvelles lignes à haute tension ; en Allemagne, le problème est aigu car la plupart des éoliennes sont dans le Nord, venté, alors que le gros de la consommation d'électricité se trouve dans le Sud. Pour desservir les nouvelles installations éoliennes actuellement prévues un peu partout en France, il faudra aussi créer un nouveau réseau de haute et moyenne tension.

Selon l'ingénieur des Mines Fabrice Dambrine, « l'investissement que représentent les installations intermittentes ne peut que venir en complément et non en substitution des investissements dans les centrales pilotables ». Lors de la vague de froid de janvier 2017, il a même fallu remettre en service en catastrophe des centrales au fuel et au charbon que l'on avait jugé bon de fermer. Le projet d'éoliennes offshore dans la baie de Saint-Brieuc s'accompagne de la construction d'une centrale thermique à Landivisiau *[lire l'entretien avec Katherine Poujol, p. 32]*.

Les coûts cumulés de cette politique sont considérables. Selon le député Julien Aubert, ancien membre de la Cour des comptes qui présidait la commission d'enquête déjà évoquée, « l'addition des différents soutiens directs à l'éolien représente de 72,7 à 90 milliards d'euros : 9 milliards depuis le début des années 2000, 45 milliards pour des contrats en cours d'exécution ou conclus mais non encore honorés », auxquels il faut ajouter « de 18,7 à 36 milliards pour l'impact budgétaire des engagements à souscrire pour atteindre les objectifs ».

De son côté, l'inspecteur des finances Patrice Cahart a comparé le coût ●●●

probable d'une prolongation du tiers du parc nucléaire qu'on entend « sacrifier » au coût probable de son remplacement par des renouvelables (à l'horizon 2035). Il estime le premier à 27 milliards d'euros, le second à 119 milliards, dont 65 milliards pour l'éolien terrestre et 12 milliards pour l'éolien offshore – hors éoliennes flottantes *[lire « Et maintenant, des éoliennes flottantes ! », p. 34]*. Encore ces coûts n'intègrent-ils pas l'extension du réseau électrique, le démantèlement des centrales et l'indemnisation d'EDF pour leur fermeture prématurée *[lire p. 10]*. Pour l'économiste de l'énergie Dominique Finon, « rien ne justifie économiquement » l'objectif désormais affiché de faire monter la part des renouvelables à 40 % de la production d'électricité *[lire l'entretien p. 26]*.

Les coûts environnementaux ne sont pas moins considérables. Plusieurs livres et rapports récents les détaillent : paysages défigurés, même dans certains parcs naturels, atteintes à des sites classés, menaces pour la faune aviaire (dont des espèces protégées) et, concernant l'offshore, pour les ressources halieutiques *[lire p. 32]*, emprises au sol démesurées *[lire p. 28]*, impacts sonores et visuels sur les riverains (troubles du sommeil). Si l'on ajoute à cela le cycle de fabrication, les risques de pollution des sols (métaux lourds) et l'épineuse question du démantèlement (la durée de vie moyenne d'une éolienne est de vingt ans), on aboutit à un bilan écologique négatif[1].

La passion pour l'éolien qui anime nos décideurs se traduit en outre par une accumulation croissante d'entorses aux principes généraux du droit dans une démocratie respectueuse de ses citoyens. Les aérogénérateurs sont dispensés de permis de construire *[lire p. 16]*. La distance minimale entre les éoliennes et les habitations est restée fixée à 500 mètres, alors que les aérogénérateurs ont triplé de volume ou davantage. Les études d'impact sont laissées aux bons soins des promoteurs *[lire p. 32]*. Un arrêté du 26 août 2011 autorise ces derniers à ne pas tenir compte du Code de la santé en matière d'émissions sonores. Pour dissuader les riverains de déposer un recours, un décret du 29 novembre 2018 empêche les associations de défense d'accéder au juge de première instance. Un décret du 24 décembre 2018 sur les enquêtes publiques prévoit de supprimer le commissaire enquêteur au profit d'une simple consultation sur Internet. Enfin, les promoteurs ne sont pas tenus d'acheter les parcelles sur lesquelles ils installent les aérogénérateurs, ce qui leur permet, le cas échéant, de laisser le gros de la charge du démantèlement à venir au propriétaire du terrain, souvent un agriculteur, qui n'en est pas informé et n'aura pas les moyens d'y faire face.

Depuis les années 2000, les engagements publics dans le développement de l'éolien représentent 72,7 à 90 millions d'euros. Ici, transport des éléments d'une éolienne dans le Pas-de-Calais.

Rien ne justifie l'objectif de faire monter la part des renouvelables à 40 % de la production d'électricité.

« Faute d'avoir établi une stratégie claire et des dispositifs de soutien stables et cohérents, le tissu industriel français a peu profité du développement des énergies renouvelables », observe la Cour des comptes dans un second rapport très critique sur le sujet, publié en 2018. C'est un euphémisme. Dans un petit ouvrage qui vaut le détour, Hervé Machenaud, ancien directeur de la branche Asie-Pacifique d'EDF, explique comment la rencontre entre deux idéologies, celle d'un écologisme doctrinaire et celle d'un libéralisme obsédé par la mise en concurrence des acteurs (« l'idéologie dérégulatoire »), a abouti, en promouvant les renouvelables, à engendrer une surcapacité de la production électrique, provoquant une cascade d'effets pervers qui vont de la mise en péril de l'industrie française de l'énergie à l'aggravation de la précarité énergétique pour les plus démunis[2]. C'était avant la crise des Gilets jaunes… En termes d'emplois, le risque est sans commune mesure avec les quelque milliers de postes créés par l'éolien (les aérogénérateurs sont importés). Comme d'autres, Hervé Machenaud montre aussi que l'idée d'une décentralisation de la production électrique est une illusion de plus puisque les renouvelables doivent nécessairement alimenter le réseau national.

Si donc rien ne justifie le programme éolien français au regard de la lutte contre le réchauffement climatique et au regard de l'économie, s'il est préjudiciable à l'environnement, s'il justifie des entorses au respect du droit, comment comprendre qu'il reste considéré comme une priorité nationale ? ■

1. On peut lire, entre autres, Pierre Dumont et Denis de Kergorlay, *Éoliennes : chronique d'un naufrage annoncé* (François Bourin, 2018) ; Jean-Louis Butré, *Éolien, une catastrophe silencieuse* (L'Artilleur, 2017) ; Fabien Bouglé, *Éoliennes. La face noire de la transition écologique* (Éditions du Rocher, 2019).

2. *La France dans le noir*, Les Belles Lettres, 2017, réédité en 2019.

© Leligny / Andia.fr

THIERRY LEPERCQ : « UN SEUL AVENIR POSSIBLE : L'HYDROGÈNE »

En France, la ressource éolienne n'est pas bonne : les régimes de vent à terre et les côtes se prêtent mal à l'offshore. L'éolien a un bel avenir, mais hors de France, et pour fabriquer de l'hydrogène, appelé à remplacer le pétrole.

Thierry Lepercq a été directeur général adjoint d'Engie, où il était chargé de la recherche et technologie et de l'innovation. Il a fondé la société Soladvent.

Hydrogène, le nouveau pétrole, Le Cherche midi, 2019, 192 p.

L'avenir de l'éolien, c'est l'hydrogène, écrivez-vous. Comment cela ?
L'éolien et le solaire ont deux limites. Premièrement, ce sont des énergies électriques. Or l'électricité ne représente que 20 % de notre consommation énergétique. Pour l'industrie, le chauffage et les transports, on recourt plutôt à d'autres sources d'énergie. En outre, l'électricité est difficile à transporter et à stocker. Deuxièmement, ce sont des sources d'énergie variables. Or la sécurité d'approvisionnement exige de disposer d'énergies pilotables en fonction de la demande. La production d'hydrogène par électrolyse de l'eau – pour autant qu'elle soit économique – permet de répondre à ces problèmes : on peut dès lors disposer d'une énergie universelle, transportable et stockable, à même de se substituer aux combustibles fossiles dans tous leurs usages, en réutilisant les infrastructures existantes.

Selon vous, le nucléaire, c'est fini. Vraiment ?
L'énergie nucléaire a connu un pic en 2006 – bien avant Fukushima –, mais sa part dans le mix énergétique mondial a baissé de 20 % depuis. En 2019, le nombre de réacteurs en construction dans le monde est passé sous la barre des 10 pour la première fois depuis 1955. Pourquoi ? D'abord parce que les coûts se sont envolés : le contrat de la centrale de Hinkley Point, en construction au Royaume-Uni, stipule un prix de 102 livres par mégawattheure (soit, en valeur actuelle, 120 euros), huit fois plus que ce que stipulent de grands appels d'offres solaires comme celui qui a été attribué au Portugal en août dernier. Par ailleurs, avec l'évolution de la réglementation et de la perception des risques, ces projets sont devenus infinançables par le secteur privé. Pour autant, si le nouveau nucléaire est vraiment fini, ça ne veut pas dire qu'il faille se précipiter pour fermer les réacteurs existants.

Vous dites qu'il faut arrêter totalement l'éolien en France. Y compris en mer ? Quels sont vos arguments ?
Le problème, avec les débats sur l'énergie, c'est qu'ils virent souvent à l'émotionnel. Or, l'énergie, c'est d'abord un système qui doit répondre à trois critères objectifs : sécurité, compétitivité et décarbonation. C'est aussi une ressource qui doit être abondante et peu chère : c'est pour cela qu'on produit du pétrole en Arabie saoudite et pas en France. Or la ressource éolienne en France n'est pas bonne : les régimes de vent à terre sont très inférieurs à ceux de la Scandinavie et du Maroc. Les gisements offshore sont un peu meilleurs, mais la configuration géographique augmente les coûts (sauf en mer du Nord), à cause de l'exposition à la houle atlantique et d'une nature de fonds marins peu propice à cette activité. Si on ajoute les coûts inhérents au système administratif français, notre ressource éolienne ne peut pas être compétitive, et cela se reflète dans les prix des appels d'offres, bien plus élevés en France. Autant importer de l'éolien, par exemple sous forme d'hydrogène !

D'après vous, nous nous dirigeons vers une « civilisation de l'hydrogène ». Est-ce réaliste ?
Nous vivons depuis un siècle et demi dans la civilisation du pétrole, qui nous a apporté d'immenses bienfaits en matière de niveau de vie et de capacité à nous déplacer. Je parle de civilisation parce que cela associe un mode de vie – la société de consommation – à un rapport de dépendance avec une ressource et ceux – pays et entreprises – qui la contrôlent. Avec le changement climatique, cette civilisation arrive à son terme et une nouvelle se profile. Elle se fondera sur des ressources renouvelables – le soleil et le vent –, quasi illimitées, infiniment mieux réparties et que personne ne contrôle réellement. De même, personne ne contrôle la technologie éprouvée et bicentenaire de l'électrolyse, qui permet de transformer ces énergies en hydrogène à même de se substituer en tout aux combustibles fossiles. Comme pour l'eau potable, ce seront les territoires, rassemblés autour de régies ou de contrats de concession à long terme, qui détiendront le pouvoir. En somme, une énergie démocratique et émancipatrice ! ■

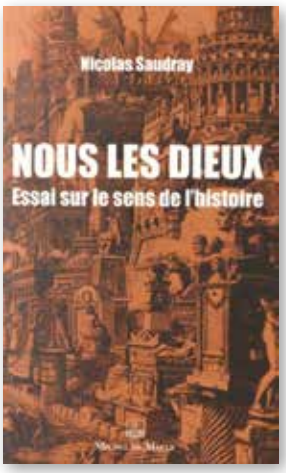
— Propos recueillis par *Books*

IDÉE REÇUE

UNE ÉNIGME DE NOTRE ÉPOQUE

À moins que le programme nucléaire reprenne, le développement de l'éolien ne peut que se traduire par une consommation accrue de gaz, combustible polluant qui dépend de la bonne volonté russe. Loin de se réduire, les émissions de CO_2 vont s'accroître. Pourquoi nos gouvernants et les Verts s'accrochent-ils à cette illusion ?

PATRICE CAHART.



LE LIVRE
Nous les dieux. Essai sur le sens de l'histoire, éditions Michel de Maule, 2015, 928 p.

L'AUTEUR
Nicolas Saudray est le pseudonyme du haut fonctionnaire français Patrice Cahart, auteur de romans, d'essais et de pièces de théâtre. *L'Auberge des trois empires* (éditions Michel de Maule, 2016) est son dernier ouvrage paru.

Je suis un écologiste. Je suis d'accord avec les Verts sur la plupart des points qu'ils défendent : économies d'énergie, lutte contre les déchets plastiques, sauvegarde des haies, protection de la biodiversité et notamment de la faune volante… Mais, sur l'éolien, ils commettent à mon sens une lourde erreur. On justifie habituellement l'éolien par la lutte pour le climat. Les gouvernements successifs et les chefs de file des Verts ont laissé cette croyance s'implanter. Dans le cas de la France, c'est une hérésie.

Notre électricité est déjà presque exempte de carbone. Lorsque les centrales nucléaires ne sont pas à l'arrêt pour contrôle, la part des sources fossiles (gaz surtout) dans notre production de courant est de l'ordre de 4 %. Elle ne peut tomber plus bas en raison de l'extrême intermittence de l'éolien terrestre et du photovoltaïque, qui oblige les responsables du réseau à se tourner vers des turbines à gaz pour compenser. En effet, les éoliennes sont en panne quand le vent est faible, on doit les arrêter quand il souffle trop fort et, le reste du temps, elles tournent le plus souvent au ralenti. En France, elles ne fonctionnent en moyenne qu'à 21 % de leur capacité.

Certains ont tenté de parer à cette objection par la « théorie du foisonnement ». Notre pays serait partagé en trois zones – Manche, Atlantique, Méditerranée – dont les irrégularités de vent se compenseraient. En réalité, les deux premières zones sont proches, et il arrive que l'ensemble du pays se retrouve à peu près sans vent – notamment en période de grand froid, où la consommation atteint son maximum *[voir la carte p.14]*. En pareil cas, il serait fort imprudent de compter sur un approvisionnement provenant de l'extérieur, car nos voisins sont sujets aux mêmes aléas, et trois d'entre eux – l'Allemagne, la Belgique et la Suisse – veulent à la fois abandonner le nucléaire et fermer leurs centrales à charbon. Ils seront de plus en plus demandeurs d'électricité française, et non l'inverse. Les consommateurs doivent être alimentés de façon régulière. Dès lors, et sous réserve de ce que je dirai du nucléaire, le développement de l'éolien terrestre ne peut se traduire que par une consommation accrue de gaz, combustible polluant qui dépend de la bonne volonté russe. Loin de se réduire, les émissions de CO_2 vont s'accroître.

Cette impuissance écologique des éoliennes est depuis peu reconnue à un niveau politique élevé. Voici ce que Marjolaine Meynier-Millefert (députée La République en marche et rapporteure de la commission d'enquête sur l'impact économique industriel et environnemental des énergies renouvelables, sur la transparence des financements et sur l'acceptabilité sociale des politiques de transition énergétique) a déclaré devant les industriels lors du X[e] Colloque national éolien, le 16 octobre 2019 : « Le jour où les gens vont vraiment comprendre que cette transition énergétique ne sert pas à la transition écologique, vous aurez une réaction de rejet de ces politiques, disant : "Vous nous avez menti." »

Malgré ces évidences, notre programmation pluriannuelle d'énergie prévoit, de fin 2018 à fin 2023, une progression de 60 % de la puissance éolienne installée. Les suppléments de courant ne réduiront en rien les émissions de CO_2 de notre pays. Ils devront être vendus à perte sur les marchés extérieurs. Ces derniers temps, les cours ont

Une éolienne érigée en février 2012 sur le site du Carnet (Loire-Atlantique). D'ici à 2035, l'investissement dans la production d'énergies renouvelables pourrait coûter 119 milliards d'euros.

© Stephane Mahe / Reuters

oscillé entre 8 et 50 €/MWh (euros par mégawattheure). Par le biais de taxes, les consommateurs français d'énergie paient le complément nécessaire pour parvenir à la recette de 74,80 € (plus indexation) garantie aux exploitants. Un véritable gâchis.

Tout cela, les chefs de file des Verts le savent. Leur véritable motif pour pousser l'éolien terrestre est leur espoir de remplacer le nucléaire. Mais comment une énergie aussi intermittente, aussi capricieuse pourrait-elle en remplacer une autre qui est disponible à volonté ? Des espoirs ont été placés dans un développement du stockage de l'électricité : ainsi, les pointes de la production éolienne serviraient à l'électrolyse de l'eau, et donc à une production d'hydrogène – combustible ou carburant – disponible en cas de besoin. Mais aucun procédé de stockage d'électricité n'est actuellement rentable à grande échelle. Le temps qu'on en mette un au point, les éoliennes implantées aujourd'hui, dont la vie programmée est de vingt ans, seront très probablement hors d'usage.

Sans pouvoir ici brosser un tableau d'ensemble des perspectives du nucléaire civil, je signale que de nombreux pays – la Chine, l'Inde et même les États-Unis – ont lancé de nouveaux chantiers dans ce domaine. L'un des hommes les mieux informés du monde, Bill Gates, estime que le nucléaire est le seul, grâce à sa masse, à pouvoir réellement décarboner l'énergie. À la suite d'erreurs diverses, la construction de l'EPR de Flamanville déçoit beaucoup en termes de calendrier et de coûts. Mais, en Chine, les deux centrales de Taishan récemment entrées en service – et dont la technologie, d'inspiration franco-américaine, est très proche – fonctionnent de manière satisfaisante[1]. Le nucléaire n'est aucunement une technique dépassée.

Son véritable problème, plus psychologique que technique, est le traitement des déchets radioactifs de longue durée. Selon le projet Cigéo de Bure (Meuse), ces déchets seraient stockés à 500 mètres de profondeur sous une couche d'argile qui date de plusieurs centaines de millions d'années et qui, étant donné la très faible sismicité de la région, n'a pratiquement pas bougé depuis l'origine. Le risque d'une remontée de déchets ou d'eau radioactive est donc des plus minimes. Néanmoins, les populations s'inquiètent. Et les Verts manifestent.

Le projet français Superphénix visait à réutiliser les déchets nucléaires comme combustible dans des « surgénérateurs ». Le problème des déchets aurait été en grande partie réglé. Sous la pression des Verts (dont l'un des militants était allé jusqu'à tirer au lance-roquettes sur le site, en 1982), le gouvernement Jospin a abandonné en 1997 ce projet pour lequel plusieurs milliards d'euros avaient déjà été dépensés. Il a été repris récemment sous une autre forme, celle du projet Astrid. Mais, au ●●●

1. Les réacteurs de Taishan sont le résultat d'une collaboration entre EDF, Areva et le chinois CGNPC.

••• printemps 2019, celui-ci a lui aussi été abandonné, en catimini cette fois. Par bonheur, les États-Unis et la Russie, plus clairvoyants que la France, poursuivent leurs recherches dans cette direction. Nous serons sans doute trop heureux, dans quelques années, de leur acheter leur technique.

Les réacteurs français les plus anciens, ceux de Fessenheim, viennent de dépasser leur quarantième anniversaire. Contrairement à ce qu'on essaie de nous faire croire, ce n'est pas un âge canonique. Aux États-Unis, l'autorité compétente a donné son accord pour que 89 des 97 réacteurs américains, d'une conception très proche de celle des nôtres, fonctionnent pendant soixante ans. Pour deux d'entre eux (à Turkey Point, en Floride), la durée de la licence d'exploitation vient d'être portée à quatre-vingts ans.

En vue de se concilier les Verts, le gouvernement français a repris en partie leur objectif, avec l'accord du Parlement. La production nucléaire ne sera pas supprimée mais ramenée, d'ici à 2035, à 50 % de la production au lieu des 75 % actuels en année normale. D'où l'abandon prématuré d'un tiers de notre potentiel nucléaire, qui serait remplacé essentiellement par l'éolien et le photovoltaïque. Justifications présentées : « Il faut diversifier nos sources d'électricité. » Mais, en quarante ans, la France n'a connu aucun incident nucléaire. Sa technique est bien plus sûre que celle de Tchernobyl ou de Fukushima. Les structures de béton japonaises ont d'ailleurs résisté au séisme ; l'accident est dû au tsunami qui a noyé les installations de refroidissement. La France, aussi loin que remontent ses archives, n'a jamais connu de raz de marée.

Au demeurant, notre potentiel électrique est déjà diversifié : le nucléaire n'en constitue que la moitié. S'il assure les trois quarts de la production d'électricité, c'est en raison de l'intermittence de l'éolien et du photovoltaïque. La mise en service d'une centrale de troisième génération (Flamanville 3) et quelques années plus tard, espérons-le, de quatrième génération (surgénérateurs d'origine américaine ou russe) accroîtra la diversité. Soucieuse de sauver les meubles, EDF a adhéré au programme ramenant le nucléaire à 50 % de la production électrique. Cela signifie que le nucléaire sera le complément de l'éolien et du photovoltaïque ; il sera chargé de pallier leur intermittence. Cette solution devrait éviter de trop faire appel au gaz, mais elle maximise le coût des investissements. À celui des travaux de sécurité sur les centrales nucléaires va s'ajouter celui de nombreuses installations éoliennes ou photovoltaïques à créer de toutes pièces.

Un chiffrage est ici nécessaire. Les comparaisons des « coûts complets » du nucléaire et des renouvelables n'ont pour les quinze à vingt prochaines années qu'un intérêt limité, car, dans le premier cas, ce coût est déjà en grande partie amorti, tandis que, dans le second, l'essentiel reste à faire. De surcroît, Flamanville 3 n'est qu'un prototype mal conduit ; on peut espérer que les ouvrages de série coûteront beaucoup moins cher. Malgré ces incertitudes, les spécialistes pensent que le courant électrique de la troisième génération nucléaire vaudra à peu près autant que celui de l'éolien terrestre, et beaucoup moins que celui de l'éolien en mer. Mais la comparaison est boiteuse, car le courant nucléaire, disponible à tout moment et donc « pilotable », est de bien meilleure qualité que le courant éolien, qui dépend des caprices du vent et est donc « fatal ». Plus concrète est l'approche en termes d'investissements futurs. Combien de milliards nous coûterait la prolongation, à l'exemple des États-Unis, de ce tiers du parc nucléaire que l'on veut sacrifier ? Et combien de milliards nous coûterait son remplacement par des renouvelables ? Selon la Cour des comptes, les dépenses d'EDF permettant la prolongation de l'ensemble des centrales nucléaires (maintenance et « grand carénage ») atteignent, sur la longue durée 4,8 milliards d'euros par an. Soit, pour la période 2019-2035, 82 milliards d'euros. Comme la comparaison porte sur le tiers des centrales, ce chiffre est à diviser par trois, soit 27 milliards d'euros. S'agissant des renouvelables qui remplaceraient cette partie de la production nucléaire, j'ai admis, conformément aux tendances actuelles, quelque deux tiers d'éolien, un tiers de photovoltaïque et (pour de petits montants) d'autres formes d'énergie. Ces renouvelables devraient fournir 133 TWh (térawattheures, ou millions de mégawattheures) actuellement produits par le nucléaire[2]. Soit 89 TWh pour l'éolien et 44 TWh pour le photovoltaïque (ainsi que pour les autres sources).

Le nucléaire sera le complément de l'éolien et du photovoltaïque ; il sera chargé de pallier leur intermittence.

Commençons par chiffrer l'éolien « posé » en mer. Selon les prévisions actuelles, on en installerait, d'ici à 2035, 3 000 MW (mégawatts), qui fonctionneraient en moyenne 2 978 heures par an. D'où une production annuelle de 8,9 TWh, que j'arrondis à 9 TWh. Pour le montant de l'investissement unitaire, je m'en remets à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), l'organisme public chargé de promouvoir les renouvelables. J'obtiens ainsi un investissement de 12 milliards d'euros. Par différence, l'éolien terrestre doit fournir 80 TWh (ou 80 millions de mégawattheures), donc l'essentiel. Une puissance de 1 MW terrestre, utilisée seulement 1 840 heures par an en moyenne, produit 1 840 MWh. La puissance à implanter est donc de 43 500 MW. Sur la base, là encore, des indications de l'Ademe, le coût de cet investissement s'élèverait à 65 milliards d'euros.

Restent le photovoltaïque et, à titre tout à fait accessoire, les autres sources renouvelables, qui doivent fournir ensemble 44 TWh (ou 44 millions de mégawattheures). Les installations fonctionnent en moyenne 1 051 heures par an. En moyenne, 1 MW produit donc 1 051 MWh. La puissance à implanter est donc de 42 000 MW, ce qui correspond à un investissement de 42 milliards d'euros – le coût unitaire étant estimé à 1 million d'euros, compte tenu des baisses de prix chinoises.

Toutes sources réunies, l'investissement en renouvelables atteindrait ainsi un montant de 119 milliards d'euros. Le surcoût par rapport au nucléaire, pour la période 2019-2035, serait de

2. 1 térawatt (TW) égale 1 000 gigawatts (GW), 1 million de mégawatts (MW) et 1 milliard de kilowatts (kW).

92 milliards d'euros. La comparaison est d'autant plus criante que les 27 milliards d'euros d'investissement nucléaire seraient constitués pour l'essentiel de ressources d'origine française, tandis que les 119 milliards des renouvelables correspondraient principalement à un approvisionnement provenant de l'extérieur et à des salaires de monteurs venus de l'étranger.

Ces chiffres ne constituent qu'une première approximation. D'autres charges viennent alourdir encore la barque des renouvelables, au risque de la faire couler. Il faudrait créer, pour desservir ces éoliennes et ces capteurs photovoltaïques dispersés sur l'ensemble du territoire, un nouveau réseau à haute et moyenne tension, alors que, dans le cas du nucléaire, la desserte existe déjà ; d'où des coûts financier, psychologique et même sanitaire élevés. Il faudrait indemniser EDF pour la fermeture prématurée de centrales nucléaires encore utilisables pendant vingt voire quarante ans. Il faudrait supporter dès maintenant des coûts de démantèlement nucléaire considérables, alors qu'en les retardant de vingt ans – voire de quarante – on les rendrait beaucoup plus légers, par l'effet de ce traitement bien connu des économistes qu'est l'actualisation[3]. Dilapidée au profit de l'éolien, sans bénéfice pour le climat, cette masse d'argent manquera aux actions utiles (isolation raisonnable, mise en place d'un réseau d'alimentation des voitures et des deux-roues électriques…). J'insiste sur le coût des installations de secours, rendues nécessaires par l'intermittence des renouvelables.

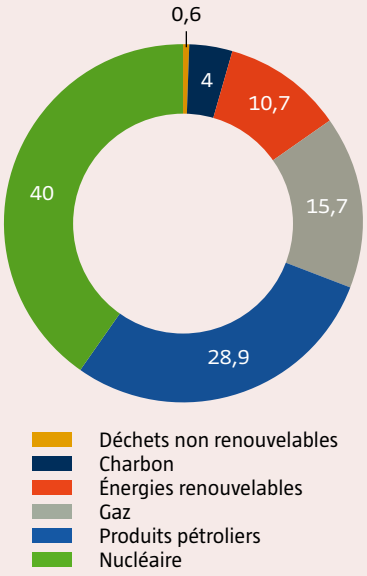
Si le programme pluriannuel est vraiment appliqué, notre production électrique de 2035 proviendra à 50 % du nucléaire, à 10 % de l'hydroélectricité (comme aujourd'hui) et à 40 % d'autres renouvelables. Or l'apport de ces derniers peut être parfois proche de zéro – notamment lors de grand froid sans vent, après la tombée de la nuit, alors que la consommation atteint son maximum. Si l'on veut faire face à ces situations sans recourir au gaz, il faut que le nucléaire, censé être désormais le complément des renouvelables, fournisse les 40 % manquants. Sa contribution se trouverait portée à 90 % de la production – contre 75 % aujourd'hui. Au lieu de diminuer, le potentiel nucléaire devrait fortement augmenter ! À l'évidence, on ne le permettra pas. Le discours officiel sur l'évolution de l'énergie est donc en grande partie un leurre. Elle s'effectuera dans une large mesure (au moins en termes de potentiel de production) au profit du gaz, russe et polluant. En raison de son mariage forcé avec le gaz, l'éolien est une fausse énergie renouvelable, une fausse énergie propre.

On m'autorisera ici une parenthèse. L'expression si ressassée d'« énergies renouvelables » a un contenu fort hétérogène. À côté de l'hydroélectricité, énergie en majeure partie pilotable qui recueille l'approbation générale, on y trouve l'éolien, non pilotable, coûteux et catastrophique pour le cadre de vie. Quant au nucléaire, il sera lui aussi renouvelable quand les surgénérateurs de quatrième génération entreront en scène. Le terme d'énergie renouvelable est un manteau dans lequel on enveloppe l'éolien pour qu'il puisse continuer d'avancer. Il serait temps de dissiper la confusion. La nocivité de l'éolien pour l'environnement est donc manifeste, son coût écrasant, son utilité pour le climat nulle. Il poursuit pourtant son avancée triomphale. À cette fin, les principes de la démocratie sont piétinés. Dans toutes les enquêtes publiques, l'opposition au projet est fortement majoritaire. Néanmoins, presque chaque fois, le commissaire enquêteur rend un avis favorable que le préfet s'empresse de suivre. On voit même des préfets imposer des éoliennes à des communes qui n'en veulent pas. Un décret a supprimé le premier niveau de recours, celui des tribunaux administratifs, enfreignant ainsi le principe européen des deux degrés de jugement, auquel on ne peut déroger que pour des enjeux mineurs. Un autre décret, appliqué à titre d'expérience dans les Hauts-de-France et en Bretagne, remplace les enquêtes publiques par des consultations au rabais.

Ce violent paradoxe s'explique par une coalition de trois éléments en faveur de l'éolien. D'abord, un groupe de pression puissant et bien organisé – étranger, dans une large mesure – qui a ses entrées dans les ministères. Ensuite, les bobos, devenus, semble-t-il, la classe dominante de notre pays, qui se croient bien informés alors qu'ils ne le sont pas et se trouvent dans leurs villes, dont Paris, à l'abri des inconvénients de l'éolien. Enfin, la masse des naïfs, que l'on a endoctrinés et qui, en d'autres temps, seraient partis en croisade.

Face à cette tyrannie provenant des villes, la population des campagnes (ruraux et néoruraux) devrait être soudée. Elle ne l'est pas, car beaucoup d'élus locaux sont prêts à vendre leur âme au diable pour que leur commune touche un peu d'argent. Notre président est trop intelligent pour ne pas avoir compris l'inutilité et même la nocivité de l'éolien. Il encourage néanmoins sa progression. Sans doute espère-t-il acheter ainsi la paix avec les Verts. Erreur de calcul : en 2022, de toute façon, les Verts seront contraints de voter pour lui afin de barrer la route à Marine Le Pen. Il n'a pas besoin de les payer si cher.

D'OÙ VIENT L'ÉNERGIE CONSOMMÉE ?



Le nucléaire, le pétrole, le gaz et le charbon représentent 88,6 % de l'énergie consommée en France (données 2017). Source : ministère de la Transition écologique et solidaire, Datalab 2019.

— **Patrice Cahart** est inspecteur général des Finances honoraire. Il a terminé sa carrière au service de l'État comme conseiller en service extraordinaire à la Cour de cassation.
— **Cet article a été écrit pour *Books*.**

3. L'application sur vingt ans d'un taux d'actualisation de 10 %, par exemple, réduit une dépense de 86 %.

L'INTERMITTENCE NE FAIT PAS LE PRINTEMPS

Pour la production d'électricité, l'éolien et le photovoltaïque ne peuvent pas se substituer aux centrales nucléaires ou thermiques. Compte tenu de l'état actuel des technologies, ils ne peuvent que les compléter. La question est de savoir à partir de quel seuil ils sont économiquement rentables et écologiquement efficaces.

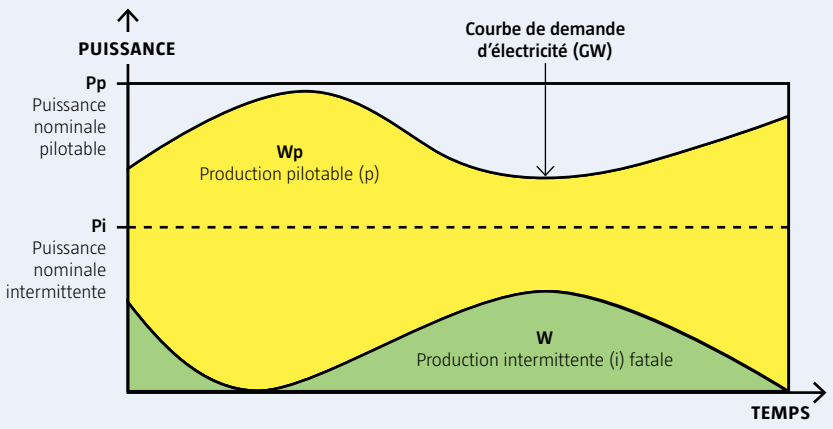
FABRICE DAMBRINE.

LE LIVRE
Annales des Mines – Responsabilité et environnement n° 93, janvier 2019, 120 p.

On n'y pense pas toujours : quand on veut utiliser de l'électricité, on ne demande pas de l'énergie – des kilowattsheures (kWh) –, mais de la puissance – des kilowatts (kW). Cette distinction est fondamentale pour comprendre l'équilibre d'un système électrique : quand on presse un interrupteur, quand on monte dans un train, dans un métro ou même dans un ascenseur, quand on branche un grille-pain ou une machine à laver, quand on a besoin de son radiateur ou de son climatiseur, quand on veut que les usines produisent ou quand on va se faire soigner à l'hôpital, on s'attend tous, sans en être réellement conscients, à ce que, quelque part dans le système électrique, un petit bout de centrale entende notre appel et réponde instantanément : « Présent, voici la puissance demandée ! »

En pratique, tout système de production électrique comprend désormais des installations pilotables[1], dont on peut augmenter ou diminuer sur commande la puissance électrique, et des installations intermittentes non pilotables, dont la puissance fournie est tributaire du vent ou du soleil. La production des installations intermittentes ne coïncide pas nécessairement à tout instant avec la puissance demandée par les consommateurs. Aussi, tant que l'on ne saura pas maîtriser le stockage de l'électricité à grande échelle – ce qui est encore le cas aujourd'hui –, les installations pilotables devront assurer l'équilibre offre-demande, en adaptant en permanence leur propre production à la demande

PILOTABLE ET INTERMITTENT : UN PAS DE DEUX



En temps réel, la production des énergies intermittentes « fatales » a un impact sur celle des énergies non renouvelables « pilotables » (nucléaire et thermique). Source : *Annales des Mines – Responsabilité et environnement* (n° 93)

Décarbonnée et rentable, l'électricité nucléaire peut à elle seule satisfaire la demande des consommateurs. Ici, le site de Hinkley Point C (Angleterre) lors de sa construction, en 2019.

d'électricité des consommateurs diminuée de la production des sources intermittentes ; sauf, bien sûr, si l'on accepte des coupures d'électricité en attendant le retour de la production des sources intermittentes, comme au temps de la marine à voile, où l'on devait attendre que le vent se lève pour appareiller. Je crains toutefois que les Français ne soient pas tous prêts à cela.

En termes économiques, le principal avantage des énergies renouvelables (EnR) intermittentes est qu'elles affichent un coût marginal de production nul puisque l'eau, le vent et le soleil sont gratuits, à l'inverse du charbon, du pétrole, du gaz ou de l'uranium, qui sont nécessaires à l'alimentation des centrales thermiques pilotables[2]. Il est donc logique de donner la priorité aux EnR sur les autres sources d'énergie, et c'est bien ce qui se fait en pratique !

Cependant, contrairement à une idée souvent répandue, les sources non pilotables, comme l'éolien ou le photovoltaïque, peuvent aussi connaître des variations de production très importantes et très rapides en fonction des conditions météorologiques : situation anticyclonique qui limite parfois la production d'énergie éolienne à quelques pourcents du nominal, nuages qui restreignent la production d'énergie photovoltaïque (sans parler des variations de la longueur du jour suivant les saisons). Plus le réseau interconnecté sera géographiquement étendu, moins les fluctuations seront grandes, mais certaines limites physiques demeureront infranchissables[3].

Comme le montre le schéma de la page ci-contre, dès que la production d'EnR ne correspond plus à la fluctuation de la demande d'électricité, les installations pilotables doivent être davantage sollicitées pour assurer le bouclage de l'équilibre offre-demande.

Le schéma suivant (p. 14, en haut) donne la variation de la production électrique fournie par l'ensemble des éoliennes en France en janvier et en septembre 2017. On constate sur ces deux mois, qui n'ont rien de particulier, l'extrême variabilité de la production éolienne ainsi que la grande rapidité des variations. Et cela bien que la France ait la chance de bénéficier de plusieurs régimes de vent dont on pourrait penser qu'ils se compensent : en septembre 2017, sur quelques jours, la puissance électrique effectivement fournie par l'ensemble des éoliennes en France a varié entre 1,7 % de la puissance nominale, autrement dit presque zéro (196 MW), et 81 % de la puissance nominale (9 455 MW), soit un rapport de 1 à 48 ! On observe les mêmes phénomènes avec d'autres relevés, ce qui démontre qu'en réalité on ne peut pas compter sur un foisonnement des vents qui garantirait en permanence une puissance minimale (p. 14, au centre).

Une autre manière d'illustrer cette variabilité de la production d'énergie éolienne ou photovoltaïque, par ●●●

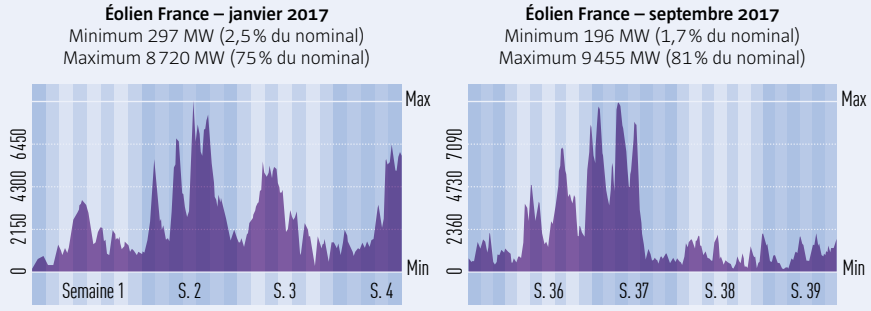
1. Centrales hydrauliques à réservoirs (y compris stations de transfert d'énergie par pompage) ; turbines à combustion ; centrales à gaz à cycle combiné ; centrales nucléaires ; centrales à charbon ou au fioul, etc.

2. Le coût marginal de production est le coût induit par la production d'une unité supplémentaire, toutes choses égales par ailleurs.

3. Par exemple, lorsqu'il fait nuit sur l'ensemble de l'Europe, il n'y a pas de production photovoltaïque sur le continent.

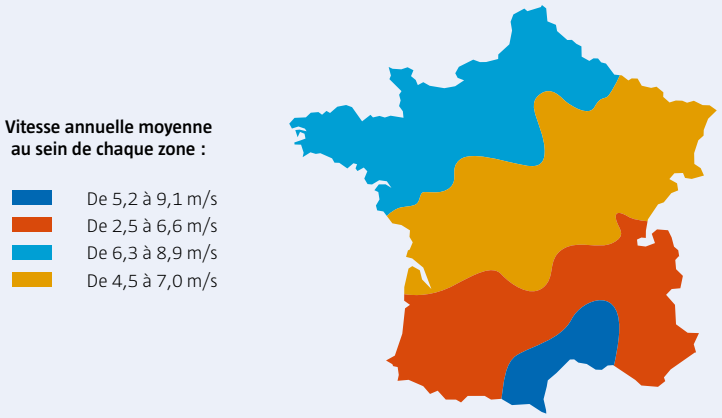
© Ben Birchall/PA Wire/ABC/Andia.fr

QUAND LE VENT BAISSE…



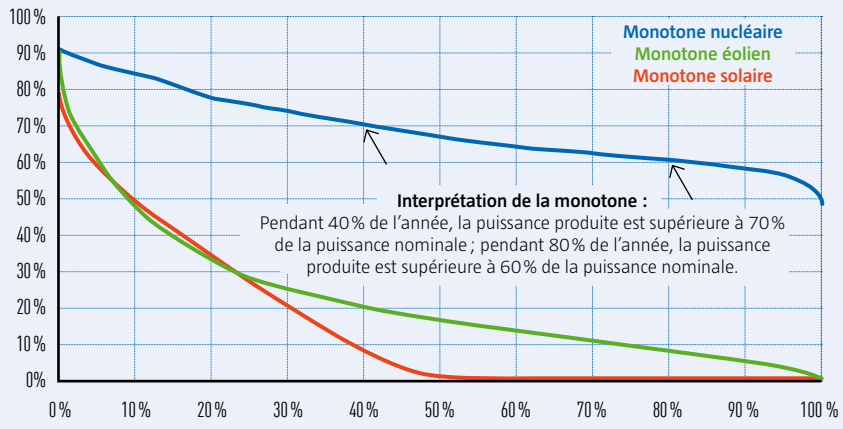
La production d'énergie éolienne dépend beaucoup de la météo. Ici, les variations observées en janvier et en septembre 2017. Source : *Annales des Mines – Responsabilité et environnement* (n° 93)

LES VENTS EN FRANCE



On distingue quatre zones de vitesse moyenne annuelle. Le Languedoc-Roussillon vient en tête, suivi par l'ensemble Bretagne-Normandie-Picardie. Source : RTE (rapport Aubert, p. 57)

AVANTAGE AU NUCLÉAIRE



L'analyse sur l'année du rapport entre la puissance produite et la puissance nominale donne un avantage écrasant au nucléaire sur le photovoltaïque et l'éolien.

••• opposition à des sources pilotables comme l'électricité nucléaire, est de tracer la « monotone » de puissance sur une année, ce qui permet de visualiser le nombre d'heures pendant lesquelles la puissance de production a été supérieure ou inférieure à une puissance donnée (schéma du bas). On constate ainsi que le photovoltaïque ne produit pas pendant plus de la moitié de l'année (notamment la nuit) et que la puissance éolienne a été, en 2017, inférieure à 20 % de la puissance nominale installée pendant 60 % de l'année, inférieure à 10 % de la puissance nominale installée pendant 27 % de l'année et inférieure à 5 % pendant 9 % de l'année.

Par conséquent, et ce quelle que soit la puissance installée, même en disposant de machines réparties sur tout le territoire, les systèmes éoliens ou photovoltaïques ne pourront jamais garantir un minimum de puissance au-dessous duquel on ne descendrait jamais. Et comme leurs productions, directement liées au vent et au soleil, ne coïncident pas forcément avec les demandes de puissance des consommateurs, par nature, les installations éoliennes et photovoltaïques ne peuvent pas se substituer à des moyens de production pilotables.

En revanche, elles peuvent relayer ces moyens de production pilotables, qui « s'effaceront » dès que les conditions météorologiques locales du moment leur permettront de produire de l'électricité et de faire bénéficier l'ensemble du système électrique de leurs atouts : un coût marginal de production nul et une production électrique décarbonée.

La situation de référence est donc bien celle où les installations pilotables peuvent, à elles seules, satisfaire la demande de puissance électrique des consommateurs. À l'inverse, les installations non pilotables (intermittentes) ne peuvent prendre le relais que quand le vent ou le soleil sont favorables. L'investissement dans des installations intermittentes ne peut donc que venir en complément et non en substitution des investissements dans des centrales pilotables. Cet investissement complémentaire ne trouvera sa justification économique que s'il permet des économies sur les coûts marginaux de production des centrales pilotables, et sa justification environnementale que s'il participe à la réduction des émissions

© Émeric Fohlen / Hans Lucas

de CO_2. C'est le cas en l'Allemagne, où la production pilotable est essentiellement carbonée (centrales au lignite et au charbon). C'est évidemment moins vrai en France, où le socle de la production pilotable est décarboné (nucléaire et hydraulique à réservoirs).

Plus précisément, on peut démontrer que l'on a économiquement intérêt à construire des installations éoliennes et photovoltaïques si leur coût moyen de production est inférieur au coût marginal de production des installations pilotables (centrales thermiques à gaz, au fioul, au charbon ou au nucléaire) qu'elles vont effacer. Dans le cas contraire, cela entraîne un surcoût pour le consommateur, surcoût d'autant plus important que la puissance installée des centrales intermittentes est grande.

Selon différentes hypothèses de rendement électrique des centrales, de prix des combustibles et de taux de la taxe carbone, on peut estimer les coûts marginaux de production des systèmes pilotables ou, ce qui revient au même, les coûts de production pivots des EnR intermittentes au-delà desquels leur adjonction pour effacer des sources pilotables ne sont pas économiquement rentables. On voit alors, notamment, que l'effacement du nucléaire par de l'éolien ou du photovoltaïque ne pourra jamais être rentable en raison du coût marginal de production très bas de l'électricité nucléaire : environ 3 €/MWhe (euros par mégawattheure électrique) actuellement ; cet effacement n'aurait pas non plus d'intérêt en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'électricité nucléaire étant décarbonée. S'agissant des centrales à gaz à cycle combiné, on constate que le coût marginal de production atteint environ 100 €/MWh pour une taxe carbone à 100 €/tCO_2 (euros par tonne de gaz carbonique) et un prix du gaz de 40 €/MWhth (euros par mégawattheure thermique) – environ le double du prix actuel – ou une taxe carbone de 50 €/tCO_2 et un prix du gaz de 50 €/MWhth – prix historique maximal. Par rapport à des centrales à charbon classiques (comme en Allemagne), l'effacement au profit de l'énergie éolienne ou photovoltaïque est bien plus rentable grâce à un rendement électrique plus bas et à un contenu en CO_2 du MWh deux fois plus élevé.

Pour conclure, en raison de leur caractère intermittent, qui conduit régulièrement à des puissances de production quasi nulles, les centrales éoliennes et photovoltaïques ne peuvent, tout du moins tant que l'on ne maîtrisera pas techniquement, économiquement et écologiquement le stockage d'électricité à grande échelle, se substituer à des centrales électriques pilotables (centrales thermiques à gaz, au fioul, au charbon ou à l'uranium, ou centrales hydrauliques à réservoirs). Les centrales éoliennes et photovoltaïques peuvent en revanche compléter les installations pilotables pour permettre d'effacer leur production dès qu'il y a suffisamment de vent ou du soleil, et faire ainsi profiter le système électrique de leurs coûts marginaux de production nuls. L'équilibre économique de l'effacement est atteint quand le coût moyen de production des centrales éoliennes ou photovoltaïques devient inférieur au coût marginal de production des centrales pilotables qu'elles effacent.

Cet équilibre économique sera en pratique très difficile à trouver s'il s'agit d'effacer des productions nucléaires (coût marginal de production de quelques euros par mégawattheure) mais plus facile à atteindre s'il s'agit d'effacer des sources d'électricité d'origine fossile (charbon, fioul, gaz). Bien entendu, l'équilibre économique de l'effacement sera d'autant plus aisé à obtenir que les coûts de production de l'électricité éolienne et photovoltaïque baisseront et que le prix des combustibles fossiles, comme celui de la taxe carbone, augmentera. ■

— **Fabrice Dambrine** est ingénieur général des mines, président de section au Conseil général de l'économie, et conseiller d'État en service extraordinaire. — **Cet article est une version** réduite et adaptée d'un texte paru en janvier 2019 dans la revue *Annales des Mines - Responsabilité et environnement* (n° 93).

LA PARABOLE DE LA FAMILLE MARTIN

La famille Martin habite une maison équipée d'un chauffage au gaz moderne, qui adapte en permanence sa puissance de chauffe aux conditions extérieures afin de maintenir une température constante dans la maison : plus il fait froid dehors, plus la chaudière fonctionne ; quand le temps se réchauffe, la chaudière ralentit.

Par de belles journées d'hiver, très froides mais bien ensoleillées, les Martin constatent, cependant, que le soleil qui entre par les fenêtres réchauffe les pièces et que les radiateurs tiédissent, voire s'arrêtent, allégeant d'autant leur facture de gaz. Vont-ils pour autant supprimer leur installation de chauffage et compter sur le seul soleil pour se chauffer ? À l'évidence, non : il n'y a pas de soleil la nuit (et les nuits sont souvent froides en hiver) ; et, quand le temps est nuageux, le soleil ne peut pas prendre le relais de la chaudière.

Mais les Martin se disent aussi qu'en remplaçant les fenêtres par de grandes baies vitrées (ou en installant des surfaces vitrées sur une partie du toit), ils pourront mieux profiter de la chaleur gratuite du soleil (quand il y en a) et réduire encore plus leur consommation de gaz. En économistes avisés, les Martin vont donc mettre en balance le coût du changement des fenêtres avec les économies de gaz qu'ils pourront réaliser ; ils compareront le coût du remboursement de l'emprunt qu'ils devront contracter pour faire changer les fenêtres avec les économies de gaz que le nouvel aménagement leur permettra de faire. Si le bilan financier est négatif, malgré leur conscience écologique (en réduisant leur consommation de gaz, les Martin savent bien qu'ils rejettent moins de CO_2), il est probable qu'ils renonceront à leur projet. Si le bilan financier est positif, les Martin appelleront rapidement un entrepreneur pour réaliser les travaux. Mais se posera alors la question de savoir dans quelle proportion il faut augmenter les surfaces vitrées, car les Martin ne veulent pas se retrouver dans une situation où il y aurait tellement de soleil pour réchauffer la maison que, même chaudière arrêtée, il faudrait baisser les stores ou ouvrir les fenêtres : ce serait un gaspillage au regard d'un investissement surdimensionné par rapport aux besoins.

On remarquera enfin que, même si dans quelques années les Martin se voient dans l'obligation de remplacer leur chaudière, devenue trop vieille – par exemple par une pompe à chaleur –, leur raisonnement restera le même : ils compareront toujours le coût de l'augmentation de leurs surfaces vitrées avec les économies de combustible qu'ils pourront faire et non pas avec l'économie qu'ils réaliseraient en ne remplaçant pas leur chaudière, puisqu'ils en auront toujours besoin la nuit et les jours sans soleil.

Dans cette parabole, la chaudière des Martin peut être assimilée aux centrales électriques pilotables, et les baies vitrées aux centrales électriques non pilotables (énergies renouvelables intermittentes). ●

— *Books*

ANTOINE WAECHTER : « LE TERRITOIRE FRANÇAIS EST LIVRÉ AUX SPÉCULATEURS DU VENT »

En France, un recours massif à l'éolien accroîtrait les émissions de CO_2. Ce choix ne s'explique que par la posture ultralibérale du gouvernement et la puissance du lobby industriel, qui finance les ONG écologistes.

Antoine Waechter a participé à l'émergence du premier mouvement écologiste en France, en 1973. Il a été le candidat des Verts à l'élection présidentielle de 1988 et député européen de 1989 à 1991. Ingénieur écologue, il dirige un cabinet de consultants en environnement.

Le Scandale éolien, Éditions Baudelaire, 2019, 98 p.

Y a-t-il eu un temps où vous étiez partisan des éoliennes ?

En tant que conseiller régional, sensible à la beauté du monde, j'ai présidé la commission chargée de planifier le réseau électrique à haute tension à l'horizon 2020. À l'issue de plusieurs réunions de négociation avec RTE (Réseau de transport d'électricité), la disparition de 42 kilomètres de lignes haute tension a été programmée, et EDF s'est engagée à supprimer 30 kilomètres de lignes aériennes moyenne tension par an. Le plus grand pylône très haute tension fait 55 mètres de hauteur. Bien qu'il soit immobile et transparent, il est très traumatisant pour le paysage. Aussi, lorsque j'ai compris que de nouveaux objets, hauts de plus de 100 mètres, mobiles et lumineux la nuit, allaient prendre possession de notre territoire, j'ai réagi d'emblée. Mon opposition n'a cessé de grandir en découvrant les réalités économiques, énergétiques et politiques de la filière éolienne.

Pourquoi, selon vous, le développement des éoliennes dessert-il les objectifs de la transition énergétique ?

L'énergie éolienne est intermittente et aléatoire, et nous ne savons pas stocker l'électricité à l'échelle du réseau national. Un approvisionnement électrique fondé sur les aérogénérateurs exige des centrales thermiques (gaz, charbon) pour prendre le relais en l'absence de vent. Un recours massif à l'éolien accroîtrait ainsi, paradoxalement, la part carbonée de notre électricité, qui est aujourd'hui l'une des plus vertueuses du monde du point de vue du climat. La fabrication d'aérogénérateurs nécessite, par ailleurs, beaucoup de pétrole. Il faut prendre conscience qu'en France, en raison d'un mix énergétique dominé par le nucléaire, l'éolien ne sert à rien, alors qu'en Allemagne la production d'électricité est très liée au charbon et au lignite.

Comment expliquez-vous que la construction d'un parc éolien puisse échapper aux contraintes des plans d'urbanisme et des parcs naturels régionaux ?

C'est le résultat conjoint d'une posture gouvernementale ultralibérale et de la présence du lobby éolien à l'Élysée. La filière pèse près de 5 milliards d'euros de chiffre d'affaires par an. Le territoire français a été donné comme terrain de jeu aux spéculateurs du vent, qui y agissent pratiquement sans contrainte, hors de toute procédure démocratique. Il vous faut un permis de construire pour une cabane de 20 mètres carrés d'emprise au sol et de 6 mètres de hauteur. Les aérogénérateurs, dont l'emprise au sol est d'au moins 200 mètres carrés et dont la hauteur dépasse aujourd'hui 200 mètres, sont exonérés de cette procédure. Ils peuvent s'installer dans des zones agricoles et naturelles, normalement inconstructibles.

Comment se fait-il qu'on installe des éoliennes dans des régions où il y a peu de vent ?

Les investisseurs sont intéressés par la garantie de vingt ans offerte par l'État. Avec l'éolien, ils sont à l'abri des retournements de la Bourse. Ce n'est pas un hasard si 80 % des mâts terrestres sont la propriété de fonds de pension britanniques, américains, chinois… qui ne peuvent pas se permettre de prendre des risques avec les économies de leurs assurés. Les Allemands et les Autrichiens placent leurs parcs éoliens dans les zones les plus ventées du pays, dans les plaines du Nord pour les premiers, du côté de la frontière hongroise pour les seconds. Vous pouvez faire 400 kilomètres entre Munich et Bâle sans rencontrer une seule éolienne.

Quels sont les lieux où l'implantation d'éoliennes vous paraît justifiable ?

Les aérogénérateurs sont des objets industriels : leur place est dans les zones industrielles. Ils ne me choquent pas dans le port de Fos-sur-Mer ou celui de Dunkerque. J'ai demandé à Nicolas Hulot, lorsqu'il était ministre, que l'État reprenne la main en élaborant démocratiquement un schéma d'implantation qui exclue les parcs nationaux et régionaux, les sites protégés, la covisibilité avec le patrimoine, qui réinscrive les éoliennes dans le droit commun (interdiction d'implanter dans les zones agricoles et naturelles, ce qui suppose de les placer dans les zones industrielles) et qui impose une distance entre une maison d'habitation et le mât proportionnelle à la hauteur de ce dernier (le rapport est de dix fois, en Bavière). J'ai moins

de données sur l'éolien en mer. Des aérogénérateurs flottants réduiraient peut-être l'hostilité des pêcheurs, sans pour autant rendre plus pertinente l'insertion du vent dans le mix énergétique français *[lire « Et maintenant, des éoliennes flottantes », p. 34]*.

En quoi votre position diffère-t-elle de celle de Brice Lalonde ?
Nous sommes d'accord sur l'essentiel. J'ajouterai qu'il ne peut y avoir d'avenir énergétique que dans une réduction substantielle de notre consommation, ce qui suppose des changements profonds dans nos modes de vie.

Comment expliquer qu'Europe Écologie-Les Verts soit partisan des éoliennes ?
L'opposition au nucléaire est devenue, pour les médias et les électeurs, synonyme de Verts en même temps qu'elle s'est figée dans une forme de religion. Le syncrétisme de ces deux faits rend l'évolution des postures difficile. Les énergies renouvelables sont apparues comme la réponse crédible à la question : « Alors, quelle énergie ? » Mais cette réponse est une escroquerie intellectuelle. Elle laisse à penser que c'est *la* solution, d'autant que la nécessaire transition écologique est ramenée à la seule transition énergétique.
Le discours, sans doute pour des raisons électorales, n'évoque jamais (ou *mezza voce*) la seule solution possible : changer de mode de vie et réduire de manière substantielle notre consommation, notamment d'énergie. C'est ainsi que des Verts qui s'affirment de gauche apportent leur soutien au capitalisme international, aux pratiques de l'ultralibéralisme, à des procédures antidémocratiques ainsi qu'à une technologie qui provoque la souffrance de milliers de personnes et la dégradation des paysages de France.

Pourquoi les opposants aux éoliennes se recrutent-ils principalement à droite de l'échiquier politique ?
Sans doute parce qu'une partie de la gauche est piégée, comme Les Verts, par le discours antinucléaire. La droite, notamment le centre droit, s'est toujours montrée plus sensible à la beauté d'un territoire que la gauche. Et sans doute le renouvelable apparaît-il comme une option accessoire pour la droite, qui n'est pas antinucléaire.

« Les Verts apportent leur soutien à une technologie qui provoque la souffrance de milliers de personnes et la dégradation des paysages français », affirme Antoine Waechter. Ici, une éolienne située en Haute-Loire.

Comment comprendre que des ONG écologistes telles que la Ligue pour la protection des oiseaux, France Nature Environnement ou encore le WWF ne s'opposent pas aux éoliennes ?
La filière éolienne a une grande capacité de ralliement par l'argent. La LPO tire une partie de ses moyens des études réalisées pour les développeurs d'éoliennes, ce qui suffit à éteindre les contestations au sein de la structure nationale. Néanmoins, des ornithologues et des sections locales de la LPO se sont engagés contre des projets locaux. Le WWF et Greenpeace trouvent aussi des avantages financiers au soutien de la filière. Pour FNE s'ajoute la volonté d'être politiquement correct, ce qui conduit à mettre en berne les capacités collectives de réflexion. Les défenseurs du paysage n'ont plus leur place dans cette fédération. Qualifier la LPO, FNE, Greenpeace et le WWF d'organisations écologistes est une erreur sémantique. Ce sont des associations naturalistes centrées sur un objet précis qui n'exige pas d'élargir le champ de la pensée. De fait, la lutte contre l'éolien a suscité la naissance de centaines d'associations qui n'adhèrent plus à FNE.

Que pensez-vous des initiatives visant à faire participer financièrement les habitants à un projet éolien ?
C'est une stratégie pour réduire les oppositions : acheter la conscience des gens. J'ai parfois le sentiment de voir se multiplier autour de moi les rhinocéros blancs, comme dans la pièce de Ionesco.

Comment expliquez-vous que la plupart des médias influents soient favorables au développement de l'éolien ?
Je ne connais pas la nature des relations de ces médias avec la filière et ses pratiques financières. Je constate l'inconsistance de certains journalistes sur le sujet, qui se contentent d'illustrer le discours à la mode. Je suis interloqué par certains reportages qui ne cherchent qu'à illustrer le préjugé du rédacteur en chef sans aucune analyse, sans aucune enquête. C'est désolant. ■

— Propos recueillis par *Books*

© Jean-Michel Turpin / Figarophoto © Jean-Michel Turpin / Figarophoto

LE FIASCO DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ALLEMANDE

L'Allemagne se voulait pionnière. Elle a dépensé 160 milliards d'euros en cinq ans pour passer aux énergies renouvelables. En pure perte ? En tout cas, les émissions de CO_2 n'ont pas diminué et l'éolien terrestre est en panne. Des voix s'élèvent pour contester la décision d'arrêter complètement le nucléaire en 2022.

FRANK DOHMEN, ALEXANDER JUNG, STEFAN SCHULTZ, GERALD TRAUFETTER. *Der Spiegel.*

LE LIVRE
Energiewende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran (« Transition énergétique. Croissance et prospérité sans pétrole ni uranium »), S. Fischer, 1980, 233 p.

LES AUTEURS
Ce rapport de l'Öko-Institut (institut d'écologie appliquée basé à Fribourg-en-Brisgau) est signé des chercheurs Florentin Krause, Hartmut Bossel et Karl-Friedrich Müller-Reissmann.

C'est une idée formidable, l'idée d'une énergie de demain : 675 fonctionnaires de la République fédérale d'Allemagne travaillent chaque jour à sa réussite, dans les ministères et les services subordonnés, dans divers organismes et départements, dans des comités et sous-comités. Ils travaillent pour un monde dont la beauté n'est pas restée simplement une idée mais est devenue une réalité… le temps d'une journée ; chez nous, en Allemagne. C'était le 22 avril 2019, le lundi de Pâques. Ce jour-là, le soleil a brillé du matin au soir, le vent a poussé les éoliennes à plein régime et, au crépuscule, sans que le moindre petit nuage de gaz à effet de serre se soit élevé dans le ciel, 56 GW (gigawatts) d'énergies renouvelables avaient été produits, ce qui couvrait presque toute la consommation de la quatrième nation industrielle du monde. Ce fut magique, une combinaison parfaite de la nature et de la technique moderne. Malheureusement, cela n'a duré que ce jour-là.

De nombreux autres jours, la réalité est sale et grise. Une grande partie de l'électricité utilisée en Allemagne continue à provenir du charbon[1]. Les brûleurs à mazout et à gaz tambourinent dans les chaufferies. Les rues de notre pays appartiennent aux automobiles d'hier, propulsées par des moteurs à essence ou Diesel.

L'idée de ce monde formidable de demain est née il y a huit ans, le 11 mars 2011. Au Japon, un tsunami avait endommagé la centrale de Fukushima. La chancelière Angela Merkel et son cabinet décidèrent de sortir du nucléaire. Un événement et un jalon historiques.

Et on en est resté là.

Ce qui fut alors pensé en grand se désagrège dans la trivialité. La transition énergétique, le plus important projet politique depuis la réunification, menace d'échouer, et le rêve d'un avenir à faibles émissions de CO_2 de se briser. Durant les huit années qui se sont écoulées depuis Fukushima, personne à Berlin n'a vraiment porté le projet, la chancelière moins que quiconque. Nos dirigeants politiques produisent certes des lois, des règlements, des directives, mais il n'y a personne pour coordonner ou accélérer la transition. Tous craignent la résistance des citoyens lorsqu'il faut installer une éolienne ou une ligne électrique quelque part.

Depuis 2012, les consultants de McKinsey suivent l'avancement de la transition énergétique. Leur dernier bilan ôte toute illusion : l'Allemagne est « très éloignée des objectifs qu'elle s'est elle-même fixés ».

La Cour des comptes allemande se montre encore plus dure. À l'en croire, la transition aurait coûté au moins 160 milliards d'euros au cours des cinq dernières années[2]. La dépense serait « complètement disproportionnée

1. La majeure partie de ce charbon est en réalité du lignite, qui émet encore plus de CO_2 que le charbon ordinaire. Le lignite fournit à lui seul près du quart de l'électricité allemande et environ 40 % du total de la consommation d'énergie primaire.

2. Soit beaucoup plus qu'en France, où la Cour des comptes a évalué la somme des dépenses publiques de soutien aux énergies renouvelables à 5,3 milliards d'euros pour la seule année 2016.

3. Commencé en 2006, l'aéroport Willy-Brandt de Berlin aurait dû être achevé en 2010 pour 2 milliards d'euros. Le coût est passé à 6,5 milliards et la construction n'est toujours pas terminée (aux dernières nouvelles, l'ouverture est prévue pour le 31 octobre 2020).

Les renouvelables ne représentent que 38,5 % du mix électrique allemand. 52 % de l'électricité produite provient des énergies fossiles. Ici à Eschweiler (Rhénanie-du-Nord-Westphalie).

© imageBROKER / Andia.fr

par rapport aux recettes, jusqu'ici très maigres », a déclaré le président Kay Scheller à l'automne 2018. Sa critique n'a pratiquement eu aucun écho dans l'espace politique. Scheller craint qu'en raison de cette gabegie les citoyens ne tardent pas à perdre confiance dans l'action du gouvernement *[lire « Le rapport qui tue », p. 21]*. Les sondages montrent que la grande idée de la transition énergétique alimente les frustrations. Malgré toute leur sympathie pour le projet, les Allemands le jugent désormais cher, chaotique, injuste.

Un vrai danger. Car l'avenir du pays en dépend, du point de vue écologique, économique et technologique, mais aussi sociétal. Contrairement à la construction du nouvel aéroport de Berlin et à ses contretemps ubuesques, ce projet-là, le projet du siècle, ne peut être ravalé au rang d'une simple farce[3]. Ce qui est en jeu ici, c'est notre façon de vivre et de travailler dans le futur, notre modèle industriel, notre manière de coexister.

Les politiciens brandissent volontiers la notion d'« enjeu national ». Cette fois, l'expression est appropriée. Notamment parce qu'être pionniers mondiaux en la matière relève de l'image que les Allemands se font d'eux-mêmes. Dans leur majorité, ils étaient fiers de ce projet, et les hommes politiques auraient pu tirer profit de ce sentiment.

Mais voilà, la transformation du système s'est arrêtée à mi-chemin. Le développement des éoliennes et des panneaux solaires piétine. Tout manque : les réseaux, le stockage et, surtout, la volonté politique ainsi qu'une gestion efficace. Le gouvernement fédéral gaspille à tour de bras.

Rien qu'au ministère de l'Économie, on compte 287 personnes qui se consacrent à ces thématiques. Elles se répartissent dans 4 départements et 34 services. S'y ajoutent, au niveau fédéral et au niveau régional, au moins 45 organismes où tout un tas de gens prétendent s'occuper de ces questions. Ils rassemblent des tonnes de données, inventent des mécanismes d'incitation compliqués. Les dépenses sont énormes, les résultats modestes.

Les spécialistes se perdent dans les détails, ils produisent du papier – mais aucune stratégie. Pendant des mois, le poste clé de secrétaire d'État chargé de l'Énergie est resté vacant, et alors ? Personne ne se sent responsable, personne ne définit les tâches à accomplir en priorité. Tant qu'il n'y aura pas de ministère de l'Énergie, le sujet continuera à se promener entre les divers services. D'autant que la chancelière se refuse à donner des directives claires.

En décembre 2015, Angela Merkel a ratifié les accords de Paris sur le climat, l'Allemagne s'est engagée à contribuer à ralentir le réchauffement planétaire. Depuis, plus de quatre années ont passé, pour rien ou presque. En raison du débat sur les migrants et de l'émergence du parti eurosceptique AfD, la transition énergétique a été reléguée au second plan.

Lors du sommet du G8 en 2007 à Heiligendamm, la chancelière se montrait favorable à l'idée qu'il serait juste que tout le monde sur Terre soit autorisé à émettre la même quantité de CO_2. Une idée révolutionnaire, qui s'est arrêtée là. Plus tôt encore, en mars 1997, celle qui n'était alors que la ministre de l'Environnement déclarait au *Spiegel* : « En ce qui concerne la réduction de CO_2, le secteur des transports constitue le plus grand problème. » Elle pourrait dire exactement la même chose aujourd'hui. ● ● ●

Si on on tire le bilan de son règne à présent qu'il touche à sa fin, le plus grand échec de Merkel est d'avoir fait si peu avancer la politique du climat, alors même que ce sujet l'a préoccupée très tôt. C'est un sujet typiquement allemand : après tout, la transition énergétique a été inventée en Allemagne. Le concept d'*Energiewende [« tournant énergétique »]* est apparu en 1980 dans le titre d'un livre. Puis il est entré dans le vocabulaire mondial, comme celui de *Götterdämmerung [« crépuscule des dieux »]* ou de *Kindergarten [« jardin d'enfants »]*. L'idée a fait florès et été appliquée ailleurs. Les Pays-Bas, par exemple – plus grands fournisseurs de gaz naturel en Europe jusqu'à présent –, ont décidé d'abandonner la production de combustibles fossiles d'ici une décennie[4]. En Norvège, plus aucune automobile à moteur thermique ne sera vendue à partir de 2025.

En Suède – pays qui, d'après l'Agence internationale de l'énergie, est champion du monde en matière de transition énergétique –, une taxe très élevée sur le CO_2 (110 euros par tonne) incite particuliers et entreprises à se chauffer, se déplacer et produire tout en restant neutres pour le climat. Elle a été introduite en 1991 tandis qu'en Allemagne le débat vient juste de commencer *[lire « Pas touche, sinon j'enfile un gilet jaune ! », p. 25]*.

Même les États-Unis sont sur la voie de l'amélioration. À la place du charbon, les Américains brûlent de plus en plus de gaz de schiste pour produire de l'électricité. C'est, certes, une variante juste un petit peu moins sale, mais tout de même : les émissions de CO_2 ont tendances à diminuer.

Des progrès partout, donc, sauf dans le pays pionnier de la transition énergétique. Au cours de la dernière décennie, les émissions de CO_2 en Allemagne n'ont été réduites que de façon marginale *[- 1 % entre 2011 et 2016]*. Eberhard Umbach est membre du directoire d'Energiesysteme der Zukunft (Esys) *[« Système énergétique du futur »]*, un projet à grande échelle qui dispose de sa propre agence. Umbach observe comment le regard sur la transition énergétique a changé. Il y a quelques années encore, les collègues étrangers auraient suivi en secouant la tête, mais aussi avec admiration, les efforts des Allemands. « Entre-temps, la situation s'est totalement inversée, expliquait le scientifique lors d'une conférence en février 2019. Maintenant, les autres nous ont dépassés. »

Le nombre de projets de parcs éoliens continue de chuter et le secteur redoute un effondrement de l'industrie. Ici, Angela Merkel à l'inauguration du parc offshore d'Arkona, sur la Baltique, en 2019.

Ce qui a été accompli jusqu'ici est la partie la plus facile de l'exercice : dépenser des milliards pour acheter plus cher l'électricité renouvelable. En revanche, l'action politique a négligé les autres secteurs : l'industrie, le bâtiment et, surtout, les transports. Les intégrer et en tirer un concept général, c'est la partie difficile encore en suspens. C'est là qu'on saura si l'Allemagne peut redevenir un modèle pour les économies durables – ou si toute l'expérience a échoué. De l'enthousiasme au dégoût : comment cette idée fabuleuse a-t-elle pu déboucher sur un tel fiasco ?

Le gouvernement fédéral a commis une erreur fondamentale lorsqu'il a décrété, en mars 2011, la fin du nucléaire : il a décidé de sortir de l'énergie atomique – mais il a oublié d'introduire en même temps l'adieu au charbon *[lire « Le nucléaire ou l'hydrogène ? », p. 22]*. On a construit des éoliennes et des panneaux solaires tandis que centrales et chaudières à charbon continuaient à tourner allègrement. À côté du système polluant, le gouvernement a institué un système plus propre. Pourquoi ? Tout simplement pour ne heurter personne, ni entreprise ni consommateur. Des hommes politiques comme l'ancien ministre Vert de l'Écologie, Jürgen Trittin, ou l'ex-secrétaire d'État chargé de l'Énergie au ministère de l'Économie et de l'Énergie, Rainer Baake, ont défendu un changement radical, sans se soucier des coûts. À l'opposé, on trouve des personnes comme Sigmar Gabriel, l'ancien ministre social-démocrate de l'Économie et de l'Énergie, ou son successeur démocrate-chrétien, Peter Altmaier, qui se préoccupent davantage de l'industrie et de l'emploi. Les deux camps n'ont pas réussi à trouver un terrain d'entente, ils se sont mutuellement tenus en échec, et rien n'a avancé.

Ainsi s'explique le fait qu'aucun gouvernement n'a osé former un grand ministère de l'Énergie et que les compétences ont été partagées entre trois entités : la chancellerie, le ministère de l'Environnement et celui de l'Économie. Dans cette trinité qui n'a rien de saint, on n'a cessé de voir jouer et rejouer le même scénario. Le ministère de l'Environnement formule avec précipitation des exigences maximalistes. Le ministère de l'Économie met en garde contre d'innombrables pertes d'emplois, et la

4. Les Pays-Bas se sont engagés à renoncer à toute production et consommation de gaz en 2050. La production de l'énorme gisement de gaz de Groningue cessera en 2022 (décision accélérée par les secousses telluriques dues à l'exploitation du gisement).

5. Soit cinq ans ou plus. En France, compte tenu des mêmes oppositions, c'est plutôt de sept à neuf ans.

© Carsten Koall / Getty / AFP

chancellerie se dérobe dès qu'il s'agit de prendre des décisions.

S'il est un domaine où la lâcheté politique a été lourde de conséquences, c'est dans la construction des réseaux électriques. Il y a dix ans, le gouvernement fédéral a décidé d'ériger des lignes à haute tension ; il en existait jusqu'alors 950 kilomètres, et on estimait qu'environ 7 700 kilomètres étaient nécessaires. En 2017, 30 kilomètres ont été achevés. Une blague circule à Berlin : 30 kilomètres, c'est à peu près la distance que parcourt un escargot en une année.

Au lieu d'expliquer pourquoi ces voies d'acheminement entre le nord venteux et le sud industriel sont cruciales, les politiques redoutent la résistance des citoyens contre les pylônes. Car, presque partout où une nouvelle ligne à haute tension ou une éolienne doit être élevée, les autorités se heurtent à de la résistance. Les gouvernants se résolvent à enterrer une grande partie du réseau, ce qui quadruple les coûts et prolonge les travaux de plusieurs années. En 2010, Rainer Spies, maire de Reinsfeld, en Rhénanie-Palatinat, s'est lancé dans le projet d'un parc éolien. Il voulait installer quinze mâts, avec l'aide du fournisseur d'énergie EnBW, sur un terrain boisé près de l'autoroute qui relie Trèves et Sarrebruck. « Tout semblait parfait », se souvient-il. Puis la procédure d'autorisation a commencé.

Le maire et EnBW ont déposé des rapports de centaines de pages d'épaisseur, auxquelles s'ajoutaient des études environnementales à foison. L'administration en voulait toujours plus : des expertises sur la protection des espèces, sur le vol des oiseaux, sur les émissions sonores, sur l'ombre projetée, ou encore sur la potentielle mise en danger de la barbastelle, une espèce de chauve-souris évoluant sur l'ensemble de l'Europe occidentale. En 2018, à la quatrième tentative, les autorités ont approuvé le projet d'aménagement.

L'administration locale était censée délivrer le permis de construire. Mais quelqu'un a découvert l'aire d'un milan royal sur un épicéa situé à quelques centaines de mètres du parc projeté. On n'aurait pu imaginer pire rebondissement. Ce rapace, élégant voyageur à la queue fourchue, jouit d'une protection toute particulière en Allemagne. Il se nourrit de taupes et de souris. Parmi ses ennemis, on relève les hiboux, les belettes des pins – et les éoliennes. Malheureusement, il aime chasser sous les installations, sur les terrains en friche, parce que les proies y sont faciles à discerner. Les milans royaux sont en général des oiseaux migrateurs. Au printemps, ils quittent le sud de l'Europe et reviennent, mais pas systématiquement, chaque année. C'est pourquoi notre maire s'estimerait heureux si l'oiseau ne tardait pas à reparaître. Il pourrait alors faire établir son comportement migrateur et, le cas échéant, déplacer le parc éolien. Un effort coûteux, mais au moins pourrait-on enfin s'y mettre. Si le milan ne revient pas, le projet restera au point mort. Spies devra attendre au moins cinq ans pour savoir si le volatile n'a pas changé sa trajectoire migratoire. Ce n'est qu'en 2024 qu'il pourra éventuellement construire ses éoliennes – quatorze ans après le lancement du projet.

C'est sans doute un exemple extrême, mais il permet d'expliquer pourquoi le pays qui a inventé la transition énergétique est désormais à la traîne. Régulièrement, les projets de construction d'éoliennes suscitent des conflits avec les autorités, et surtout avec les habitants. Chaque fois ou presque, ils sont combattus dès le départ. Auparavant, de la conclusion d'un bail à la mise en service d'une installation s'écoulaient moins de quarante mois. Aujourd'hui, les exploitants comptent sur soixante mois, au minimum[5]. On peut mesurer à quel point tout cela coupe l'envie d'investir lors des enchères au cours desquelles l'Agence fédérale des réseaux accorde des licences pour la construction de parcs éoliens. De moins en moins de candidats y participent. Conséquence logique, il n'y a plus de concurrence. « Tout le système est sens dessus dessous, estime Frank Mastiaux, le patron d'EnBW, il faut le réviser d'urgence. »

À l'échelle du pays, le nombre de nouveaux projets a chuté : 743 éoliennes ont été ajoutées au réseau en 2018 *[35 au premier semestre 2019]*, un bon millier de moins que l'année précédente. Et seulement huit dans toute la ●●●

LE RAPPORT QUI TUE

« Malgré un investissement considérable en personnes et en argent, l'Allemagne est loin d'avoir atteint les objectifs de la transition énergétique qu'elle a mise en œuvre. » Ce constat est celui de la Cour des comptes allemande, chargée outre-Rhin (à l'instar de la Cour des comptes en France) de contrôler le bon usage des deniers publics. Dans un rapport daté du 28 septembre 2018, elle épingle la manière dont cette transition a été menée par le ministère de l'Économie et de l'Énergie. Ce dernier est censé coordonner le « tournant énergétique » – *die Energiewende,* selon l'expression consacrée en Allemagne –, non seulement entre les divers ministères qu'elle concerne (outre celui de l'Économie, celui de l'Éducation et de la Recherche, celui des Transports, celui de l'Environnement, celui de l'Agriculture et celui de l'Intérieur), mais aussi entre l'État fédéral et les *Länder*, ainsi qu'avec l'Union européenne. Or cette coordination qui réunit pas moins de 45 organismes est devenue une usine à gaz, où les compétences de chacun sont mal définies. Ce grand flou artistique a des répercussions sur l'évaluation des différentes mesures prises ces dernières années. La Cour fustige le manque de transparence et accuse le ministère de l'Économie d'avoir poursuivi des programmes incitatifs sans en examiner l'efficacité souvent plus que contestable.

Les résultats d'une politique qui, pour la seule année 2017, a coûté « au moins 34 milliards d'euros », parlent d'eux-mêmes : la réduction des émissions de gaz à effet de serre, bien engagée jusque vers 2010, a pratiquement cessé depuis. L'objectif d'une réduction de 40 % pour 2020 par rapport à 1990 est jugé « inatteignable ». Si la part des énergies renouvelables (EnR) dans la consommation finale brute d'énergie est passée de 3,7 % en 1990 à 14,8 % en 2016, l'objectif de 18 % fixé pour 2020 est lui aussi hors de portée. La part des EnR dans le chauffage a même baissé de 0,3 % pour s'établir à 12,9 %. Elle n'a pas bougé dans les transports, où elle stagne à 5,2 %. La consommation d'énergie primaire, qui devait être réduite de 20 % entre 2008 et 2020, ne l'avait été que de 6,5 % en 2016. L'ambition de diminuer de 10 % la consommation brute d'électricité d'ici à 2020 est jugée « irréaliste » : « Depuis 2014, elle a même recommencé à augmenter. » L'échec est particulièrement cuisant concernant les besoins thermiques du bâtiment : de 2008 à 2016, ils ont diminué de 6,3 %, très loin de la baisse de 20 % prévue pour 2020. Dans le domaine des transports, la consommation d'énergie a augmenté de 4,2 % entre 2005 et 2020, au lieu de diminuer. Cette gabegie s'est traduite par une augmentation du prix de l'électricité, pour les particuliers comme pour les entreprises. ●

— *Books*

Bavière. Pour l'heure, le boom appartient au passé, les constructeurs souffrent. Enercon et Nordex suppriment des centaines d'emplois. Senvion, connu jusqu'en 2014 sous le nom de REpower Systems, a fait faillite en 2019. Le secteur redoute un effondrement semblable à celui de l'industrie solaire allemande.

Même pour ce qui est de l'expansion des parcs éoliens en mer, l'Allemagne est loin de ses objectifs initiaux. En 2018, les capacités en mer du Nord et dans la Baltique ont augmenté d'à peine 1 GW, soit 23 % de moins que l'année précédente[6]. La chancelière Merkel a inauguré en avril 2019 le parc éolien Arkona, au large de l'île de Rügen. Les jolies images de tous ceux qui, pendant la fête, soufflaient sur de mini-moulins *[voir la photo p. 20]* ne sauraient nous illusionner : l'offshore n'est plus un vrai secteur de croissance non plus. Le problème tient au système lui-même : en Allemagne, l'exploitation des parcs éoliens et le raccordement au réseau se trouvent dans des mains différentes, contrairement à ce qui se pratique en Grande-Bretagne, par exemple. La coordination est défaillante, les coûts sont élevés, le potentiel reste inutilisé. Sans surprise, personne ne veut produire en mer de l'électricité dont l'acheminement à terre n'est pas assuré parce que les lignes vers le sud font défaut.

Rien que le raccordement d'un parc solaire normal peut devenir une épreuve pour les nerfs. En Espagne *[comme en France]*, le permis de construire garantit en même temps une connexion au réseau. En Allemagne, c'est « souvent un risque impossible à calculer », juge Dierk Paskert, directeur d'Encavis, le plus important exploitant de parcs solaires d'Allemagne. Même lorsque l'exploitant du réseau joue le jeu, il arrive souvent que les autorités de planification, les communes ou des particuliers fassent obstruction. « La sécurité de la planification ne va pas de soi », explique Dierk Paskert.

Ce qui renforce la crise de l'électricité verte, c'est que, vingt ans après l'introduction de l'Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) *[la loi allemande accordant la priorité aux énergies renouvelables, votée en 2000]*, les subventions accordées aux premières éoliennes, aux premières centrales photovoltaïques et aux premières installations de biogaz viendront à expiration. Auparavant, quand on installait une ferme solaire, on encaissait jusqu'à 50 centimes par kilowattheure produit ; aujourd'hui, dans les installations d'assez grande taille, ce n'est plus que 5 centimes.

L'État a distribué des sommes faramineuses. Par la grâce de l'EEG, les exploitants reçoivent chaque année plus de 25 milliards d'euros pour l'électricité renouvelable qu'ils produisent *[de 5 à 6 milliards en France]*. Sans cet argent, beaucoup de propriétaires d'éoliennes ou de parcs solaires ne s'en sortiraient pas financièrement. Comme souvent, les subventions créent un essor artificiel, un feu de paille qui se consume vite et ne laisse que des cendres.

C'est un dilemme. L'Allemagne s'est habituée à laisser fonctionner deux systèmes en parallèle : un système fossile, dont la société n'arrive pas si facilement à se passer, et un système renouvelable, qui ne parvient pas à démarrer vraiment. Plus le passage d'un système à l'autre est long, plus le projet devient onéreux et imprévisible.

En 2022, le dernier réacteur nucléaire, celui de Neckarwestheim 2, devrait être arrêté. D'ici là, on commencera à fermer les premières centrales à charbon[7]. Dans le même temps, les besoins en électricité devraient continuer de croître.

Par conséquent, si l'on ne construit pas rapidement les infrastructures pour une énergie verte, nous pourrions être confrontés à des déficits d'approvisionnement. Il suffira peut-être, en janvier 2023, d'une période froide et grise, sans soleil et sans vent. Si cette sorte de panne météorologique devait durer des jours, la situation viendrait à se compliquer, et le système pourrait atteindre ses limites. On a pu s'en faire une idée récemment, lorsque, en janvier 2017, on a connu un épisode de ce genre.

Dans de tels moments de crise manqueront les réserves que fournissaient jusque-là les centrales à charbon et à gaz afin de stabiliser le réseau. Il faut des solutions, et très vite. L'idée fait doucement son chemin à Berlin. C'est en tout cas l'impression que l'on a eue en avril 2019 à l'occasion d'une réunion à l'église du Rédempteur, où l'on a pu croire à une union sacrée autour de la politique climatique. Tous les intervenants ont protesté de leur volonté de donner, chacun à leur façon, un nouvel élan à la transition énergétique.

LE NUCLÉAIRE OU L'HYDROGÈNE ?

Dans un récent article du *Spiegel*, Philip Bethge s'interroge sur la pertinence du choix d'Angela Merkel (soutenu par une majorité d'Allemands) de sortir du nucléaire : « Dans un monde où le changement climatique est décrit comme une apocalypse, l'œuvre satanique qu'était l'énergie nucléaire s'est muée en don salvateur de la nature. En effet, la réaction nucléaire ne produit aucun dioxyde de carbone ; les centrales sont, dans la mesure du possible, climatiquement neutres. »

De fait, de plus en plus de voix s'élèvent pour dire que, si l'objectif est de réduire les émissions de CO_2, le nucléaire est sans doute la solution la plus réaliste : « Le Giec, l'Agence internationale de l'énergie, le Sustainable Development Solutions Network des Nations unies, des experts du MIT de Boston et même l'Union of Concerned Scientists considèrent l'énergie nucléaire comme un moyen important de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C », rapporte Bethge.

Mais, pour d'autres, le salut viendra de l'hydrogène. René Schoof est responsable du secteur de l'hydrogène du fournisseur d'électricité Uniper. L'entreprise fabrique de l'hydrogène par électrolyse à partir de l'énergie éolienne à Pritzwalk, non loin du lac Müritz. Ouverte en 2012, l'installation est l'une des plus grandes du monde. Pour l'instant, elle ne sert qu'à la démonstration. Mais les Allemands sont à la pointe en matière d'électrolyse, et le jour viendra où l'hydrogène viendra alimenter les 500 000 kilomètres de canalisations de gaz en Allemagne, annoncent des augures. En avril 2018, à Paris, devant une délégation d'une vingtaine de pays, Thorsten Herdan, directeur de la politique énergétique au ministère de l'Économie et de l'Énergie, a affirmé sa conviction : si l'Allemagne doit décarboner entièrement son économie (et pas seulement l'électricité), elle le fera grâce à l'hydrogène.

— *Der Spiegel* et *Books*

6. 1 GW par an, c'est ce que promet le président Macron pour la France (décembre 2019).

7. Début 2019, l'Allemagne s'est engagée à ne plus exploiter le charbon à partir de 2038 ; mais une nouvelle centrale à charbon devrait être mise en service à l'été 2020.

Alors qu'il émet plus de CO_2 que le charbon ordinaire, le lignite fournit 25 % de l'électricité allemande. Ici, la mine de Hambach (Rhénanie-du-Nord-Westphalie).

Le député Vert Cem Özdemir, élu de Stuttgart, la patrie de Daimler et Porsche, a appelé à l'abandon prochain du moteur à combustion (« Pour l'automobile, la messe est dite »). Le chef des libéraux, Christian Lindner, a réclamé une construction accélérée de lignes à haute tension, non sans faire une allusion à l'actuel rythme d'escargot.

La présidente de la CDU, Annegret Kramp-Karrenbauer, a admis que la défense du climat avait revêtu plus d'importance jadis dans son parti et elle a évoqué le souvenir de l'ancien ministre de l'Environnement, Klaus Töpfer. « Nous travaillons à rattraper notre retard », a-t-elle promis. D'après elle, le climat allait être « le thème dominant de l'année ».

C'est tout à fait possible. La grève scolaire internationale pour le climat, Fridays for Future, à laquelle se sont mis à participer de plus en plus de parents et de grands-parents, y est pour quelque chose. Ce qui a, en outre, mobilisé nos politiques, c'est la perspective qu'un échec des objectifs climatiques puisse se traduire à l'avenir par des sanctions perceptibles. Cela aussi est nouveau. À compter de 2020, le gouvernement devra payer une amende pour chaque tonne de CO_2 que le pays émet en plus de ce qui a été convenu avec ses voisins européens. Comme l'Allemagne va sans doute exploser ses objectifs, le ministre fédéral des Finances a prévu pour les années à venir un surcoût de 300 millions d'euros.

On commence à se dire au sein du gouvernement qu'il vaut mieux investir de l'argent dans la protection du climat que transférer de l'argent à l'étranger en payant des amendes. Le problème, c'est que, chez les électeurs, la transition énergétique est tombée en discrédit.

L'homme qui est censé donner un nouvel élan à cette transition s'appelle Andreas Feicht. Depuis février 2019, il est secrétaire d'État au ministère de l'Économie et de l'Énergie. Dès ses premiers jours de fonctions, il a pu se faire une idée des difficultés qui l'attendaient. Son chef, le ministre de l'Économie, Peter Altmaier, l'a emmené se rendre compte sur place de l'état du réseau.

Cette initiative les a conduits à Niederhausen, une commune hessoise au nord de Wiesbaden. Les objectifs se sont braqués sur Peter Altmaier lorsque celui-ci est descendu d'un bus noir aux vitres teintées et a dû franchir une haie de citoyens en colère, dont beaucoup avaient revêtu un gilet jaune. « Pas d'expérimentation au-dessus de nos têtes », lisait-on sur une pancarte.

Les habitants de Niederhausen sont cernés par des infrastructures de toute sorte. De chez eux, on aperçoit une autoroute, plusieurs lignes de chemin de fer, dont la section Francfort-Cologne du train à grande vitesse et, donc, une ligne à haute tension, qui passe directement au-dessus des maisons. Le gestionnaire de réseau Amprion veut ajouter aux pylônes existants une ligne à très haute tension. Cette ligne de 340 kilomètres a pour nom Ultranet ; elle fait partie d'un réseau qui doit transporter l'électricité des côtes vers les centres industriels du milieu et du sud de l'Allemagne (au sud du Main ne se trouvent que 15 % des éoliennes du pays). Vers l'est est projetée l'installation d'une autre ligne à haute tension, SuedLink, laquelle nécessite un passage souterrain – ce qui est beaucoup plus cher.

Feicht doit réussir ce que son patron, Altmaier, a négligé : modeler un système stable à partir de plusieurs éléments épars. Même si actuellement ils ne s'emboîtent pas bien, il y a une poignée de composants individuels qui fonctionnent et dont on •••

© euroluftbild.de / Andia.fr

L'instauration d'un impôt climatique provoquera-t-elle la colère des Allemands comme ce fut la cas en France en 2018 ? Ici, une manifestation de Gilets jaunes allemands à Munich, en décembre 2018.

••• peut tirer une politique énergétique rationnelle. Grâce aux subventions de la loi sur les énergies renouvelables, environ 1,7 million de systèmes photovoltaïques sont implantés en Allemagne aujourd'hui. Quelque 30 000 éoliennes à terre et 1 305 en mer du Nord et dans la Baltique alimentent le réseau en électricité. Ces installations la produisent partiellement à un prix plus avantageux que le charbon ou l'énergie nucléaire.

35 % de l'électricité dont l'Allemagne a besoin provient du vent, du soleil, de la biomasse ou de l'eau. En 2018, les énergies renouvelables ont pour la première fois fait jeu égal avec le charbon comme première source d'électricité *[voir « Le mix électrique allemand en 2017, p. 25]*. Pourtant, nous n'en sommes qu'au début. Il faut que la transition électrique devienne une authentique transition énergétique incluant tous les secteurs : le bâtiment, l'industrie et le trafic automobile.

On compte environ 19 millions de bâtiments résidentiels en Allemagne, dont seuls 4 millions ont été réhabilités. Beaucoup de chaudières sont obsolètes. Dans un quart des habitations, un brûleur au mazout fonctionne toujours. Les propriétaires ne remplacent leur installation que peu à peu. Chaque année, 1 % tout au plus du parc immobilier est vraiment modernisé. À ce rythme, en 2050, environ 10 millions de bâtiments auront été rénovés. À peine plus de la moitié, donc. Depuis des années, chaque nouveau gouvernement inscrit sur sa feuille de route le projet de subventionner la rénovation des habitations, mais cette bonne intention n'a jamais débouché sur une loi.

Pour l'industrie, l'énergie – malgré la numérisation – reste un facteur de coût essentiel. Les entreprises s'efforcent d'améliorer leur efficacité. Mais les succès sont à relativiser puisque la croissance économique se poursuit. Au bout du compte, la consommation d'énergie dans l'industrie reste pratiquement au même niveau depuis deux décennies.

De tous les secteurs, le transport est celui qui accuse le plus grand retard, la mobilité continuant à reposer, pour l'essentiel, sur l'essence et le gazole. Les émissions des voitures et des poids lourds sont au même niveau qu'en 1990. L'objectif de les réduire de 40 % d'ici à 2030 semble loin d'être atteint. Quelques chiffres simples montrent à quel point le chemin à parcourir est encore long : environ 47 millions de véhicules particuliers circulent en Allemagne, et, chaque année, on en achète environ 3,4 millions à l'état neuf. Même si la moitié de ces nouvelles voitures était équipée d'un moteur électrique – ce qui n'est pas réaliste –, à la fin des années 2020, on arriverait à peine à plus de 15 millions de véhicules dotés d'un mode de propulsion alternatif.

On ne peut donc pas se contenter de miser sur toujours plus d'électricité verte. Cela ne suffira pas à transformer en réalité le rêve d'un avenir pauvre en carbone. Il faut repenser la transition énergétique version 2.0 de façon plus large, plus universelle. Elle doit intégrer tous les secteurs, toutes les technologies et tous les marchés. À la fin, nous devons aboutir à un système hautement interconnecté, qui soit bien plus qu'une gigantesque machine produisant et distribuant de l'électricité à partir du vent et du soleil. Or, aujourd'hui, il n'y a pas un projet, ou presque, qui ne soit combattu ou ne donne lieu à des plaintes. De ce point de vue, le marché européen du carbone, lancé en 2005, s'est révélé jusqu'ici ina-

© Sachelle Babbar/ Zuma / Réa

déquat. L'UE a dispensé trop de droits à polluer. Les prix sont donc longtemps restés très bas et leur évolution est difficile à prévoir. En outre, le marché des quotas couvre à peine la moitié des émissions ; le trafic routier, le bâtiment, le commerce ou l'agriculture ne sont pas concernés.

S'il y a une leçon primordiale à retenir de ces deux décennies de transition énergétique, c'est que la politique doit se faire avec les citoyens. Il faut que ces derniers aient une idée du coût de cette transformation et comprennent qu'il est nécessaire de changer les comportements. Cela n'ira pas sans une certaine dose de renoncement. En entrant dans sa seconde phase, la plus difficile – la mise en réseau intelligente des différents secteurs –, la transition énergétique va toucher les gens de beaucoup plus près. Elle va influer sur leur façon de vivre et de se déplacer, sur les lieux où ils habitent.

Techniquement, il est possible d'affranchir d'ici à 2050 le système énergétique des sources fossiles, surtout dans un pays aussi avancé que l'Allemagne. Tout est prêt : les études, les stratégies, les installations. L'association de chercheurs Esys a émis des recommandations expliquant comment la politique, l'économie et la société pourraient atteindre ce but. D'après ses calculs, il faudrait que l'Allemagne multiplie la capacité de ses parcs solaires et éoliens par cinq – voire par sept–, qu'elle fasse des carburants synthétiques l'un des piliers du système énergétique et qu'elle introduise un prix du CO_2 s'appliquant à tous les secteurs.

Une telle révolution coûterait chaque année, selon l'Esys, 2 % du PIB, ce qui représenterait actuellement environ 70 milliards d'euros. Selon les scénarios, les dépenses atteindraient 2 000 à 3 400 milliards d'euros ; d'autres projections oscillent entre 500 et 2 000 milliards d'euros. Quoi qu'il en soit, cette seconde phase de la transition énergétique sera plus chère et plus contraignante – un projet aussi coûteux que la réunification.

— Frank Dohmen, Alexander Jung, Stefan Schultz et Gerald Traufetter sont journalistes au service économique de l'hebdomadaire allemand *Der Spiegel*.
— Cet article est paru dans *Der Spiegel* le 3 mai 2019. Il a été traduit par Baptiste Touverey.

« PAS TOUCHE, SINON J'ENFILE UN GILET JAUNE ! »

Un impôt climatique serait une solution élégante pour intégrer l'ensemble des secteurs dans un même système. Plus de 3 500 économistes du monde entier ont signé un appel pour une taxe vouée à augmenter constamment et qui s'appliquerait à tous uniformément. En Allemagne aussi, l'idée d'une taxe carbone gagne des sympathies, y compris au sein de la grande coalition. La question est simplement : à quel taux ?

Et là, tous se montrent prudents. La ministre de l'Environnement, Svenja Schulze (SPD), renvoie au président du Conseil allemand des experts économiques, Christoph M. Schmidt, qui a parlé de 20 euros par tonne. À un tel niveau, l'effet serait à peine perceptible : le litre d'essence n'augmenterait que de quelques centimes.

Les activistes de Fridays for Future (la grève scolaire pour le climat) envisagent des mesures d'une tout autre dimension. Ils considèrent le prix de 180 euros plus approprié. Le litre d'essence augmenterait alors de 43 centimes, celui de mazout de 58 centimes, un vol aller-retour d'Allemagne en Nouvelle-Zélande coûterait 2 000 euros de plus.

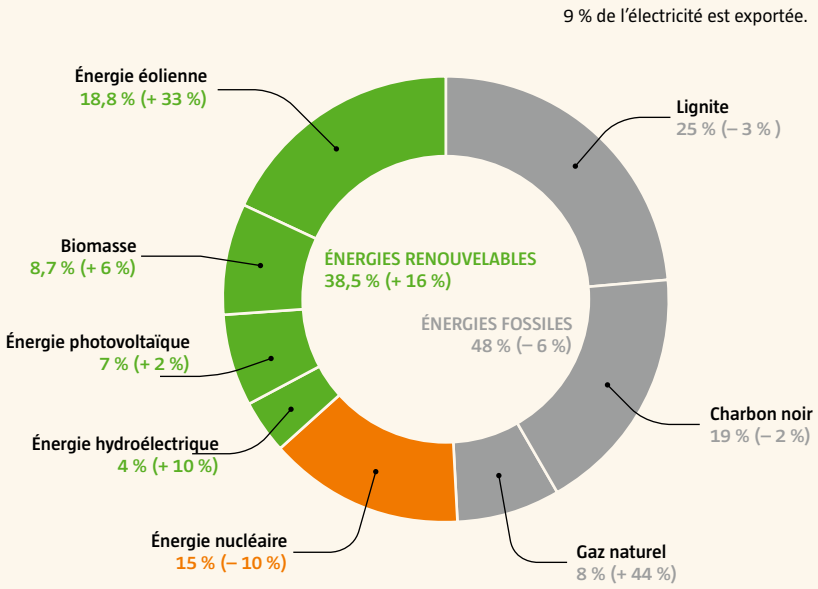
Il est évident que plus les politiciens feront monter les prix, plus il y aura de citoyens qui se sentiront lésés : ceux qui prennent la voiture pour aller au travail, ceux qui habitent de vieux logements, ceux qui prennent beaucoup l'avion. Lors de la conférence sur les systèmes énergétiques du futur, en février 2019, Thorsten Herdan, directeur de la politique énergétique au ministère de l'Économie et de l'Énergie, a décrit le dilemme auquel le gouvernement est confronté. Beaucoup font pression pour un prix du CO_2 plus élevé, mais si, ensuite, on veut vraiment changer les choses, on s'entend dire : « Pas touche, sinon j'enfile un gilet jaune ! »*

En France, c'est l'augmentation d'une taxe sur les carburants qui a provoqué la révolte de l'automne 2018. C'est pourquoi, à Berlin, on favorise un modèle inspiré de la Suisse, dans lequel une grande partie des recettes de la taxe carbone est restituée aux particuliers et aux entreprises pour compenser le fait qu'agir de façon neutre pour le climat peut être incommode et exige des sacrifices. À l'automne 2019, la décision a été prise d'instaurer une taxe carbone de 25 euros à partir de janvier 2021.

— *Der Spiegel* et *Books*

* En France, une forme de taxe carbone existe depuis 2014 : c'est la contribution climat-énergie. Elle est intégrée aux « taxes intérieures de consommation » sur les combustibles fossiles. Elle a été progressivement réévaluée pour atteindre 44,60 euros par tonne de CO_2 (hors TVA) en 2018. L'objectif était 86,20 euros en 2022, mais la progression a été arrêtée à la suite du mouvement des Gilets jaunes.

LE MIX ÉLECTRIQUE ALLEMAND EN 2017



Entre parenthèses, le comparatif de ces statistiques avec celles de 2016. Source : Fraunhofer ISE.

DOMINIQUE FINON : « LES ÉLITES CÈDENT À LA BIEN-PENSANCE »

La volonté de la France de réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité et d'augmenter celle des renouvelables ne se justifie ni économiquement ni écologiquement. Ces objectifs révèlent surtout l'influence des groupes d'intérêts sur les élus européens.

Dominique Finon est économiste des marchés électriques et des politiques énergie-climat. Directeur de recherche émérite au CNRS, il occupe également la chaire European Electricity Markets à la fondation de l'université Paris-Dauphine et dirige le Laboratoire d'analyse économique des réseaux et des systèmes énergétiques.

Trajectoires d'évolution du mix électrique 2020-2060, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), 2018, 32 p.

Cette étude a été réalisée pour le compte de l'Ademe par Artelys, avec l'appui d'Énergies demain.

Une complète « neutralité carbone » en 2050 : tel est désormais l'objectif officiel de la Commission européenne et de la France. Un pari réaliste ?

C'est d'abord un objectif symbolique qui montre que l'Union européenne – et à sa suite les États membres – prend très au sérieux son engagement d'être à la tête de la lutte contre le réchauffement climatique. Cela donne un cap pour les actions qu'il faut mener. Mais c'est incroyablement ambitieux : cet engagement impliquerait la mise en place d'une véritable économie de guerre avec des desseins très volontaristes par secteur. Par rapport à ce qui avait déjà été acté, cela signifierait une réduction de 27 % supplémentaires en dix ans, alors qu'on a déjà eu du mal à atteindre une baisse de 23 % en trente ans (1990-2020). De plus, l'objectif de neutralité carbone passe sous silence que les derniers 20 à 30 % d'émissions à effacer seront de plus en plus coûteux. Ce projet prétendument mobilisateur est porteur de coûts et provoquera de nombreuses déceptions.

En attendant 2050, la France projette de ramener à 50 % la part du nucléaire dans le secteur électrique d'ici à 2035. Pourquoi 50 % ? Pourquoi pas 0 %, comme en Allemagne dès 2022, ou, au contraire, 80 % puisque l'énergie nucléaire ne produit pas de CO_2 ?

Cet objectif, auparavant placé en 2025, était le fruit d'un compromis politique entre socialistes et Verts lors de l'arrivée au pouvoir de François Hollande, en 2012. Il n'avait de justification ni en termes économiques, ni en termes de réduction des émissions, puisque la production électrique actuelle est à 95 % décarbonée. Les décideurs soulignaient l'intérêt d'une diversification du mix électrique pour limiter les risques associés à une forte spécialisation nucléaire et faire de la place aux EnR (énergies renouvelables). Mais, effectivement, si les risques technologiques associés à une dépendance à 75 % du nucléaire, comme aujourd'hui, étaient vraiment tels qu'il faille coûte que coûte réduire la part du nucléaire et forcer le développement des énergies renouvelables par des subventions, pourquoi s'en tenir à 50 % ?

Vous parlez de « forcer le développement des énergies renouvelables ». La France s'est en effet donné comme ambition de faire monter la part de ces industries à 40 % de la production électrique. Qu'est-ce qui justifie ces 40 % ?

Rien, ni en termes de réduction des émissions de CO_2 ni économiquement. Le secteur électrique français étant déjà décarboné à 95 %, rehausser la part des EnR ne change rien. Or on ne s'interroge guère sur l'intérêt de forcer le développement des énergies intermittentes par des subventions. Beaucoup pensent aujourd'hui qu'il sera économique, car l'éolien et le photovoltaïque viennent de connaître des baisses de coût spectaculaires, les rapprochant du niveau du prix moyen du marché électrique, qui est de 50 à 60 €/MWh (euros par mégawattheure), tandis que le nouveau nucléaire passe une phase très difficile de réapprentissage. Mais personne ne semble reconnaître que le nucléaire existant rénové pour dix à vingt ans produirait à 35 à 40 €/MWh avec un niveau de sûreté rehaussé. Personne ne parle non plus des dispositifs d'appui nécessaires pour compenser un système électrique intermittent et non stockable. Il y a donc un loup quelque part, qu'il est permis de cacher grâce à la grande complexité de l'économie du système électrique.

S'il y a un « loup », comme vous dites, quel est-il ?

Ce n'est pas le prix de revient du mégawattheure produit par une technique électrique qui compte en premier, mais la valeur économique des productions et des services qu'elle offre dans le système. Il y a un monde entre une centrale pilotable à la demande, ce qui est le cas de l'hydraulique, du nucléaire et du thermique, et un équipement éolien ou solaire qui produit de façon intermittente et anarchique, sans égard pour la demande exprimée heure par heure sur le marché. La valeur économique produite n'est pas du tout la même.

De plus, l'écart de valeur s'accroît à mesure que s'ajoutent des capacités d'éolien et de photovoltaïque dans le système. Les éoliennes d'un côté, les fermes solaires de l'autre ont tendance à produire en même temps quand le vent souffle ou quand il fait beau, ce qui se traduit par une baisse de prix sur les marchés de l'électricité. Il s'ensuivra des

© Olivier Roller / Divergence

« Les risques associés au nucléaire sont connus : l'accident, avec ses impacts sur les travailleurs et les populations, et la question de la gestion des déchets », rappelle Dominique Finon. Ici la centrale de Taishan, en Chine.

© Xinhua / Réa

épisodes de plus en plus nombreux de prix nuls : un huitième de l'année avec 50 % d'énergies intermittentes, un tiers avec 75 %. Sans dispositifs d'appui, cette baisse de valeur fera que, à partir d'une certaine part d'EnR dans le système, les industriels ne pourront plus couvrir leurs coûts d'investissement et il n'y aura plus de nouvelles installations.

Existe-t-il un seuil à partir duquel les énergies renouvelables ne sont pas rentables ?

Oui, mais cela dépend des pays. Dans les exercices de modélisation où l'on simule la création d'un système électrique à partir de zéro, cette part optimale est faible lorsque l'option nucléaire est ouverte, ce qui est le cas en France : de l'ordre de 10 à 15 % selon que l'on recourt ou pas à des stockages, et ce avec des coûts réalistes de 50 à 60 €/MWh pour l'éolien et le photovoltaïque et de 75 €/MWh pour le nouveau nucléaire. Dans les pays qui ont abandonné l'option nucléaire, comme l'Allemagne, elle est au maximum de 50 %, même avec une taxe carbone très élevée de 100 €/t CO_2 (euros par tonne de CO_2). Donc, même dans ces pays, il y a un vrai problème quand l'objectif explicite est de pousser le développement des énergies intermittentes jusqu'à 90 % voire 100 % de part de production vers 2050.

Si l'on dépasse ce seuil en utilisant des dispositifs d'appui aux renouvelables, les coûts d'ensemble du système croissent sensiblement. Un exercice de l'OCDE montre que, dans les pays gardant l'option nucléaire ouverte, si, par des dispositifs de subventions, la part des énergies intermittentes atteint 80 %, le coût de fourniture de l'électricité sera 75 % plus élevé que dans un scénario où les renouvelables ne dépassent pas le seuil optimal. Ce qui est inquiétant, dans cette histoire, c'est qu'en France on développe à l'aveugle les renouvelables sur la base de dispositifs de subventions sans trop s'interroger.

Derrière tout cela, n'est-ce pas la question du nucléaire qui se joue ?

À suivre les discours actuels, la part de production d'électricité par les renouvelables passerait de 23 % en 2020 à 40 % en 2030. On risque d'atteindre 60 % en 2040 et de 80 à 90 % en 2050, comme les États qui rejettent le nucléaire, Allemagne en tête. Sous les applaudissements de Bruxelles, fortement influencé par ces pays. Nous sommes dans une logique qui conduit de façon subreptice à l'abandon progressif de l'option nucléaire. Il faudrait en changer bientôt pour qu'en Europe le nucléaire puisse être placé sur le même plan que les EnR dans les pays qui choisissent de ne pas l'abandonner.

Ceux qui, parmi les élites françaises, sourient béatement aux groupes d'intérêts constitués autour des renouvelables contribuent au travail de sape de l'option nucléaire menée par les experts écologistes et antinucléaires et les ONG environnementalistes qui dictent la bien-pensance actuelle.

Tout de même, ne peut-on pas dire que le nucléaire est complémentaire des EnR et non pas concurrent, contrairement à ce que vous laissez entendre ?

On pourrait le penser en voyant qu'on adapte les tranches nucléaires pour suivre les variations de production des EnR quand celles-ci produisent beaucoup en même temps. Mais, comme source de flexibilité, ce n'est pas l'idéal par rapport à l'hydraulique et aux turbines à gaz, qui ont un fonctionnement très souple. De plus, une telle solution ne va pas rehausser la valeur économique des EnR par rapport au nouveau nucléaire, et encore moins par rapport au nucléaire rénové. Il s'agit davantage d'une adaptation du parc nucléaire aux contraintes imposées au système électrique par la production variable ●●●

●●● des EnR développées à grande échelle. C'est comme si l'on soumettait le nucléaire à l'objectif purement politique de développer les EnR dans le seul but de les développer.

Peut-on comparer les risques associés au nucléaire et ceux qui sont associés aux énergies renouvelables ?

Eh bien, parlons-en, mais en élargissant la question aux impacts environnementaux de chacune des deux options. Les risques associés au nucléaire sont bien connus : l'accident, avec ses impacts sur les travailleurs et les populations, et, bien sûr, la sempiternelle question de la gestion des déchets, qui, selon les opposants, ne pourra jamais être résolue au regard de l'échelle du temps géologique pendant lequel il faudrait contrôler certains d'entre eux. Le problème avec ces deux types de risque est que, dans le processus politique, ce n'est pas le risque objectivé qui compte, mais le danger tel qu'il est perçu et dans lequel se mêle une bonne dose d'irrationnel. Le jeu médiatique entretient, voire attise ce problème en jouant sur l'émotionnel, sans parler de la plaie des réseaux sociaux qui s'y est ajoutée récemment. Depuis l'accident de Fukushima, tous les médias sont dans la défiance à l'égard du nucléaire. Aussi ne sera-t-il sera jamais suffisant de montrer que la régulation de la sûreté nucléaire en France, à la fois indépendante et compétente, est la plus sévère du monde, et que toutes les difficultés, même les plus improbables en la matière, sont envisagées et traitées en profondeur. Il ne sera pas non plus suffisant de faire observer que, dans plusieurs pays – la Suède, la Finlande, le Canada –, des solutions de stockage définitif ont été reconnues comme sûres et adoptées démocratiquement après un débat apaisé.

Quant à l'impact des programmes éoliens sur les paysages, la faune et les riverains, il n'est pas de même nature que les risques nucléaires, mais il n'est pas négligeable, comme en témoignent les nouvelles difficultés rencontrées par les projets d'éolien à terre en Allemagne et au Danemark, pays phares en ce domaine. Ces raisons de blocage seront accrues par l'effet d'emprise au sol de ces énergies de faible densité de production. Selon les projections de l'Ademe, une production de 100 TWh (térawattheures), le cinquième de la demande totale, par des éoliennes exigerait 6 000 kilomètres carrés de surface disponible ; des tranches nucléaires produisant la même quantité d'électricité ne mobiliseraient que 60 kilomètres carrés.

En quoi l'industrie nucléaire se distingue-t-elle de celle des renouvelables ?

L'économie des renouvelables est aussi capitalistique que celle du nucléaire, mais les renouvelables s'inscrivent bien mieux dans les critères du capitalisme financiarisé. Les projets sont de moindre dimension, à réalisation plus rapide et moins exposés à un risque réglementaire et politique. Il y a un problème, tout de même : les renouvelables ne prospèrent que sur la base de dispositifs de subventions qui garantissent les revenus des promoteurs et reportent les risques de l'investissement sur l'État.

Quant au nucléaire, il est dans une phase difficile de réapprentissage dans les pays de l'OCDE, ce qui se traduit par l'allongement considérable des délais de construction et l'explosion des devis de départ. Ce n'est vraiment pas bon pour les financiers. Mais est-ce une raison pour condamner sans appel cette industrie décarbonée dont les équipements de production sont pilotables et peuvent produire à pleine puissance presque toute l'année ?

Pourquoi l'accord de Paris sur le climat exclut-il le nucléaire de la liste des technologies bas carbone ?

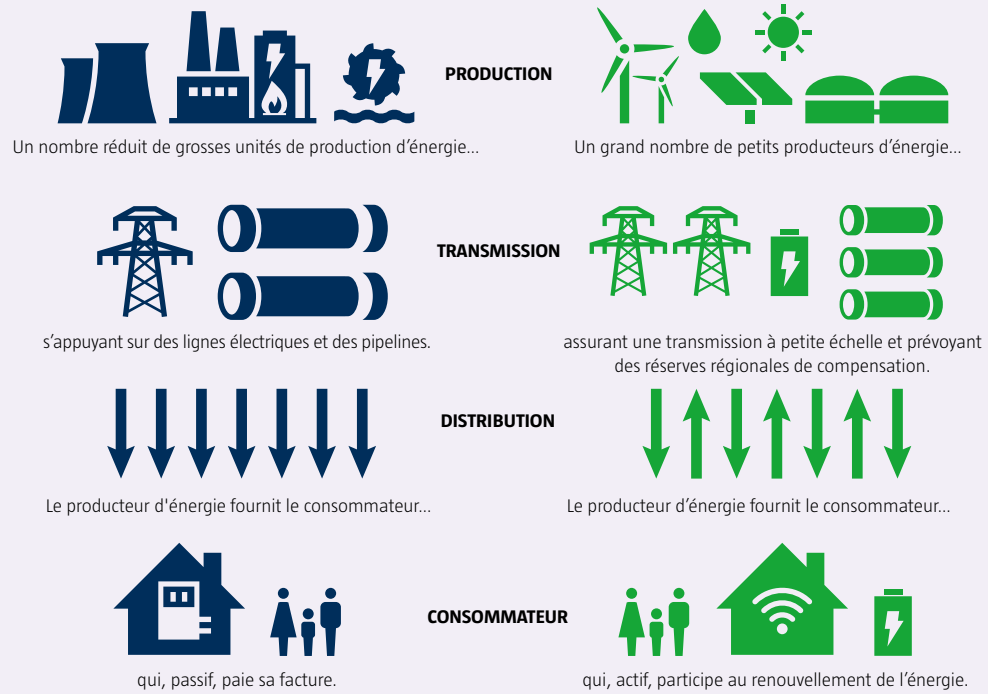
C'est le même problème qu'au sein de l'Union européenne, où le nucléaire n'a pas acquis le statut de technologie bas carbone. À ce titre, il devrait pourtant être autant soutenu que les renouvelables. Les pays qui rejettent le nucléaire pour des raisons idéologiques ont été et sont très influents – sur le plan mondial comme en Europe – pour empêcher qu'il soit traité sur un pied d'égalité. Les pays qui maintiennent l'option nucléaire ont mauvaise presse ; ils ne cherchent pas non plus à imposer leur point de vue, car ils sont aussi travaillés par des dissensions internes.

Pourquoi la droite est-elle dans l'ensemble plus critique que la gauche à l'égard des éoliennes ?

C'est probablement dû à une croyance plus forte dans les bienfaits du nucléaire, notamment en termes d'indépendance énergétique. Cela lui fait regarder les renouvelables avec condescendance. De plus, la réussite du programme nucléaire français vient des choix des gouvernements de droite des années 1960 et 1970. La droite n'est pas non plus aussi attirée que certains à gauche par les vertus de la décentralisation. Or beaucoup ne considèrent les renouvelables, à tort d'ailleurs, que comme des énergies décentralisées. ■

— Propos recueillis par *Books*.

VERS UN SYSTÈME DÉCENTRALISÉ ?



Un réseau d'électricité traditionnel (à g.) et un réseau d'électricité décentralisé (à dr.). Ce dernier favorise la circulation d'informations entre fournisseurs et consommateurs afin d'ajuster le flux d'électricité en temps réel.

© ENERGY ATLAS 2018

ABONNEZ-VOUS OU ABONNEZ UN AMI !

NOUVELLE OFFRE !

8 € par mois

version papier + numérique

✓ 10 années d'archives numériques

Offre valable pour la France métropolitaine + Corse, Belgique, Luxembourg et Suisse

Pour bénéficier de cette offre, rendez-vous sur notre site books.fr

11 numéros - dont 1 hors-série

Soit 1 an d'abonnement - Vos numéros de *Books* en version papier et numérique

98 €

✓ 10 années d'archives numériques

Abonnez-vous par CB sur **books.fr** ou en remplissant ce bulletin

Bulletin d'abonnement à envoyer sous enveloppe non affranchie à : BOOKS – ABO PRESS – AUTORISATION 51527 – 67409 ILLKIRCH CEDEX

Je préfère m'abonner à *Books* pour 1 ou 2 ans :

☐ **11 numéros de *Books*** dont **1 hors-série** au tarif de **98 €** au lieu de 132 €*
Tarif pour France métropolitaine + Corse. DOM-TOM et étranger : nous consulter

*Tarif en kiosque

☐ **22 numéros de *Books*** dont **2 hors-série** au tarif de **174 €** au lieu de 264 €*
Tarif pour France métropolitaine + Corse. DOM-TOM et étranger : nous consulter

Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque bancaire ou postal à l'ordre de ***Books*** hors abonnement digital

☐ Par carte bancaire (VISA/Mastercard)

N° |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Date d'expiration |_|_| |_|_| Le cryptogramme |_|_|_|
(au dos de ma carte)

Date et signature obligatoires

Adresse de livraison :

☐ **M.** ☐ **Mme** **Prénom** .....

Nom .....

Adresse .....

.....

CP ..... **Ville** .....

Mail ..... **@** .....

☐ **J'accepte de recevoir les offres de *Books***

☐ **J'accepte de recevoir les offres des partenaires de *Books***

Vous pouvez acquérir chaque numéro et hors-série de *Books* au prix de 12 €.
Conformément à la loi Informatique et libertés du 06/01/1978, vous avez droit d'accès, de rectification, de suppression et d'opposition aux informations vous concernant.
Ce droit peut s'exercer auprès du service abonnement de *Books*, 4, allée Verte, 75011 Paris.

Cahier 2 — *Books* n° 105 | mars 2020

Directeur de la rédaction et de la publication : Olivier Postel-Vinay
Création graphique : Pierre Seydoux
Direction photo : Géraldine Lafont
Secrétariat de rédaction : François Morice
Révision : Emmanuelle Dunoyer et Elsie Azrak

Ont collaboré à ce supplément (rédaction) :
Patrice Cahart, Hubert Flocard, Jean-Pierre Le Gorgeu, Jean-Pierre Pervès.

Ont collaboré à ce supplément (traduction) :
Clara Jacquot, Baptiste Touverey.

Éditrice, relations presse :
Stéphanie Rian – 01 75 77 08 02 – stephanie@books.fr

Responsable des abonnements :
Frédéric Eschwège – frederic@books.fr

Responsable du développement et de la publicité :
Anne-Solange Muis – anne-solange@books.fr – 06 81 60 86 37

En couverture :
© Michael Betts/ Digital Vision/Getty

Impression : Aubin Imprimeur - LIGUGE
Origine géographique du papier : FINLANDE
Taux de fibres recyclées : 0 %
Certification des fibres utilisées : PEFC
Indicateur environnemental : eutrophisation (P total) : 0,011 kg/t

Abonnements : books@abopress.fr – Tél. : 03 88 66 26 19

SAS BOOKS. 4, allée Verte, 75011 Paris.
Tél. : 01 75 77 08 02 – e-mail : courrier@booksmag.fr

BOOM DE L'OFFSHORE ANGLAIS, POUR UN COMBAT INCERTAIN

La Grande-Bretagne favorise désormais l'éolien en mer et est devenue le premier marché mondial de l'offshore. Mais le coût est élevé et la neutralité carbone est loin d'être assurée.

The Economist.

Burn Out: The Endgame for Fossil Fuels (« Burn Out : fin de partie pour les combustibles fossiles »), Yale University Press, 2017, 304 p. **Dieter Helm** est professeur d'économie politique à Oxford. Il est également l'auteur de *The Carbon Crunch* (Yale University Press, édition révisée en 2015) et de *Green and Prosperous Land: A Blueprint for Rescuing the British Countryside* (William Collins, 2019).

Ces derniers mois, tous les sept jours environ, dans les docks du port de Hull (sur la côte est de l'Angleterre), des pièces de turbine étaient chargées sur un immense bateau : des pales longues de 75 mètres, des tours hautes de 90 mètres, des nacelles pesant 400 tonnes ; toutes ces masses d'acier, de fibre de verre et d'engrenages qui transforment le vent en énergie. Le bateau transportait sa marchandise sur 120 kilomètres en mer du Nord, là où des fondations attendaient dans les vagues. Les installations du Hornsea Project One ont été achevées en octobre 2019 : 174 turbines réparties sur 407 kilomètres carrés. C'est le plus grand parc éolien offshore du monde. Déjà programmé, le Hornsea Project Two sera encore plus important[1].

La Grande-Bretagne est le plus grand marché mondial de l'éolien en mer. En 2018, les turbines plantées au large de ses côtes avaient une capacité de 8 GW (gigawatts), soit près d'un tiers de plus que le deuxième marché, celui de l'Allemagne. Le chiffre devrait encore augmenter. En 2030, la Grande-Bretagne devrait avoir une capacité éolienne offshore de 30 GW, devancée seulement par la Chine, laquelle continuera à progresser rapidement. Le Comité sur le changement climatique britannique entend que les investissements se poursuivent, l'offshore étant un élément central de la stratégie du gouvernement pour atteindre l'objectif de zéro émission net d'ici à 2050.

Pour certains, ces considérations montrent qu'un État peut stimuler le développement rapide d'énergie propre. Pour d'autres, elles révèlent surtout le coût de l'ingérence dans les marchés de l'énergie. Ces deux affirmations sont exactes.

Partout dans le monde, les États cherchent à réduire drastiquement les émissions liées à la production d'électricité, une tâche que le passage aux voitures électriques rend encore plus urgente. L'offshore présente un avantage naturel. Le vent souffle la nuit et durant l'hiver, complétant l'énergie produite par les panneaux solaires. Placez les turbines en mer et vous esquiverez aussi les Nimby[2], qui détestent les voir implantées sur terre *[lire « Batailles rangées sur le sol britannique », p. 36]*. Toutefois, la capacité globale de l'offshore représente environ un vingtième de celle de l'éolien terrestre ou du solaire, car jusque très récemment il était encore hors de prix.

Le boom britannique est dû, d'une part, à la géographie – l'île est dotée de vents puissants et de mers peu profondes – et, d'autre part, à une volonté politique. L'impulsion en faveur des énergies renouvelables s'est accentuée en 2008, quand le Climate Change Act a exigé qu'en 2050 le niveau des émissions de gaz à effet de serre soit au moins inférieur de 80 % à celui de 1990. Les politiques ont favorisé l'offshore en finançant la recherche ainsi qu'une installation géante dans le Northumberland, destinée à tester les pales. Mais l'élément déterminant, ce sont les subventions.

Londres a décidé d'augmenter son soutien financier aux jeunes parcs éoliens de grande capacité plutôt qu'à l'éolien terrestre ou au photovoltaïque. Tel le London Array, au large des côtes du Kent, à 20 kilomètres de l'estuaire de la Tamise, achevé en 2013. L'éolien offshore, immature et gourmand en capitaux, exigeait d'être aidé, soutenait-on. En 2013, les ministres ont autorisé l'ouverture d'enchères compétitives pour les énergies à faible émission de carbone. Les entreprises ont répondu à des appels d'offres pour des contrats d'une durée de quinze ans, l'État s'engageant à payer la différence entre le prix garanti et le prix du marché. Depuis 2015, ces enchères ont exclu l'éolien terrestre et le solaire.

Les contrats de longue durée donnent aux entreprises assez de sécurité pour investir. En 2014, Siemens Gamesa, qui fabrique les turbines de Hornsea One, a décidé de construire une usine

UN COÛT CONSIDÉRABLE

Selon l'Office for Budget Responsibility, le coût total des subventions accordées aux énergies renouvelables pour la production d'électricité atteindra près de 11 milliards de livres (13 milliards d'euros) par an en 2020-2021. Les aides à l'éolien en représenteront la moitié. Une campagne publicitaire – lancée par Greenpeace et d'autres ONG – qui soutenait que le prix de l'énergie éolienne était désormais inférieur à celui des énergies fossiles a dû être retirée après une plainte de l'autorité de contrôle de la déontologie des publicités. Selon le Pr Gordon Hughes et certains de ses confrères de l'université d'Édimbourg, qui ont publié une étude sur le site peu orthodoxe de la Global Warming Policy Foundation, le coût en capital des nouvelles fermes offshore continue de grimper. En février 2019, Ørsted a admis qu'il va sans doute devoir réparer les pales de plus de 600 turbines. Le montant de l'opération s'élèverait à environ 1 million de livres (1,18 million d'euros) par turbine*. ●

— Books

* Source : James Delingpole, *Daily Mail*, 5 novembre 2019.

Depuis 2008, la capacité de l'éolien marin britannique a été multipliée par vingt. Il représente aujourd'hui un quart de la production d'énergie renouvelable. Ici, le parc du Hornsea Project One, en mer du N.

© Orsted / Handout/EPA/Maxppp

de pales à Hull. L'entreprise y fabriquera des pales plus longues pour Hornsea Two. Produire plus d'énergie avec moins de turbines abaissera le coût d'installation. Les nouvelles pales feront 167 mètres de longueur – plus d'une demi-tour Eiffel.

Le reste de l'industrie a également mûri. Le danois Ørsted, qui est actuellement le plus grand développeur du monde d'éoliennes en mer, a fait ses armes en Grande-Bretagne. En 2014, l'entreprise a obtenu des contrats pour construire trois grandes fermes éoliennes, dont Hornsea One. « Cela nous a permis de commencer à industrialiser notre façon de construire », souligne Henrik Poulsen, son directeur général. Ørsted a fait des achats en gros de turbines et de câbles et a peaufiné chaque étape, du choix des sites à la maintenance.

À certains égards, c'est un vrai succès. Au cours de la dernière décennie, la capacité de l'offshore britannique a été multipliée par vingt. Il représente à présent un quart de la production d'énergie renouvelable. En 2015, le prix minimal garanti lors du premier cycle des enchères était de 114,39 livres *[soit 160 euros de l'époque]* par mégawattheure. En 2017, les projets les moins chers, comprenant le Hornsea Two d'Ørsted, ont remporté les enchères avec une offre de seulement 57,50 livres *[66 euros]*. Le prix est descendu à 39,65 livres *[46,40 euros]* aux enchères de septembre 2019. Bénéficiant du retour d'expérience britannique, d'autres pays, dont les États-Unis et Taïwan, développent leurs projets marins.

Néanmoins, des doutes considérables planent encore. En mars 2019, le gouvernement a annoncé un accord avec l'industrie éolienne offshore, dans l'espoir d'accroître son impact économique. L'État organisera des enchères tous les deux ans. En retour, il « attend de ce secteur qu'il continue à réduire ses coûts, s'engageant à diminuer leur impact sur les contribuables tout en investissant dans l'industrie pour en stimuler la croissance ».

L'éolien en mer a créé des emplois industriels, comme à l'usine de Hull. Mais, compte tenu du coût relativement élevé du travail dans le pays, il n'est pas évident que cela favorise la réduction du prix de l'énergie. « La Grande-Bretagne jouit d'un avantage comparatif pour produire du savoir, pas pour fabriquer des objets », déclare Richard Howard, le directeur de recherche d'Aurora Energy Research.

Le débat sur les coûts pourrait s'intensifier. En 2017, Dieter Helm, professeur d'économie politique à l'université d'Oxford, a écrit une critique cinglante du marché de l'énergie britannique, montrant que les consommateurs continuaient de payer des prix élevés en dépit de la chute du coût des énergies renouvelables. Principaux coupables : les contrats généreux et de longue durée accordés aux développeurs de l'offshore. Ørsted a accepté de construire Hornsea One pour 140 livres par mégawattheure *[165 euros]*, soit environ trois fois le prix de vente en gros de l'électricité en vigueur. En 2018, un cinquième de la facture d'électricité des particuliers était imputable à la politique environnementale. Dieter Helm soutient qu'un prix du carbone identique appliqué à l'ensemble des secteurs de l'économie aiderait le pays à choisir l'énergie la moins chère et libérant le moins d'émissions possible. Au lieu de cela, constate-t-il, « nous opérons en protégeant différentes technologies ».

Étant donné son objectif du zéro émission net, la Grande-Bretagne doit également s'attaquer au défi de l'équilibrage du réseau. En 2019, le Comité sur le changement climatique a déclaré qu'il serait souhaitable que la capacité de l'éolien offshore atteigne le niveau impressionnant de 75 GW en 2050. Cela exigerait d'installer chaque année, pendant trente ans, environ 180 des plus grandes turbines d'aujourd'hui. Générer autant d'énergie à partir de sources intermittentes va nécessiter d'investir dans des technologies qui n'existent pas encore, notamment dans des batteries capables de stocker de l'énergie pendant plusieurs semaines *[lire « Un coût considérable », p.30]*.

L'état actuel du réseau n'inspire pas confiance. Le 9 août 2019, la foudre a stoppé la production d'Hornsea One et de celle d'une petite centrale à gaz, ce qui a provoqué une coupure de courant. La panne a révélé l'existence d'autres anomalies dans le système d'électricité britannique, qui devront être résolues si le pays veut se décarboner. Le gouvernement devait publier un livre blanc sur l'énergie en 2019 pour traiter ces questions. Pris dans la tourmente du Brexit, ce projet, comme tant d'autres, a été mis sous le boisseau. ■

— Cet article est paru dans
The Economist le 21 septembre 2019
Il a été actualisé par *Books* et traduit de l'anglais par Clara Jacquot.

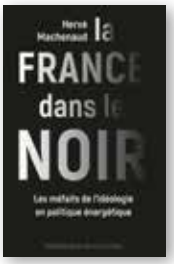
1. À leur point le plus proche, les éoliennes sont installées à 38 kilomètres de la côte, soit deux à trois fois plus loin que celles des projets français. La profondeur de l'eau varie entre 22 et 73 mètres.

2. Nimby est l'acronyme de « *Not in my backyard* » (« pas dans mon arrière-cour »), évoquant l'attitude de riverains qui acceptent le principe d'un projet mais s'opposent à sa réalisation dans leur voisinage, préférant que les autres en subissent les effets négatifs..

KATHERINE POUJOL : « LES ÉOLIENNES POSÉES EN MER MENACENT LA BIODIVERSITÉ DE NOS CÔTES »

Sur les côtes françaises, l'éolien offshore n'a pas plus de justification environnementale ou économique que les éoliennes terrestres. Les premiers projets retenus, très onéreux, sont situés dans des zones peu ventées et font fi des écosystèmes.

Katherine Poujol est la présidente de l'association Gardez les caps, dans les Côtes-d'Armor, qui milite pour la protection des écosystèmes marins et des équilibres socio-économiques associés, notamment la pêche artisanale dans les baies de Saint-Brieuc et de Saint-Malo. L'association veille en particulier à ce que le nécessaire développement des activités économiques se concilie harmonieusement avec le respect de l'environnement marin.



La France dans le noir. Les méfaits de l'idéologie en politique énergétique, Manitoba/Les Belles Lettres, 2017, 126 p.

Hervé Machenaud est un ingénieur français. Il a fait l'essentiel de sa carrière chez EDF, dont il a notamment dirigé la branche Asie-Pacifique de 2002 à 2017.

Dans quel contexte, à votre avis, les éoliennes posées sur le fond marin se justifient-elles ?

En moyenne, une éolienne terrestre fonctionne 21 % du temps à sa capacité, une éolienne en mer, 33 %. Quand il n'y a pas de vent, c'est 0 %. Alors, tant que nous ne savons pas comment stocker l'électricité en grande quantité, à un prix raisonnable, avec des technologies peu gourmandes en combustibles fossiles et en minéraux rares, les éoliennes en mer, comme leurs sœurs terrestres, n'ont pas de justification énergétique ou environnementale. Voyez l'Allemagne, qui a le parc offshore le plus important d'Europe avec environ 1 200 éoliennes raccordées au réseau : elle produit néanmoins l'une des électricités les plus carbonées d'Europe.

Les côtes françaises se prêtent-elles à ces installations ?

Très difficilement, pour trois raisons : le régime des vents, la configuration du sol marin et la grande diversité des écosystèmes littoraux. Pour avoir la garantie d'un taux de charge suffisant, une éolienne en mer doit être implantée dans un site doté d'un vent fort et régulier. Comme le sol marin plonge rapidement, les sept projets français ont été placés au plus près des côtes, à 16 kilomètres des caps d'Erquy et Fréhel, du Tréport et des falaises d'Étretat ; à 12 kilomètres de l'île d'Yeu et de La Baule ; à 10 kilomètres d'Arromanches-les-Bains ou de Dunkerque. Or, plus on se rapproche des côtes, moins les vents dominants sont forts et réguliers. De plus, de Dunkerque à Oléron, les vitesses de vent sont plus faibles qu'en mer du Nord ou qu'en mer Baltique. La Commission européenne ne s'y est d'ailleurs pas trompée, qui écrivait en juillet 2019 : « La côte française présente les particularités suivantes par rapport aux sites éoliens en mer existant en Europe : vents plus faibles en comparaison des sites en mer du Nord ou Baltique, et une nature de sol plus complexe (sols rocheux carbonatés au lieu de sols sableux ou argileux). »

La nature « plus complexe » de nos sols explique aussi la riche biodiversité de nos eaux littorales. À la différence des mers du Nord et Baltique, elles produisent une nourriture abondante. La pêche côtière y est très développée. Il s'agit d'une pêche artisanale gérée de manière responsable. Elle représente des milliers d'emplois et fait vivre le littoral. Les sept projets sont tous placés au cœur de ces zones de pêche artisanale.

Quel est le coût des projets actuels ?

Hormis le projet de Dunkerque, le plus récent, les projets français sont tarifés à plus du double des prix pratiqués en Europe, le prix de rachat garanti pour Saint-Brieuc allant jusqu'à 155 €/MWh (euros par mégawattheure). Le détail des coûts a été révélé par la Commission européenne en juillet 2019. Les aides de l'État représentent près de 4,7 milliards d'euros pour Saint-Brieuc et environ 3,6 milliards d'euros pour chaque autre projet, sauf pour celui de Dunkerque (2 milliards d'euros, tout de même). Il faut ajouter, pour chacun, 400 millions d'euros pour le raccordement électrique à terre pris en charge par RTE (Réseau de transport de l'électricité) et 50 millions environ pour l'exonération de la taxe d'occupation du domaine public maritime accordée pendant quarante ans à l'exploitant. Aucune réduction d'émission de gaz à effet de serre n'est à attendre. Pour pallier l'intermittence du projet de Saint-Brieuc, une centrale thermique à gaz est actuellement en construction à Landivisiau, dans le Finistère. Elle est elle-même subventionnée : 800 millions d'euros sur vingt ans. Bien sûr, le gaz est importé.

Témoignant devant l'Assemblée nationale en mai 2019, l'ingénieur consultant Jean-Marc Jancovici, membre du Haut Conseil pour le climat, déclarait : « S'il y a un truc qu'il faut arrêter tout de suite, c'est l'éolien offshore. L'éolien offshore, aujourd'hui, c'est 25 milliards d'euros d'argent public. Avec les 25 milliards d'euros en question, vous avez de quoi payer 6 000 euros de prime de conversion du fuel à la pompe à chaleur aux 4 millions de ménages français qui sont chauffés au fuel, qui sont souvent des ruraux, souvent précaires, et souvent des Gilets jaunes soit dit en passant. » Le mois précédent, le Premier ministre, Édouard Philippe, avait lui-même déploré, dans un courrier, un coût « très significatif », soit « encore près de 1,3 milliard d'euros de dépenses

Les sept projets français d'éoliennes en mer sont situés dans des zones de pêche représentant des milliers d'emplois. Ici à Erquy (Côtes-d'Armor).

© Benoit Decout / Réa

publiques annuelles » pendant une vingtaine d'années.

Dans quelles conditions les sept projets concernant les côtes françaises ont-ils été retenus ?
Dans le même courrier, Édouard Philippe soulignait les « difficultés majeures » de ces appels d'offres, « lancés trop tôt avec des procédures inadaptées et pour des volumes trop importants ». La France a lancé trois appels d'offres, attribués en 2012 pour les sites de Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Saint-Nazaire, en 2014 pour ceux de Dieppe-Le Tréport et d'Yeu-Noirmoutier, en 2019 pour celui de Dunkerque. Les deux premiers ont été lancés dans la précipitation, et les sites ont été choisis sans études préalables, à la différence de ce qui se pratique ailleurs en Europe. Ce sont les promoteurs qui ont mené l'ensemble des études d'impact économique et environnemental, et cela après l'attribution des appels d'offres. Juge et partie, le promoteur a choisi les méthodologies d'étude et les prestataires. Interrogé en mai 2019 à l'Assemblée nationale sur le projet Dieppe-Le Tréport, Jean-Louis Bal, président du Syndicat des énergies renouvelables, qui regroupe les industriels du secteur, observait lui-même : « Je ne sais pas s'il se réalisera un jour, mais c'est un projet qui montre ce qu'il ne faut pas faire. On a eu une concertation qui a été menée après adjudication par l'État, avec une zone qui était déjà figée, qu'on ne pouvait pas faire évoluer. » Le troisième appel d'offres, qui concerne Dunkerque, a bénéficié des erreurs du passé avec la mise en place d'une nouvelle procédure calquée sur ce qui se passe à l'étranger. Le gouvernement a pris en charge en amont les études d'impact préalables de levée des risques[1].

Quelle valeur faut-il accorder aux études d'impact qui ont été réalisées ?
Les rapports rendus par les maîtres d'ouvrage sont redoutablement volumineux et organisés en une multitude de dossiers et annexes truffés de renvois d'un document à l'autre. Un parti pris qui rend très difficile la compréhension générale de l'impact d'un projet. S'ajoute à cela le choix initial d'une méthodologie d'étude datée, qui découpe les écosystèmes en espèces étudiées isolément sans prendre en compte la chaîne du vivant dans son ensemble.
Quelle que soit la qualité des études réalisées, leur tendance globale a été de minimiser les conséquences des projets, de conclure à des impacts « négligeables » ou « faibles », d'oublier de prendre en compte certaines espèces animales ou encore de mettre en œuvre des méthodologies contestables, des protocoles inadaptés. Quant à la séquence « éviter-réduire-compenser » imposée aux maîtres d'ouvrage dans le cadre du Code de l'environnement, elle relève de la fiction. Quand ils reconnaissent un impact négatif, ils n'apportent quasiment jamais de solution, voire la refusent si elle leur est proposée. La notion de compensation est elle-même une mystification : il n'y a pas de compensation possible de la destruction d'habitats et d'espèces en mer.

De quelles sources scientifiques dispose-t-on pour prévoir l'impact de l'éolien en mer français sur les poissons et les oiseaux ?
Il existe un certain nombre de travaux scientifiques qui analysent l'impact négatif des vibrations acoustiques, de la turbidité, du remaniement du socle océanique, des champs électromagnétiques ou encore du largage d'aluminium sur la faune marine – les travaux des biologistes Laurent Chauvaud et Michel André, par exemple.
En revanche, les retours d'expérience des parcs offshore de la mer du Nord, implantés sur des fonds sablo-vaseux pauvres en biodiversité, ne peuvent être transposés aux projets français, les écosystèmes marins étant trop différents. Les côtes françaises offrent une mosaïque d'habitats naturels riches et complexes, qui jouent un rôle essentiel comme zones de reproduction et de nourrissage. On ne peut avoir aucun doute quant à l'impact négatif sur la santé de la faune marine, des invertébrés et des coquillages.
Concernant la faune aviaire, la Ligue pour la protection des oiseaux a publié une étude sur la mortalité des oiseaux due aux éoliennes terrestres en 2017, montrant qu'elle est au moins deux fois plus importante quand les aérogénérateurs sont situés à proximité des zones de protection spéciale (ZPS) Natura 2000. Or tous les projets d'éolien en mer français jouxtent une ZPS – voire deux en baie de Saint-Brieuc ! La Manche est un couloir de migration majeur : 80 % des transits ont lieu de nuit. Hauts de 210 mètres, avec une vitesse de 340 km/h en bout de pale, les parcs éoliens dressent de redoutables barrières lumineuses, dont les effets se cumulent d'un parc au suivant.
Le Conseil national de protection de la nature rappelle ainsi que « la baie de Saint-Brieuc, au sein du couloir de migration majeur du paléarctique occidental qu'est la Manche, est un secteur de grande importance européenne pour de nombreuses espèces, notamment d'oiseaux et de mammifères marins, dont plusieurs fortement menacées. » Le désastre environnemental est prévisible. ■

— Propos recueillis par *Books*.

1. Le projet de Dunkerque a néanmoins été conçu sans bien tenir compte des voies de navigation, ce qui pourrait créer un contentieux avec la Belgique.

ET MAINTENANT, DES ÉOLIENNES FLOTTANTES !

Elles coûtent 5 à 6 fois plus cher que les éoliennes à terre et près de 2 fois plus cher que l'offshore posé. Quatre projets seront généreusement financés par l'État. Pour quel bénéfice ?

PAR JEAN-PIERRE LE GORGEU, HUBERT FLOCARD ET JEAN-PIERRE PERVÈS.

Réchauffement climatique. Bonnes questions et vraies réponses, Les Unpertinents, 2019, 120 p. Ce livre collectif a été écrit par des membres de l'association Sauvons le climat, créée en 2004 pour lutter contre le réchauffement climatique et informer sur les sujets concernant le climat et l'énergie.

Un nouveau gouffre financier – celui de l'éolien flottant – s'ouvre-t-il aujourd'hui en France, après ceux de l'éolien terrestre et de l'éolien posé sur le fond marin ? Face aux difficultés rencontrées le long de nos côtes par les projets d'éoliennes posées, l'éolien flottant, installé plus au large, est jugé moins conflictuel. De plus, cette technologie présente l'avantage de permettre une construction à quai, la structure étant ensuite remorquée jusqu'au site.

Un appel à manifestation d'intérêt a ainsi été lancé par l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) en 2016 pour la réalisation simultanée de quatre projets de « fermes pilotes d'éoliennes flottantes » de puissance unitaire de 24 MW (mégawatts) : Eolfi au large de Groix et de Belle-Île, sur la côte Atlantique, et les trois autres en Méditerranée (EolMed, Provence grand large et Éoliennes flottantes du golfe du Lion).

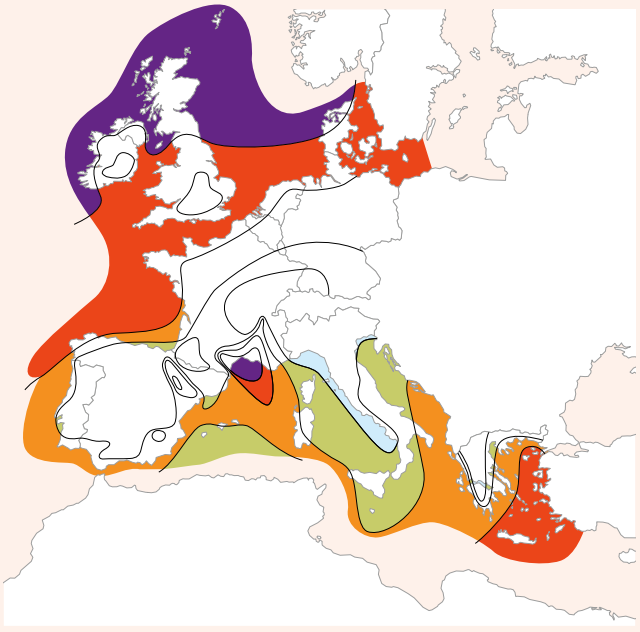
Aucune éolienne flottante industrielle n'est encore opérationnelle en France. Seul un démonstrateur de 2 MW fonctionne, proche de la côte, au large du Croisic (Loire-Atlantique), installé sur un flotteur développé par la société française Ideol et destiné au projet EolMed. L'éolienne est fixée sur un caisson flottant qui pèse 5 000 tonnes, mesure 36 mètres de côté et a un tirant d'eau de 7,50 mètres. Le caisson est ancré par 38 mètres de profondeur grâce à six lignes d'ancrage en Nylon. L'éolienne aurait produit 2,2 GWh (gigawattheures) au premier semestre 2019, ce qui correspond à un facteur de charge faible de 12,5 %, sans doute en relation avec son caractère expérimental.

Le seul retour d'expérience significatif dont nous disposons actuellement sur l'éolien flottant est celui de la ferme pilote Hywind, qui fonctionne depuis octobre 2017 à 25 kilomètres au large de la côte nord-est de l'Écosse. Elle est exploitée par la firme pétrolière norvégienne Equinor (ex-Statoil). Cinq machines de 6 MW seulement sont posées sur des flotteurs de 91 mètres de hauteur, dont 80 mètres immergés, et 15 mètres de diamètre. Ces flotteurs de 3 500 tonnes, dont le fonctionnement s'inspire du principe des perches à houle, sont retenus sur le fond marin par trois ancres de 2 000 tonnes chacune. L'ensemble, qui comprend le flotteur et l'éolienne, mesure 254 mètres de hauteur totale ; il est ancré à 105 mètres de profondeur et pèse environ 12 500 tonnes. Un poids considérable pour une puissance limitée et une surface « occupée » importante du fond marin. Jusqu'ici, nous avons peu d'informations sur la production réelle d'un parc qui annonce 135 GWh/an, soit un facteur de charge de 51 %, supérieur à celui des meilleurs sites danois. L'investissement a été de 214 millions d'euros, soit 7,15 milliards d'euros par gigawatt installé. Hywind déclare assurer l'alimentation de 20 000 maisons.

Par décision du 22 février 2019, la Commission européenne a donné son accord à la France pour la réalisation des quatre projets pilotes appelés en 2016. Elle n'a pas contesté les informations et les chiffres donnés par le gouvernement français et n'a pas soulevé d'objections au regard des aides de l'État qui lui ont été notifiées.

EolMed serait implanté à 15 kilomètres de la côte, au large de Gruissan (Aude), doté d'une puissance installée de 24,8 MW, et les promoteurs annoncent une production électrique annuelle

FORCE DES VENTS EN MER EN EUROPE



La force des vents en mer variant selon les régions, les éoliennes offshore produisent plus ou moins d'énergie selon l'endroit où elles sont installées. Ici, la vitesse des vents mesurée en mètre / seconde (m/s) sur des éoliennes installées à plus de dix kilomètres des côtes.
Source : xxx

comprise entre 95 et 100 GWh, ce qui correspond à un facteur de charge de 46 %. Il serait donc du même niveau que celui des meilleurs sites de la mer du Nord. La côte languedocienne est présentée comme ayant des caractéristiques météorologiques voisines de celles de l'Écosse *[voir « Force des vents en mer en Europe », page de gauche]*. Le ministère annonce que les 100 GWh produits correspondront à l'énergie consommée par 50 000 habitants, affirmation fantaisiste, car cela fait 2 000 kWh par habitant alors que, si l'on tient compte de l'ensemble des usages nationaux de l'électricité, la consommation par personne est de 6 700 kWh.

Le projet avait été accordé à Quadran énergies marines, une filiale de la société française Lucia Holding acquise par le groupe Total en septembre 2019. Les turbines devaient être fabriquées par la société allemande Senvion, qui a déposé le bilan en octobre 2019. Les flotteurs sont confiés aux sociétés françaises Ideol et Bouygues.

Sur la côte Atlantique, où les vitesses de vent accusent de 15 à 20 % de moins qu'en mer du Nord *[voir « Force des vents en mer en Europe », page de gauche]*, le projet Groix & Belle-Île a été confié au consortium Eolfi, alors contrôlé en partie par le groupe chinois CGN. Eolfi a été acquis en novembre 2019 par le groupe pétrolier néerlandais Shell. Il est question désormais de trois aérogénérateurs de 9,5 MW installés à 21,5 kilomètres de la côte et ancrés à 70 mètres de profondeur. Ils devaient être développés par General Electric, mais le groupe américain s'est désengagé en 2019, et le contrat des éoliennes a été accordé au danois Vestas ; l'accord a été signé par Jean-Yves Le Drian, ministre de l'Europe et des Affaires étrangères. Les flotteurs sont développés par le groupe industriel naval militaire public français Naval Group (ex-DCNS). Le groupe Vinci et la Caisse des dépôts sont de la partie. Selon la Commission de Bruxelles, qui s'appuie sur les chiffres avancés par l'Ademe, les coûts d'investissement de l'éolien flottant représentent « de 5 à 6 fois les coûts de l'investissement terrestre et près de 2 fois les coûts de l'offshore posé, qui est la filière la plus onéreuse déployée actuellement ». Le parc de Groix & Belle-Île bénéficiera d'un tarif d'achat de 240 €/MWh de la totalité de sa production (même quand on n'en aura pas besoin) sur vingt ans. En comparaison, le prix de marché se situe aux alentours de 50 €/MWh, et EDF est contrainte de vendre 25 % de sa production nucléaire et hydraulique 42 €/MWh à ses concurrents. Le surcoût sera payé par les familles et le tertiaire sous forme de taxes.

Prototype d'éolienne flottante installé au large du Croisic (Loire-Atlantique). Au premier semestre 2019, ce démonstrateur a produit 2,2 GWh, ce qui correspond à un facteur de charge faible de 12,5 %.

Au total, selon le quotidien *Les Échos*, qui cite une source gouvernementale, ces quatre parcs pilotes représentent près de 880 millions d'euros d'investissement pour seulement 96 MW, soutenus à hauteur d'environ 330 millions d'euros d'aides de l'État au titre du Programme d'investissements d'avenir. La production sera valorisée en fonction des coûts de marché, et le supplément pour atteindre le prix garanti d'achat de 24 €/MWh sera payé par les contribuables. Les Français devront soutenir les installations en déboursant de 660 à 700 millions d'euros sur vingt ans. Plus surprenant, en juin 2019, avant même d'avoir eu un retour d'expérience sur les projets antérieurs, dont la réalisation continue de se faire attendre, François de Rugy, ministre de la Transition écologique et solidaire, a annoncé un appel d'offres pour trois nouveaux projets – dont un de 250 MW –, tous situés dans le sud de la Bretagne.

Or l'éolien flottant ne pourra sans doute pas offrir de résultats plus satisfaisants que l'offshore de la mer du Nord. En 2017, l'éolien offshore allemand a eu une productivité très élevée, avec un facteur de charge de 42 %, au lieu de 38 % les années précédentes. Mais, faute de vent, la puissance délivrée a dégringolé jusqu'à 1 % de la puissance installée pendant 261 heures, et a même connu une production nulle en vingt-neuf occasions (sur des durées d'un quart d'heure). L'intermittence de l'éolien posé en mer, très prononcée, conduit à des variations brutales de la production. L'éolien flottant, non moins intermittent, n'échappe pas à la nécessité de disposer de substituts, autrement dit de centrales thermiques qui peuvent prendre le relais par temps calme. Que se passera-t-il – et ce sera fréquent avec un régime de vents atlantiques – quand il y aura du vent partout ou, au contraire, une pétole généralisée ?

— **Hubert Flocard** est physicien et ancien directeur de recherche au CNRS ; **Jean-Pierre Le Gorgeu** est géophysicien et ingénieur au Bureau de recherches géologiques et minières ; **Jean-Pierre Pervès** est ingénieur aux Arts et Métiers et à l'Institut national des sciences et technologies de la mer, ancien directeur du centre de recherche du Commissariat à l'énergie atomique de Saclay (Essonne).

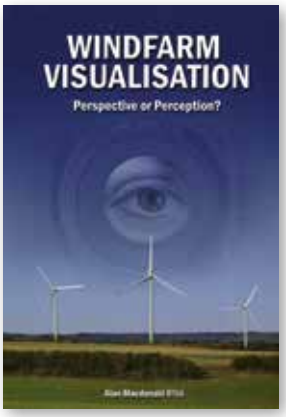
— **Ce texte a été écrit pour** *Books*.

© Valéry Joncheray / Ideol BYTP ECN

BATAILLES RANGÉES SUR LE SOL BRITANNIQUE

En Grande-Bretagne comme en France, le lobby antiéolien affronte un adversaire gargantuesque, adossé à une industrie mondiale. Mais les lignes de partage font exploser les clivages traditionnels. Le lobby éolien finance le WWF, Greenpeace, Les Amis de la Terre et la Société royale de protection des oiseaux.

CHRISTINE HUGH-JONES. ***Terrain*.**



LE LIVRE
Windfarm Visualisation : Perspective or Perception ?, (« Visualiser les parcs éoliens : perspective ou perception ? »), Whittles Publishing, 2012, 144 p.

L'AUTEUR
Alan MacDonald est hydrogéologue au British Geological Survey, à Édimbourg.

L'implantation d'un parc éolien a un impact profond et irréversible sur les communautés locales, changeant à la fois la vie quotidienne des personnes et la structure des relations sociales. J'en ai personnellement fait l'expérience en participant à une campagne d'opposition à un projet situé près de chez moi. La demande de permis d'aménagement du parc éolien Reeves Hill a été déposée en 2008, pour quatre turbines de 500 mètres de hauteur sur une crête qui constitue la frontière entre l'Angleterre et le pays de Galles. Les turbines sont du côté anglais, et les autorités anglaises ont donné leur autorisation à ce projet, mais le côté gallois accueille les routes d'accès et supporte les conséquences les plus importantes. Du fait de cette complexité administrative, mais aussi de l'opposition active des deux côtés de la frontière, la décision finale a été retardée. Ce délai a rendu possibles une observation minutieuse et une réflexion sur les processus en matière de politique d'aménagement, ainsi que sur les dimensions sociales du développement de l'éolien. Mon rôle d'observatrice participante, bien que me plaçant inévitablement d'un côté du conflit, me permet d'exposer certains aspects des dynamiques sociales de transformation des campagnes britanniques qui auraient été moins accessibles à un observateur neutre. J'espère que ces analyses présenteront un intérêt plus large, en France ou ailleurs. En effet, si le contexte et la procédure décrite sont spécifiques à la Grande-Bretagne, l'argument général peut s'appliquer à d'autres territoires.

Dans toute l'Europe, les habitants des campagnes qui se trouvent confrontés à des projets d'implantation de parcs éoliens doivent subitement réfléchir à leur rapport à l'environnement local, aux enjeux des énergies renouvelables et aux engagements qu'ils peuvent avoir concernant la politique énergétique au sein d'associations ou de groupes divers. Parfois, des personnes qui se considèrent comme sensibles aux questions environnementales se retrouvent dans l'« opposition » à un mouvement pro-éolien « vert ». Dans le même temps, des personnes favorables à l'éolien « vert » se voient alliées à de puissants investisseurs dans le domaine de l'énergie et de l'aménagement, dont les intérêts multiples et les modes opératoires vont largement à l'encontre de l'éthique de la philosophie écologiste traditionnelle. Les groupes d'opposition sont donc confrontés à une phase d'apprentissage accéléré, invariablement ponctuée d'amères déceptions. Dans la pratique, l'expérience de l'alliance entre de puissants investisseurs et les préjugés favorables aux parcs éoliens des aménageurs contraint les membres de ces groupes d'opposition à développer une approche réaliste, désenchantée, voire cynique.

Ainsi, ceux qui s'opposent aux parcs éoliens se mettent à chercher frénétiquement des traces de nids de chauves-souris, des édifices rares, des vestiges archéologiques, des espèces d'oiseaux menacées, etc. ; ils se saisissent de tout obstacle potentiel au projet, alors même que, souvent, ils ne portaient aucun intérêt à ces sujets. Ils apprennent la législation en matière d'aménagement du territoire, de nuisances sonores, de protection du paysage et mettent à profit, autant que possible, les experts locaux et leurs contacts per-

Face aux projets d'implantation de parcs éoliens, les habitants des campagnes européennes doivent subitement réfléchir aux enjeux des énergies renouvelables. Ici au pays de Galles, en 2014.

© Alex Ramsay / Alamy

sonnels. À mesure qu'ils s'organisent et se rendent compte que leurs chances de succès sont minces, ils ont tendance à nouer des contacts plus larges, au niveau national ou international, découvrant, grâce à Internet, les expériences d'autres groupes antiéoliens et étendant leurs recherches à l'ensemble de l'Europe *[c'est le cas d'European Platform Against Windfarms, « Plateforme européenne contre l'éolien industriel »]*, au Canada, aux États-Unis et à l'Australie.

Des conflits d'intérêts peuvent exister entre les groupes militants issus de diverses communautés locales : moins de parcs éoliens dans les régions peuplées signifie une pression plus forte sur les régions « sauvages » ; moins d'éoliennes dans les régions à faibles vents signifie davantage de ces dispositifs dans les zones venteuses, qui sont parfois importantes pour la biodiversité ou les loisirs. Ce type de conflit existe en France, bien sûr. L'Association pour la préservation des paysages exceptionnels du Mézenc défend le plateau isolé du Mézenc, citant sociologues et écrivains, présentant les paysages à l'aide de photographies époustouflantes. L'association Ouézy Laizon Environnement expose de son côté – au moyen d'un document dont les nombreuses illustrations montrent des villages dominés par d'énormes turbines – le prix que les plaines de Basse-Normandie paient pour la protection de paysages emblématiques de la France et de son activité touristique.

À toutes les échelles – locale, nationale et internationale –, les personnes mobilisées sont d'origines politiques très diverses, de l'extrême droite à l'extrême gauche, et ont des opinions variées au sujet du changement climatique, de l'énergie – en particulier concernant le nucléaire – et de la protection de l'environnement. Des socialistes trouvent parmi les députés conservateurs de solides alliés. Des familles sont divisées. Alors que les jeunes déménagent en ville, leurs aînés se réinstallent à la campagne et, l'âge et l'expérience aidant, deviennent plus sensibles à la fragilité des zones rurales. Des parents confrontés à des projets de parcs éoliens peuvent ne pas avoir le soutien de leurs rejetons urbanisés, surtout si ces derniers ont fait des études dans le domaine de l'environnement ou aspirent à travailler dans le secteur des énergies renouvelables.

Dans la pratique, le secteur proéolien se révèle être un adversaire gargantuesque, qui ligue contre lui des groupes actifs sur des forums et des sites Internet. Ces « e-communautés » se montrent étonnamment ouvertes, unies, généreuses en temps et en ressources. Ce phénomène inquiète les proéoliens, et des pratiques d'espionnage ou d'infiltration se développent des deux côtés, sur Internet comme au sein des activités politiques des groupes locaux.

L'énergie éolienne donne naissance à une industrie mondiale gigantesque, soutenue par une « méta-industrie » florissante à l'échelle nationale, composée d'une multitude d'agences de conseil en environnement. Ces agences emploient de nombreux experts scientifiques ou pseudoscientifiques, des médiateurs, des conseillers juridiques, des commerciaux qui ont pour fonction d'identifier ●●●

Pour l'industrie éolienne, l'enjeu est de conserver les importantes subventions qu'elle perçoit au nom de l'énergie propre et d'obtenir des autorisations d'implantation. Ici en Écosse, en 2014.

© Russell Cheyne/ Reuters

• • • des sites d'implantation et d'obtenir des permis d'aménagement. Bien que les entreprises soient en concurrence, elles forment un front uni contre ceux qui, pour s'opposer aux parcs éoliens, utilisent un attirail d'objections réglementaires et d'arguments techniques de plus en plus sophistiqués contre les politiques actuelles en matière d'énergie éolienne.

Pour l'industrie éolienne dans son ensemble, l'enjeu de la bataille est de conserver les subventions importantes qu'elle reçoit au nom de l'énergie propre et d'obtenir les autorisations d'implantation. Cette bataille est menée sur de nombreux fronts : la propagande médiatique vise l'ensemble de la population britannique ; l'industrie tente d'influencer les politiques gouvernementales et, au niveau local, de cultiver des relations avec les « communautés » et le secrétariat d'État chargé de l'Aménagement. Ses stratégies visent à nouer des alliances avec des personnalités politiques et des groupes d'influence, à bénéficier d'une couverture médiatique favorable et à contrôler le processus d'aménagement. Dans cette lutte, les énormes moyens financiers du secteur éolien lui confèrent un avantage écrasant.

Les Britanniques sont préoccupés par le prix de l'énergie et par la sécurité énergétique locale et nationale ; mais le marché mondial de l'énergie (dont dépendent les prix et la sécurité de l'approvisionnement) n'est ni aisément compréhensible ni immé-

diatement prévisible. Ce fossé entre la stratégie économique et les opinions publiques est atténué par des concepts plus accessibles concernant l'environnement. Ces concepts sont récents et mouvants : leurs significations sont en continuelle évolution en fonction de l'usage qui en est fait ; c'est pourquoi ils peuvent faire l'objet d'une manipulation efficace lorsqu'ils sont exposés dans une large arène publique.

L'énergie éolienne bénéficie de la confiance qu'inspire la triade de qualificatifs utilisée pour la décrire : « verte », « renouvelable » et « durable ». Ces concepts, dont la valeur est tour à tour métaphorique et métonymique, sont aussi malléables que percutants et, en définitive, utilisables dans n'importe quel sens. Ils reposent sur les notions d'environnement et d'écologie, plus neutres. Cependant, dès lors que ces notions sont adjectivées en « environnemental » et « écologique », la théorie scientifique cède le pas aux aspirations morales.

Le « vert » est tout d'abord et principalement la couleur de la végétation – ou des plantes à photosynthèse. C'est également une métaphore et une métonymie qui renvoient à la campagne. La Grande-Bretagne est ainsi dotée de « ceintures vertes » de campagne protégée aux alentours des agglomérations. Les projets d'aménagement sont orientés de préférence sur les sites « bruns », c'est-à-dire des sites qui comportent déjà des équipements, plutôt que sur les sites « verts », peu construits.

« Vert » peut aussi être synonyme de mouvement écologique. Il est devenu un symbole d'intérêt social, connotant des valeurs de petite échelle, de tradition, de gestion soigneuse des ressources rares, de respect de l'« environnement » et de la « nature ». Nombreux sont les travaux académiques de diverses disciplines qui traitent de la construction sociale, tant idéologique que matérielle, de la « nature », du « paysage » et de la « ruralité ».

« Vert » désigne aussi un mouvement politique mondial et un ensemble de partis politiques nationaux qui promeuvent une gestion raisonnée des ressources et mettent en question la faisabilité d'une croissance économique continue à travers la stimulation de la demande de biens de consommation. Les partis verts nationaux ont du mal à traduire leur idéologie en politiques crédibles dans les arènes politiques nationale et internationale et à remporter des élections. Le Green Party britannique met l'accent sur le caractère éthique de son positionnement, en ajoutant les principes fondamentaux de justice et d'égalité à une politique économique verte. Sa profession de foi électorale pour les élections de 2010 était intitulée : « La justice mérite qu'on se batte pour elle. » Le parti argumentait tous azimuts en faveur de cette notion : « Le fossé entre les riches et les pauvres au Royaume-Uni n'a jamais été aussi important et continue de se creuser. Nous pensons qu'il n'est pas juste que le gouvernement n'ait pas réussi à faire quoi que ce soit à ce sujet. » Les parcs éoliens sont l'une des rares causes défendues par le Green Party que le public puisse aisément identifier. Le parti les soutient vigoureusement, négligeant le grand sentiment d'injustice exprimé par les communautés locales riveraines, le caractère arbitraire de l'impôt dégressif sur les factures d'énergie domestique, d'une part (qui conduit à une aggravation de la précarité énergétique), et des larges subventions accordées aux compagnies riches et aux propriétaires terriens, d'autre part.

Bien ancré dans la culture médiatique, le vert est un concept moral inaccessible à la critique.

Dans un cas devenu emblématique, un élu du Green Party de la circonscription de Dorset Ouest et Sud, Brian Heatley, s'est félicité de la décision d'autoriser quatre turbines à Purbeck, soulignant la valeur d'un projet qui bénéficierait au plus grand nombre et non à une minorité. Éludant soigneusement la question complexe de savoir en quoi quatre turbines pourraient offrir une protection contre le changement climatique, il recourut à l'argument vert : « J'ai affirmé que la décision prise était une question de valeurs – l'impact des turbines sur le confort local *versus* la protection contre la menace du changement climatique. »

Le fait que le vert soit une couleur permet une appropriation aisée de ses qualités conceptuelles au moyen d'artifices visuels : voir le logo vert et jaune des stations-service de la marque BP. La technique du *greenwashing* est désormais connue de la partie de l'opinion qui porte un regard critique sur les pratiques des entreprises en vue de « blanchir de vert » leurs activités au regard des normes écologiques. Toutefois, le vert est un concept moral si profondément ancré dans la culture médiatique contemporaine qu'il reste largement inaccessible à la critique.

Appliqué à l'énergie éolienne, « renouvelable » signifie que le vent soufflera toujours et qu'il peut être exploité sans limitation[1]. Puisque le vent lui-même est « gratuit », sans propriétaire ni complications liées aux coûts, il est facile pour le marketing de l'éolien de se cantonner à son caractère « naturel », en passant sous silence les coûts induits par l'appareil de transformation du vent en électricité propre à la consommation – que ces coûts soient mesurés financièrement ou en émissions de carbone. Les opposants aux éoliennes soulignent en effet que ni les turbines, ni le terrain qu'elles occupent, ni l'énergie fossile essentielle pour assurer les relais ne sont gratuits.

De plus, compte tenu du caractère variable de la force des vents et de la constance de la demande en électricité, les temps morts de production doivent être compensés par d'autres sources d'énergie. Pendant les périodes de gel typiques des hivers européens, la demande en électricité augmente alors même que le vent faiblit. L'augmentation de la part d'énergie éolienne dans la production d'électricité au niveau national pourrait exacerber le problème. La source alternative doit pouvoir remplacer jusqu'à 95 % de l'énergie éolienne, dans un laps de temps bref correspondant aux changements rapides du vent naturel. Actuellement, des générateurs alimentés au gaz, qui fonctionnent en cycle ouvert, sont considérés ●●●

1. Les turbines éoliennes réduisent pourtant la puissance du vent disponible pour les éoliennes voisines et peuvent avoir des effets météorologiques localisés. Une hypothèse sérieusement étayée va jusqu'à avancer que le ralentissement d'une part importante des vents affecterait l'énergie solaire dont bénéficie la Terre.

comme la meilleure solution, mais ils sont gourmands en combustible, et la plupart des experts pensent qu'une hausse du nombre de ces générateurs pourrait annuler les économies financières et les réductions d'émissions de carbone permises par l'éolien.

L'énergie éolienne apparaît comme un impératif moral (elle est verte), disponible gratuitement (elle est renouvelable), et son mode d'exploitation pourrait perdurer indéfiniment (elle est « durable »).

Historiquement, la durabilité est associée à l'autosuffisance et au mouvement de « retour à la terre » symbolisés par les classiques *Self-Sufficiency*[2], de John Seymour, en 1976 et *Small is Beautiful*[3], d'E. F. Schumacher, en 1973. La « durabilité » recèle toutes les connotations positives, presque religieuses, d'une éthique de l'unité entre le genre humain et son contexte matériel plus large, telle que représentée par l'hypothèse Gaïa chez James Lovelock. Cette vision holistique exige un rejet des intérêts égoïstes à court terme, au profit du bien commun à long terme, identifié dans le rapport Brundtland présenté à l'ONU en 1987 : « Le développement durable [est] le développement qui répond aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. » Le succès de cette définition pertinente et percutante a précipité son déclin. La durabilité a été surexploitée : elle devrait être une échelle conceptuelle pour mesurer l'intérêt de projets de développement, mais elle est devenue une simple étiquette posée sur une logique commerciale. « Non durable » est devenue une expression si stigmatisante que, désormais, tout doit être durable. Toute entreprise que des hommes politiques ou des hommes d'affaires ont besoin de justifier est maintenant une entreprise « durable » *[*sustainable *en anglais]*. En témoigne la création de Sustainable Aviation, une instance destinée à faire face aux pénuries d'énergie à venir, compte tenu que (lit-on sur son site) « les projections estiment que le nombre de passagers fera plus que doubler d'ici à 2050, et l'activité de fret aérien, essentielle aux relations commerciales entre le Royaume-Uni et les pays émergents, sera sept fois plus importante ».

Au-delà d'une certaine taille, aucune communauté urbaine ne saurait être autosuffisante en énergie renouvelable. Dans l'objectif de la « durabilité », l'unité d'autosuffisance est la « nation ». Ce paradoxe n'est pas passé inaperçu auprès du lobby antiéolien : les principaux fabricants de turbines et les compagnies qui ont implanté des aérogénérateurs sur les côtes britanniques ne sont pas britanniques, et l'énergie éolienne est un enjeu important dans le débat sur le transfert de compétences à l'Écosse. Il existe aussi des tensions en Grande-Bretagne entre la majorité urbaine, favorable à l'éolien – qui considère que l'opposition aux parcs éoliens n'est que le geignement égoïste de quelques Nimby bourgeois[4] – et les communautés rurales qui pâtissent directement des effets de ces parcs. Par exemple, dans le centre du pays de Galles, on relève une forte opposition à un projet de centrale de transformation électrique de 16 hectares, entourée de kilomètres de pylônes destinés à l'installation de plusieurs parcs éoliens. Ces programmes y sont perçus comme le sacrifice de la campagne galloise et de son économie touristique au profit des villes anglaises dévoreuses d'énergie.

La durabilité est devenue une simple étiquette posée sur une logique commerciale.

Nous l'avons vu, les professionnels de la communication ont associé à l'énergie éolienne l'idée d'un bien moral inhérent à tout ce qui est vert, renouvelable et durable. Cette énergie érigée en solution morale aux difficultés de l'humanité a trouvé, opportunément, son icône parfaite : la turbine éolienne elle-même. Le géant phallique argenté est devenu le symbole de notre temps : visuellement simple et technologiquement sophistiqué, il incarne tout ce qui est admiré dans le design esthétique et représente le visage acceptable de l'industrie. Ce mât et ces pales constituent une métaphore chargée d'émotions qui envahit tous les sites Internet, les unes de la presse écrite et des journaux télévisés, les magazines et les brochures des collectivités locales, aux côtés de coureurs de marathon, de clochers d'église, de ponts remarquables et de patients âgés remerciant généreusement de jeunes infirmières.

L'énergie éolienne n'est pas éloignée des symboles chrétiens dont est saturée la culture européenne. Une turbine a même été brodée sur la chasuble « écologique » de l'évêque de Newcastle, qui la porte en signe de l'engagement écologique de son diocèse. La forme de la turbine rappelle la croix chrétienne, imprégnant les supporteurs des parcs éoliens de la vertu du sacrifice ultime. Ce symbole partage aussi avec la croix son caractère anthropomorphique : il peut nous sauver tous, ainsi que la planète, mais cela dépend de l'effort de chacun. Sa forme élancée suggère que toute personne peut atteindre le ciel et accéder au paradis. C'est une métonymie en même temps qu'une métaphore : la turbine, dupliquée à l'infini à travers le pays pour former de « gigantesques Golgotha » (selon Simon Jenkins, journaliste et ancien président du National Trust), mettra un terme au changement climatique et sauvera l'humanité pécheresse.

Les turbines éoliennes sont disposées en « fermes » *[ou « parcs »]* plutôt qu'en « usines ». La propagande de l'industrie éolienne diffuse les mêmes scènes pastorales ensoleillées, dans lesquelles des fleurs jaune d'or, souvent des jonquilles ou des pissenlits, font écho à la tige de la turbine avec ses pales ressemblant à des pétales. Les graines de pissenlit, semblables à des centaines de petites turbines disséminées par le souffle d'enfants charmants et bien portants, sont un élément privilégié de ces images. D'adorables animaux de ferme paissent souvent parmi les fleurs jaunes ; ils forment une image harmonieuse avec le ciel bleu et les turbines aérodynamiques – démontrant que les parcs éoliens n'ont que des avantages et pas d'inconvénients. La majesté et la puissance sont affichées sans qu'aucun repère visuel n'indique la taille disproportionnée des turbines par rapport aux riverains ou aux

2. *Vivre à la campagne*, De Borée, 2010.

3. Seuil, « Points », 1979.

4. Nimby est l'acronyme de « *Not in my backyard* » (« pas dans mon arrière-cour »), évoquant l'attitude de riverains qui acceptent le principe d'un projet mais s'opposent à sa réalisation dans leur voisinage, préférant que les autres en subissent les effets négatifs.

5. Voir par exemple le site Renewable Energy Foundation.

Écosse, 2009. José Ignacio Sánchez Galán (à gauche), le PDG d'Iberdrola, l'un des leaders mondiaux des énergies renouvelables, et le Premier ministre écossais Alex Salmond inaugurent un parc éolien.

© David Moir / Reuters

caractéristiques du paysage alentour. Les lignes nettes suggèrent des modes de fabrication propres et une machinerie silencieuse. On n'y voit jamais de pylônes électriques qui traversent la campagne, ni de stations-relais, ni de mâts de surveillance, sans parler des tonnes de béton cachées sous terre et des multiples voies d'accès, barrières et panneaux de signalisation.

Les turbines semblent quasi vivantes, « enracinées » dans la terre et se mouvant au vent de manière fascinante : « Le mouvement des nouvelles centrales éoliennes, qui rappelle celui des moulins à vent pour enfants, est pour beaucoup une source ludique d'intérêt visuel », écrivait le paysagiste Robert Thayer, en 1994. Les investisseurs promettent que, loin de dissuader les touristes, les installations éoliennes à venir deviendront des attractions pour les visiteurs.

Pour les opposants, à l'inverse, la rotation continue des pales de ces « mauvaises herbes mécaniques » (c'est ainsi que les décrivait, en 2001, le philosophe Gordon Brittan) provoque vertiges et nausées. Leur bruit perturbe le sommeil, il peut être une cause de stress cardio-vasculaire et de dépression. Le mécanisme de la turbine est composé d'aimants utilisant des terres rares, exploitées au fond de mines chinoises, dans des conditions effrayantes, par des travailleurs exposés à des substances toxiques souvent mortelles. Ce que voient les antiéoliens dans les turbines elles-mêmes, ce sont les lignes électriques, le béton et les matériaux nécessaires aux voies d'accès, les onéreux processus de fabrication et les milliers de trajets de poids lourds. Les économies en émissions de carbone tant vantées seront annulées par les émissions de carbone liées à la construction et à la maintenance[5]. Pour eux, ces nouveaux moulins à vent sont des géants maléfiques opprimant les populations qu'ils dominent de très haut, leur rappelant constamment l'avidité des investisseurs et la corruption d'hommes politiques irrationnels. Loin d'être un symbole de rédemption, la turbine éolienne est un symbole de damnation.

Les investisseurs comme leurs opposants en appellent à la justice sociale. Ceux qui manifestent contre les parcs éoliens pointent du doigt la voracité égoïste des propriétaires, qui louent leurs terres aux entrepreneurs éoliens, et celle des investisseurs attirés par les bénéfices, qui détruisent des biens appartenant à la collectivité et amassent des profits aux dépens des consommateurs. Les groupes proéoliens dénoncent les attitudes égocentriques propres aux communautés locales, qui placent leurs intérêts particuliers devant ceux de la Grande-Bretagne, de l'humanité et de la « planète ». Bien sûr, la réalité n'est pas si manichéenne : certains propriétaires terriens ne sont pas riches, et les antiéoliens ont des opinions très variées sur le développement des énergies éoliennes, leur type d'implantation ou leur localisation, certains distinguant les parcs éoliens côtiers de ceux qui sont en pleine mer. Toutefois, ces opinions caricaturales sont des raccourcis pratiques pour évoquer les tensions sociales plus complexes, tant au niveau local qu'au niveau national.

Tous les éléments qui composent la société britannique sont partie prenante de ce débat envenimé et, naturellement, les accusations de cupidité et d'hypocrisie atteignent leur paroxysme lorsqu'elles visent la monarchie, l'aristocratie et les classes très aisées de la société. La presse britannique s'en est donné à cœur joie sur les « aristos de la turbine ». Le comte Charles Spencer, frère de la princesse Diana, a été traité d'« avare » par ses locataires pour avoir envisagé d'implanter treize turbines sur ses terres. Bien que le duc d'Édimbourg ait décrit les parcs éoliens comme une « honte » et que le prince Charles ait déclaré qu'ils « gâtaient le paysage », les projets vont bon train sur les terres appartenant à la Couronne, au désespoir de ceux ●●●

qui y habitent. Le duc de Northumberland (dont la fortune s'élève à 360 millions d'euros), qui se targue d'être un défenseur des paysages, a été dépeint comme l'« improbable héros du peuple dans le combat contre les parcs éoliens » lorsqu'il s'en prit à son voisin, le duc de Roxbourg (dont la fortune ne s'élève qu'à 108 millions d'euros), qui avait autorisé, dans son domaine limitrophe, l'implantation d'un immense parc éolien sur des landes de bruyère.

Les principes du lobby antiéolien, aux moyens financiers limités, ont été sévèrement mis à l'épreuve par le milliardaire américain Donald Trump[6]. Le magnat, qui projetait de transformer une bande de côte écossaise en parcours de golf, avait affronté l'opposition tenace des riverains et des défenseurs de l'environnement. Mais, lorsque ce site fut menacé par le projet d'installation d'un parc éolien maritime (offshore), Trump déclara la guerre à Alex Salmond, alors à la tête du gouvernement d'Écosse, qu'il accusa de détruire le paysage écossais. Trump accorda un soutien financier substantiel à la coordination antiéoliennes écossaise, Communities Against Turbines Scotland (Cats). L'embarras de ceux qui avaient jusque-là classé Trump dans la catégorie des investisseurs étrangers sans scrupules, cupides et aveugles aux enjeux écologiques fut palpable. La représentante de Cats fut contrainte de préciser : « Nous sommes loin de soutenir tout ce que fait Donald Trump, mais, sur cette question, nous sommes sur la même longueur d'onde. » Le WWF *[Fonds mondial pour la nature]* déclara en revanche : « Donald Trump a l'intention de dépenser des dizaines de millions de livres pour empêcher l'Écosse de devenir une nation plus propre, plus verte, créant davantage d'emplois. Son intention est mauvaise et les parlementaires écossais doivent fermement s'y opposer. » Trump lui-même se dit convaincu qu'« Alex Salmond est pressé de mourir ».

La déclaration du WWF met au jour ce qui apparaît comme l'arme la plus efficace des investisseurs proéoliens. En matière de politique énergétique, les associations de protection de la nature, dont la mission est si chère au cœur des Britanniques, partagent une position favorable à l'éolien, qui nourrit le dogme industriel selon lequel chaque turbine du Royaume-Uni participe à la lutte contre le changement climatique. Les appels lancés aux principales associations de protection de la nature à propos des menaces que les éoliennes feraient peser (sur les paysages ou sur des espèces protégées) ont rarement abouti.

La Royal Society for the Protection of Birds *[Société royale de protection des oiseaux, RSPB]*, qui compte plus d'un million de membres, s'oppose rarement aux projets éoliens qui menaceraient des espèces rares : « Nous considérons qu'à long terme le changement climatique est la menace la plus sérieuse qui pèse sur l'environnement, et qu'il aura un impact sévère sur les oiseaux et sur d'autres espèces sauvages. Nous soutenons résolument le développement durable de l'énergie éolienne et d'autres formes d'énergies renouvelables, comme un moyen d'aider à atténuer le changement climatique. »

L'évêque d'Exeter a dû retirer son projet d'éoliennes installées sur les terrains de l'Église.

La réponse de Natural England, association de protection des paysages et de la biodiversité, fut semblable : « Le changement climatique représente la menace à long terme la plus sérieuse sur l'environnement naturel, du fait des dommages qu'il causera aux écosystèmes, à la biodiversité et aux paysages, tant sur le plan de leur valeur intrinsèque que sur celui de leur utilité pour la société. »

L'industrie éolienne a mis en place des partenariats avec les institutions de préservation de l'environnement. Nombreuses sont celles qui entretiennent déjà des relations de coopération avec des groupes d'influence proéoliens, tels Friends of the Earth-Scotland *[la branche écossaise des Amis de la Terre]* et Greenpeace. Un journal d'information local écossais évoqua un jour « l'un des tournants les plus choquants dans l'élan contesté vers davantage d'énergie éolienne. Trois grandes organisations de protection de la nature avaient accepté de l'argent de la part des principaux investisseurs en parcs éoliens : le WWF-Écosse, soutenu par Scottish and Southern Energy[7] ; Les Amis de la Terre-Écosse, soutenus par Scottish Renewables ; et la Société royale de protection des oiseaux-Écosse, soutenue par plusieurs investisseurs éoliens dont les noms n'ont pas été dévoilés ». À la suite de ces révélations, de nombreux opposants aux parcs éoliens ont quitté la RSPB, le WWF, Les Amis de la Terre et Greenpeace, en dépit de leur soutien aux autres objectifs de ces organisations.

L'Église anglicane, comme l'industrie éolienne, a tenté de combiner les bénéfices tirés des turbines avec la vertu du vert, mais avec moins de succès. L'évêque d'Exeter a dû retirer son projet vert de turbines éoliennes installées sur les terrains de l'Église, en raison des réactions de colère des paroissiens. James Delingpole, journaliste au *Daily Telegraph* (quotidien aux positions antiéoliennes), qui avait alors l'ambition d'être le premier candidat antiéolien au Parlement britannique, a posté sur son blog une lettre ouverte à l'évêque, demandant, sur un ton sarcastique, comment un membre du clergé si intelligent, diplômé de Cambridge, « pouvait s'étonner que ses ouailles s'opposent à ce qu'on fiche une paire d'écocrucifix hideux, hachoirs à chauves-souris et découpeurs d'oiseaux, juste à côté de leurs paisibles villages du Devon Nord. »

Comme la géographe Anne Sgard l'a si justement remarqué au sujet des débats concernant les parcs éoliens : ces « controverses font apparaître des lignes de partage inédites entre les protagonistes, puisqu'elles ne départagent pas "aménageurs" et "protecteurs" mais scindent ces groupes traditionnels et provoquent des alliances entre anciens ennemis »[8]. ■

— **Christine Hugh-Jones** est anthropologue à l'université de Cambridge. — **Cet article est paru** une première fois sous le titre « Les éoliennes : vertes et vertueuses ? » dans la revue *Terrain* n° 60, en mars 2013. Il a été traduit de l'anglais par Jérémie Droy.

6. Cet article a été publié en 2013. À l'époque, Donald Trump n'était qu'un homme d'affaires américain, soutien du parti républicain. Il a été élu président des États-Unis le 8 novembre 2016.

7. Entreprise écossaise distributrice d'énergie.

8. « Une "éthique du paysage" est-elle souhaitable ? », dans *VertigO. La revue électronique en sciences de l'environnement* [en ligne], vol. 10, n° 1.

Ils ont dit… à droite, à gauche et au centre

Marcel Boiteux

Ancien directeur général d'EDF

« Le défaut majeur des éoliennes, c'est qu'on ne peut compter sur elles. Pas d'électricité quand le vent est trop faible, rien non plus quand il est trop fort, car il faut mettre les pales "en drapeau" pour éviter que le vent les arrache. Dès lors, quand on vient vous expliquer que le prix de revient du kilowattheure éolien n'est guère plus élevé que ce que vous coûte en moyenne le kilowattheure domestique livré par EDF à votre domicile, lorsqu'on vous assure qu'avec un petit parc d'éoliennes on produira autant de kilowattheures qu'en consomme la ville de Bordeaux, la question qui se pose est d'une limpide clarté : a-t-on affaire à un béotien ou à un imposteur intéressé ? »

« Les éoliennes », rapport du groupe de travail de l'Académie des beaux-arts, 2007

Gérard Mestrallet

Alors PDG de GDF Suez (devenu Engie)

« Ce sont des énergies intermittentes qui vont nécessiter de grandes capacités de réserve, qui vont reposer sur le gaz naturel en raison de la facilité d'utilisation des turbines à gaz », a-t-il expliqué au Forum économique international des Amériques. Des propos rapportés par l'AFP. Pour expliquer le fond de sa pensée, Gérard Mestrallet s'est appuyé sur l'exemple d'une île ayant besoin de 1 000 mégawatts pour ses habitants et ses industries : « L'île veut être verte. Donc elle construit 1 000 mégawatts d'éoliennes. C'est très bien, surtout quand il y a du vent, c'est à dire 30 % du temps. Mais comme les consommateurs veulent de l'électricité tout le temps, il faut construire à côte de ces éoliennes 1 000 mégawatts de turbines à gaz qu'on peut mettre en route comme des mobylettes quand il n'y a pas de vent et les éteindre quand il y a du vent. Résultat des courses : on va payer trois fois. D'abord parce qu'il faut construire deux systèmes, 2 000 mégawatts, alors que l'île n'a besoin que de 1 000. Deuxièmement, il faudra subventionner les éoliennes, et troisièmement les turbines à gaz vont fonctionner seulement 70 % du temps et donc le coût en capital du mégawatt-heure va être augmenté à due concurrence. »

L'Usine nouvelle, 8 juin 2011

Jacques Attali

Économiste

« L'impérieuse nécessité de la réduction des émissions des gaz à effet de serre conduit parfois à des politiques absurdes, résultats de la précipitation d'hommes politiques (pour qui l'écologie représente d'abord des voix) et de l'avidité d'entreprises (pour qui le "vert" représente surtout des profits). Ainsi du développement des éoliennes, considérées aujourd'hui comme une source incontournable d'énergies renouvelables, au même titre que le solaire. Sans parler de leur dimension esthétique ni de leur pollution sonore, que chacun peut apprécier à sa guise, leur utilité, dans une politique de croissance durable, est hautement problématique. »

L'Express, 8 décembre 2009

Jean-Pierre Chevènement

Ancien ministre de la Recherche et de l'Industrie

« Le concept d'énergies renouvelables est le manteau sous lequel se dissimule l'éolien, promu sans cesse par un groupe de pression surpuissant malgré les inconvénients qui en résultent, car l'éolien est en train de détruire l'identité paysagère de notre pays, qui était faite d'harmonie et de mesure […]. Plus graves encore sont les conséquences induites par le développement de l'éolien pour les finances publiques et pour l'environnement […]. Du fait de son mariage forcé avec des énergies fossiles, l'éolien est une fausse énergie renouvelable, une fausse énergie propre. »

L'Opinion, 22 octobre 2018

Jacques Treiner

Physicien théoricien

« Éolien et photovoltaïque ne changent rien à nos émissions de gaz carbonique, car notre mix électrique est déjà décarboné à 95 %. »

Mediapart, 3 décembre 2018.

Thierry LEPERCQ

Hydrogène, le nouveau pétrole

Des 7 batailles de l'énergie
naît un nouveau monde décarboné

cherche midi