

# Séminaire « Soutenabilités »

## Contribution - Covid-19 : pour un « après » soutenable

**Nom :** Holuigue

**Prénom :** Yves

**Institution ou entreprise :**

**Axe(s) :**

- Quelles interdépendances et quelles formes d'autonomie à différentes échelles ?

**Intitulé de votre contribution :** Les interdépendances énergétiques

**Résumé de votre contribution :**

Point global sur les technologies actuelles dans le domaine de la production d'énergie et l'image qu'on s'en fait qui permet de faire des choix techniques pour les 30 ans à venir. PS : bravo pour votre idée de mettre un fichier joint. C'est très rare.

# ATTEINDRE 2t CO2 par français en 2050

## Avec l'électricité Française

Pour atteindre 2t CO2 par Français en 2050 il faudra passer par l'optimisation de l'usage des énergies fossiles lorsque cela est incontournable et un maximum de transfert du gaz et du fuel vers l'énergie électrique si elle est bas carbone. L'électricité permet le fonctionnement : de l'approvisionnement en eau douce, des équipements informatiques et télécommunications, des régulations et sécurités des chaudières, de l'éclairage, des hôpitaux, des usines, des exploitations agricoles, de la future production d'hydrogène, des voitures électriques ...

Nos ancêtres du moyen âge commençaient la construction des cathédrales alors qu'ils n'en verraient pas l'aboutissement. Ainsi pour nombre d'humains nous ne verrons pas si nous avons construit notre cathédrale moderne mondiale en 2100. Dans cet édifice nous nous devons de prendre en compte les systèmes imbriqués que sont l'eau douce, les cycles biogéochimiques, l'introduction d'entité dans la biosphère, l'acidification des océans, les aérosols, l'ozone, la biodiversité, la pollution chimique, l'utilisation des sols ; avec en plus l'aspect sociétal. Quant-au climat, il est à la fois la fondation de l'édifice et sa clef de voute, sans lui tout s'écroulera.

Pour atteindre nos objectifs, il sera nécessaire de nous inspirer de ce qui a marché dans le passé et pas par la culpabilité aboutissant à détruire l'existant, voir des mensonges pour gagner de l'argent ou être élu. Ainsi, chacun verra s'élever progressivement notre futur ou fera une économie à court terme et individualiste dont une minorité profite.

De façon concrète, l'électricité (décarbonée comme en France à 60geqCO2/kwh) est vitale pour le climat, une explication détaillée sur sa production est exposée ci-dessous ainsi que les scénarios estimatifs dans le tableau récapitulatif annexé. Pour un autre pays que la France ce concept n'est pas applicable actuellement, l'Allemagne cherche sa voie malgré les 300 Mds€ investis sur l'électricité avec un taux de CO2 de 420geqCO2/kwh, l'Italie importe énormément, le Danemark est « vert » (55geqCO2/kwh) mais il compte sur ses voisins etc... Quant à l'Angleterre, elle a connu un blackout en 2019 et montre les limites lorsque l'ensemble est trop déséquilibré.

### 1 l'économie

Un acteur susceptible de générer beaucoup de gaz à effet de serre : « l'argent ».

Vous pouvez constater qu'il existe une guerre du prix de l'électricité, minimisé lorsqu'il s'agit de vendre un projet, maximisé lorsqu'il s'agit de faire payer. Il faut garder à l'esprit qu'un prêt à 10% sur 60 ans (taux bancaire dans l'industrie) fera multiplier par 6 le coût de construction alors qu'il n'est que de 2 sur 20 ans. On comprend que les divers acteurs économiques ont des intérêts antagonistes (en général le long terme est pour l'état qui empreinte à un taux de 1 ou 2%, le privé s'occupant du court et moyen terme). Par contre écologiquement parlant il faudrait favoriser la longue durée d'utilisation.

Regardons un exemple avec l'installation de 6 parcs éoliens maritimes au large de Dunkerque, Fécamp, St Nazaire... La commission européenne a réalisé un rapport sur ce projet. On constate :

- Qu'un prix garanti de l'état français subventionnera la totalité de la construction, de l'exploitation et des marges sur 20 ans au prix de 138€/Mwh pour 22Md€ (300% du prix actuel). De plus, le raccordement au réseau électrique est payé par RTE (4 Md€). *Ces données montrent qu'il n'est pas étonnant que les entreprises de ce secteur soient moins touchées que d'autres lors de la crise du Covid19 puisqu'ils ont des prix garantis, en plus de l'obligation d'achat de 100% de la production par la collectivité.*
- Que la puissance produite viendra en concurrence avec l'éolien allemand qui évacue déjà son excédent à prix négatif (ex : Avec 138€/Mwh garanti, en vendant à -8€/Mwh, il reste 130 €/Mwh). Chacun sait que le vent ne s'arrête pas aux frontières. Mais aussi le manque de vent qu'il faut compenser par une même puissance autre (fossile pour l'Allemagne).
- Qu'au bout de 20 ans les subventions s'arrêteront. On peut facilement deviner ce qu'il va en résulter quand les machines fonctionneront à perte (60€/Mwh, 2019).

On peut comprendre que la diversité d'approvisionnement et le remplacement des usines à charbon, au fuel ou au gaz par de l'éolien soient une bonne chose. Mais, cet argent pourrait être utilisé dans d'autres domaines bien plus performants en gain d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES), en bonne intelligence et pas à n'importe quel prix. Il faut aussi se souvenir que le vent est renouvelable mais pas les éoliennes.

Les intérêts financiers se sont alliés aux structures administratives pléthoriques pour faire croire au bonheur de tous. Le marché de l'électricité est tellement déstabilisé qu'il n'est plus possible de construire sans une subvention conséquente aux producteurs, bien évidemment payé au travers des taxes (les fournisseurs ne sont que des intermédiaires dont le but est d'acheter au moins cher pour vendre au plus cher). Nous vivons sur un acquit qui ne durera pas. Les ménages défavorisés seront comme en Australie : ils souffriront de plus en plus. A une autre époque on pouvait affirmer que le producteur vendait directement au consommateur, ceci n'est qu'un souvenir. Les mêmes errements sur l'agriculture se transposent sur l'électrique.

## 2 Notions techniques de base

Ci-dessous il est explicité ce que peut apporter de nouvelles dispositions en se souvenant que le réseau électrique Français a été construit très progressivement tout en acquérant des données sur les coûts et les contraintes techniques.

Lors d'un jeu (la fresque du climat) un participant proposait de rendre les villages autonomes en électricité. En fait, l'électricité ne fonctionne que parce qu'elle est transportée à l'aide de fils électriques. Le raisonnement à mettre en œuvre est un fonctionnement de type transport et pas de fourniture de proximité. Ainsi, comme pour le transport on peut individualiser la production d'électricité (comme les voitures), ou la mutualiser (comme les transports en commun). Pour cette raison, de façon concrète avec les villages autosuffisants il faudra installer 5 à 10 fois plus de moyens de production (et de lignes électriques) qu'une mise en commun nationale. Avoir de grosses centrales permet donc de : diminuer par 2 à 5 les coûts, diviser par 5 à 10 les quantités installées, limiter par un facteur 2 les lignes électriques. Sans compter que les infrastructures sont déjà présentes.

Avec les connaissances actuelles on peut considérer que l'électricité ne se stock pas du tout. Par contre il est possible de la transformer en énergie mécanique (les stations de pompage) ou chimique (les batteries, l'hydrogène...) en vue de la stocker sous cette forme pour la retrouver après nouvelle transformation (ce procédé a un rendement plus ou moins bon).

D'autres considérations sont à prendre en compte : L'équilibre consommation = production est continu (fonctionne en flux tendu parfait), dès qu'un déséquilibre de consommation apparaît il y a variation (à la vitesse de la lumière) sur l'intensité, la tension et la fréquence. Pour pouvoir bénéficier d'une certaine stabilité chez le client final (si non vous auriez entre 140 et 270 Volts au lieu du 220v actuel) il est nécessaire d'avoir des instruments de régulation : immédiat en utilisant des alternateurs à forte inertie ( $E_c = \frac{1}{2} * \omega^2 * R^2 * M$ ), sur 30 secondes par la régulation des groupes de production, enfin si c'est insuffisant, dans les 15 mn en démarrant des unités de production ou en délestant la consommation. Techniquement, les panneaux solaires ou l'éolien ne peuvent répondre à la stabilité demandée, ont peu ou pas de « réserve tournante » et pas de disponibilité de démarrage fiable (la nuit ou sans vent). Un état d'Australie a montré qu'il n'était pas possible de dépasser les 30 à 40% de puissance solaire et éolien sur un réseau isolé. L'Allemagne est dans la fourchette haute car elle bénéficie d'une place centrale en Europe qui lui a permis de nombreuses fois d'éviter un blackout en s'appuyant sur les réseaux voisins (et en les déstabilisant).

Un nouvel élément est apparu depuis la crise du covid-19 avec le problème de l'excédent d'énergie renouvelable entraînant des difficultés à absorber la quantité générée. Ainsi, lorsqu'on aura atteint la consommation il faudra bien se résoudre à arrêter les éoliennes ce qui baissera leur facteur de charge (disponibilité moyenne) et augmentera encore le prix de revient du Kwh (sans compter le problème exposé ci-dessus).

Afin de donner un ordre de grandeur voici la puissance électrique qu'il faudrait installer pour répondre à la production actuelle de 548 Terra-wh/an : 63 centrales nucléaires ou 127 centrales fuel/gaz, ou 5050 centrales

hydrauliques (impossibilité hydrologique limité à 100Twh), ou 50 000 éoliennes (impossibilité car la totalité du potentiel éolien maritime et terrestre Français est de 156 Twh, avec les éoliennes de 151 m de haut), ou 166 000 parcs solaires de 3 hectares (problème de la nuit), ou 227 700 stations bioénergies. Enfin, le courant alternatif exportable a ses limites : 400 km pour une ligne 400 000 V, il est impossible d'alimenter l'Espagne depuis l'Allemagne ; et chaque nouvelle centrale nécessite des infrastructures. Pour donner un ordre de grandeur des déchets générés, les 4500 km du mur de l'atlantique a nécessité 13 Mm3 de béton, le nucléaire serait de 19 Mm3 de béton plus 1t/an de produit radioactif haute intensité longue durée, les éoliennes 80 Mm3 de béton et 1Mt de batteries/an.

Tout naturellement nous en arrivons à quelle quantité d'énergie sera consommée en 2050 ? A l'origine, la décision de baisse à 50% la part du nucléaire dans la quantité d'électricité fourni correspond au 50% de baisse du CO2. Il n'y a bien évidemment aucune relation entre ces 2 notions, c'est ainsi. On peut réduire la consommation actuelle électrique par ménage de 50% mais, en même temps, un transfert technologique du fuel et du gaz vers l'électrique (comme la mise en place de pompes à chaleur, de voitures électriques ou hybrides) fera que la consommation globale réelle subira quand même une augmentation conséquente. Il faudra donc passer également par des réductions comme la quantité de transport pour n'avoir que quelques pourcents d'augmentation globale d'électricité. Dans ce cas il est envisageable de considérer la consommation d'électricité en 2050 identique à celle d'aujourd'hui, à minima.

Dans ce cadre, un choix de société se pose aussi, soit on considère qu'il est nécessaire que l'électricité soit disponible tout le temps, soit on admet jusqu'à plusieurs heures (jours ?) de coupures lorsqu'il n'y aura pas de vent ou de soleil. Le Venezuela a montré qu'en 3 jours la société est au bord de l'implosion. Il me semble donc dangereux de faire le choix des coupures massives sauf si les particuliers achètent des groupes électrogènes ou des batteries. La solution souvent prônée d'utiliser les batteries de voitures pour éviter les pénuries ne permet que 24 heures de substitution, ensuite il ne sera même plus possible de se déplacer. Les batteries ne sont donc viables que pour un appoint temporaire pour aider à passer la pointe de consommation et permettent de minimiser la quantité de centrale fuel ou gaz pour 1000 h /an (gain 3 à 5 Mt CO2/an). Pour ces voitures il faut 320 000 t de lithium pour 32 Millions de véhicules soit 32 000t/an consommées pour la seule France sur les véhicules, avec une production mondiale annuelle de 80 000 t et une réserve estimée à 80 Mt.

### 3 La matière première (extraits du rapport France Stratégie)

En 2017, Réseau de transport d'électricité (RTE) estimait que les réseaux électriques français représentaient une immobilisation de 170000 tonnes de cuivre. Cette quantité devrait augmenter de 30000tonnes d'ici 2026 pour assurer le raccordement du parc éolien en mer et les interconnexions aux frontières. La consommation en cuivre du secteur énergétique devrait par ailleurs trouver un nouveau relai de croissance avec le développement de la voiture électrique. Gaétan Lefebvre du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) indiquait qu'une croissance annuelle de 5% à 10% de ce parc devrait représenter une consommation additionnelle de 4millions de tonnes de cuivre d'ici 2030, dont 1 million de tonnes pour le réseau, les infrastructures de recharge et de stockage et 3 millions de tonnes pour les véhicules légers. Production mondiale actuelle : 20 millions de tonnes. De plus, il fallait extraire 55 tonnes de minerai pour produire une tonne de cuivre dans les années 1930, il en faut aujourd'hui 125 pour le même résultat.

Un cercle vicieux semble inévitable: toujours plus d'énergie pour extraire des métaux, toujours plus de métaux pour produire l'énergie. Comme l'écrivent Philippe Bihoux et Benoît de Guillebon, cette remarque vaut également pour les énergies renouvelables, si bien que, dans tous les cas: «[...] l'extraction de métaux est de plus en plus énergivore et la production d'énergie de plus en plus consommatrice de métaux.». La consommation énergétique liée à l'extraction des métaux représente une part croissante de la consommation énergétique mondiale: de 10% en 2012, elle pourrait atteindre 40% en 2030, malgré une croissance du volume total d'énergie.

Les activités d'extraction et de production de métaux, lorsqu'elles sont insuffisamment contrôlées, peuvent être la source d'une intense pollution, affectant divers aspects de l'environnement. Si les conditions de travail varient en fonction des législations nationales, la concentration des activités extractives dans les pays en voie de développement – ou en tout cas moins regardants sur ces questions – amène à considérer qu'il s'agit d'un enjeu majeur dans de nombreuses exploitations. Les pollutions engendrées par les activités minières ont un

impact direct sur les moyens de subsistance des populations locales pouvant, à terme, les forcer à l'exil. Même s'il ne s'agit que d'un maillon d'une chaîne complexe de causes de conflits armés, l'industrie extractive joue un rôle non négligeable dans l'instabilité politique de certaines régions d'exploitation. Force est de constater que nous nous trouvons dans une situation paradoxale où nos sociétés développées consomment la majorité des métaux extraits au niveau mondial, sans vouloir en assumer la production, par peur des conséquences négatives qu'elle peut avoir sur notre environnement. Cette situation est d'autant plus dommageable que nous disposons, grâce à nos législations environnementales et sociales avancées, des leviers pour assainir les conditions d'extraction et de production des métaux

Si la mise en place et l'amélioration des filières de collecte et de recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) est un axe de travail identifié, mais certaines propriétés limitent intrinsèquement le potentiel du recyclage à court et moyen termes. Interpol révélait en 2015 dans le cadre de son programme Countering WEEE Illegal Trade (CWIT) que 6,15 millions de tonnes (soit 65% de matière non recyclé) étaient soit : - exportés (1,5 million de tonnes) ; - recyclés dans des conditions non conformes en Europe (3,15 millions de tonnes); - dépouillés de leurs composants précieux (750 000 tonnes); - simplement jetés dans des poubelles (750 000 tonnes). Cette absence de gestion de la fin de vie est d'autant plus inquiétante que les DEEE sont des déchets dangereux. Ils contiennent en effet des substances toxiques qui, lorsqu'elles ne sont pas traitées correctement, peuvent polluer notre environnement et présentent des risques pour la santé. Là encore, l'exportation des conséquences néfastes de notre consommation trouve à s'appliquer : bien qu'étant une pratique interdite par la Convention de Bâle, l'exportation de nos déchets numériques vers des pays en voie de développement reste un réel fléau non documenté. Si quelques métaux sont relativement bien recyclés, la majorité l'est très peu. Les métaux bénéficiant d'un fort taux de recyclage en fin de vie sont principalement des grands métaux, comme le cuivre, le plomb (70%), le fer (70%) ou l'aluminium (55%), mais aussi les métaux précieux tels que l'or (> 50%), l'argent (> 50%) et le platine (>50%). En revanche, la quasi-totalité des petits métaux, et notamment les terres rares, n'est quasiment pas recyclée.

Les industriels du recyclage sont confrontés à deux principales contraintes techniques : - l'identification des différents métaux utilisés dans chaque composant des équipements numériques, qui nécessite d'analyser finement chaque alliage; - la séparation technique des métaux présents dans ces alliages en vue de leur réutilisation. Pour répondre efficacement à ces deux contraintes techniques, les industriels du recyclage doivent réaliser des investissements élevés dans des technologies de pointe. Florian Fizaine cite ainsi l'exemple de la société UMICORE : «Un milliard de dollars a été investi dans l'usine de recyclage et de raffinage d'Umicore exploitant des DEEE en Belgique (Hagelüken et Corti, 2010). Cette usine extrait 30 tonnes d'or, 37 tonnes de métaux du groupe du platine, 1 000 tonnes d'argent et 68 500 tonnes d'autres métaux par an à partir de déchets. Cela en fait la troisième mine d'or du monde.

Enfin regardons le phénomène de décalage temporel. Pour un taux de recyclage de 100%, et étant donné un taux de croissance annuel de la consommation de 3% et une durée moyenne de séjour dans les usages de dix ans, le recyclage ne couvrirait que 74% de la consommation. Ce pourcentage passe à 61% pour un taux de croissance annuel de 5%, et à 47% pour une durée de séjour de vingt-cinq ans.

#### 4 Quelle politique ?

Afin de connaître la politique à mener pour l'électricité il est nécessaire de connaître les émissions de CO<sub>2</sub> direct et indirect émis, exprimé en gCO<sub>2</sub>/kwh, en fonction du type de centrale : 6 pour le nucléaire Français (12 mondial) ; pour l'éolien 11, l'hydraulique 24, solaire 41 (dans ces 3 cas, physiquement 90% du CO<sub>2</sub> total est généré au moment de la construction-fabrication puis le calcul réparti cette quantité sur la durée de vie des installations) ; 230 bioénergie, 420 gaz, 650 fuel, 820 Charbon et 1200 lignite. L'administration française par l'ADEME réalise une méthode de calcul différente du GIEC. Le GIEC intègre toute la chaîne depuis l'extraction jusqu'au stockage ou la destruction en passant par la fabrication et l'exploitation. Pour cette raison le solaire est souvent compté à zéro en France alors qu'il est de 41 gCO<sub>2</sub>/kwh si l'on prend l'ensemble de la chaîne. De plus, l'électricité Française émet très peu de CO<sub>2</sub>, maintenir notre place de leader Européen est donc un challenge.

Le président de la république propose en 2035 de multiplier par 2 ou 3 l'éolien, et par 3 ou 5 le solaire, d'arrêter 14 tranches nucléaires, de construire 3 EPR pour préparer les années 2035 à 2050. Les centrales

nucléaires actuelles auront subi « le grand carénage » qui aboutit à un niveau de sécurité équivalent aux EPR. Voici ce qu'il peut en découler :

- 2035 augmentation de 6% de la production actuelle alors que la demande devrait progresser de 15% (il faut diminuer les exportations, sachant que tous les pays d'Europe ont la même exigence), les prix de l'électricité est maîtrisé à 44€/MWh. L'énergie « renouvelable » sécurise le réseau et limite la mise en place de turbines gaz. On assiste à une diminution d'émission de 1,3 Mt CO<sub>2</sub>/an.
- En 2050, les tranches encoconnées en 2025/30 ont été réactivées et vont arriver dans les années suivantes au démantèlement. Le cout du MWh est à 49€, augmentation de 3MtCO<sub>2</sub>/an par rapport à 2017, il faut construire 9 EPR en 30 ans soit 5700 MW/an (avec le renouvelable reconstruit après 25 ans d'utilisation). Les subventions pour le renouvelable sont de 4 Md€/an. De 2035 à 2050 il sera également nécessaire de faire des économies énergétiques électriques >10% pour revenir à la consommation actuelle. On notera que l'utilisation des tranches actuelles jusque 60 ans limite le gaspillage technique.

En France, le nucléaire est américain, il est à l'opposé technique et humain des militaires russes ou des capitalistes japonais (il y a autant de différences qu'entre un moteur diesel, essence ou gazogène). Il se peut qu'il y ait un accident majeur mais il correspondra à ce qui s'est passé il y a 35 ans aux USA : aucune pollution, aucun mort. Pour les 1000 Kg/an de déchets hautement radioactif produits il existe 3 possibilités, soit le prix Nobel de physique arrive à réduire l'activité des déchets nucléaires d'un million d'années à 30 minutes, soit on construit des centrales à neutrons rapide qui transmutent les déchets (surgénérateurs), soit par enfouissement (visitez le projet). Tout comme on fait confiance à son docteur, il est nécessaire de faire confiance aux spécialistes qui restent mieux placés qu'un prédicateur pour vous soigner ou vous aider (ce qui n'empêche pas de contrôler et il ne faut pas oublier que ce sont les spécialistes qui nous ont alerté et démontré le réchauffement climatique).

La solution du « sans nucléaire » avec 75% de « renouvelable » n'est pas le meilleur choix car les conséquences sont : 70 000 hectares occupés au sol (et autant en toiture et en mer, avec une réduction des forêts), forte augmentation des centrales au gaz, cout à 57€/Mwh , augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> (direct et indirect) de 32 MtCO<sub>2</sub> en 2017 à 64 en 2050, subvention de 7 Md€/an dont 0,6 Md€ d'arrêt de centrales nucléaires par anticipation, construction de 14 000 MW/an (du fait d'une durée de vie de 25 ans estimée) alors que le maximum connu est de 6 200 MW/an en 1985, commencement de la pénurie des terres rares en 2050, instabilité chronique réseau, etc. Ce qui est reproché au nucléaire se réalise également pour le « tout » renouvelable, avec un risque d'intermittence en approvisionnement et son corolaire : qui sera coupé au moment du manque ? qui imposera ce choix ? La solution 80% de nucléaire est viable, mais les risques systémiques sont grands. Pour les ONG et certains partis politiques (je plagie ici Churchill) : vous avez voulu des électeurs au prix du nucléaire, vous avez le CO<sub>2</sub> et vous aurez des opposants.

## 5 le choix

Le choix est simple : on garde un mix énergétique renouvelable avec le nucléaire (et ses risques hypothétiques ponctuels avec un coût énergétique et une émission de CO<sub>2</sub> d'autant plus performant que la part du nucléaire est importante) ou on prend l'option du tout « renouvelable » et on aura la certitude généralisée d'une trop forte concentration en CO<sub>2</sub> lors de la construction avec 2°C d'échauffement climatique, puis 3°C après rupture des stocks de matières premières dès 2060. En tout état de cause, l'électricité décarbonée est une obligation actuelle et probablement future. Elle devra répondre à l'accroissement de la demande jusque 2035 puis, si les économies d'énergie ont un effet plus fort que le développement, revenir aux environs de la consommation actuelle.

Au sein du monde, seule une vingtaine de pays ont la capacité d'utiliser le nucléaire, mais ce sont les plus pollueurs. Son utilisation sera donc assez confidentielle mais elle permettra à tous les autres de pouvoir puiser dans les matières premières, y compris des énergies fossiles indispensables pour des raisons techniques des réseaux électriques. Le réacteur type « ITER » sera probablement l'énergie d'après 2100. Le surgénérateur (Superphénix) est déjà réalisable techniquement, il permettrait de s'affranchir de toute contrainte électrique et énergétique sur plusieurs centaines d'années (ce qu'on appelle réacteur de 4<sup>em</sup> génération). Une démocratisation partielle du nucléaire pourrait aussi se faire grâce aux « small Réactor », technologie standardisée, qui ne nécessite pas de sources électriques en secours ultimes.

En Europe il faudra organiser cette « fédération » plus par une coopération technique qu'une réglementation ou une concurrence orientée, en tenant compte des spécificités des pays mais aussi la part des contributions apportées.

L'électricité est et sera de plus en plus une infrastructure de base, un axe stratégique et tactique régalién voir souverain (impossible de produire en Chine ou même à plus de 300 km) comme la montré la crise du covid-19 : un manque d'électricité générera un effondrement total des états en très très peu de temps. De nombreux pays l'ont compris et agissent, pendant que les instances Européennes ou des ONG sont tout occupé à la dérégulation et aux jeux des influences (pour le moins). Manifestement le bien de chacun n'est pas forcément le bien de tous : RTE favorise les lignes, EDF les ventes, Enedis le monopole de la distribution, la CRE la division pour régner, l'ASN en ajoutant des prescriptions à tour de bras, les élus pour la réélection dans les syndicats d'électricités (rémunéré), les commerciaux et centres d'appels des fournisseurs "alternatifs" pour les actionnaires, les pous et les contres Linky, le nucléaire ou autres afin d'exister. Certains vont même jusqu'à prôner d'aller encore plus loin mais sont attachés à leurs fonctions comme les bulots sur leur rocher. Il est probable que rien n'aurait été fait si EDF s'était appelé Total. Cet éclatement a bien évidemment un cout en France : 5 à 10 milliards d'Euros par an par rapport à « l'ancien système » payé grâce à une augmentation passant de 5% à 33% des taxes sur la facture d'électricité. Les quelques consommateurs jouant sur la facture n'ont que des miettes (2 à 5%).

De nombreux autres éléments seraient à prendre en compte comme par exemple quels sont les taux de production nationale par filière ? ou le prix du CO2 ? ou l'ancienne ambassadrice américaine aux Nations unies, qui affirme que les activités chinoises autour du coronavirus ne sont qu'une des multiples menaces que ce pays pose (le nucléaire civil chinois en est une). Mais les sujets seraient trop vastes.

### Conclusion

Pour la France, si nous souhaitons descendre à 2tCO2/hab en 2050 (sans effondrement de la société) il ne suffira pas d'avoir de la décroissance, il faudra aussi un transfert d'utilisation des énergies fossiles vers l'électrique (sans pétrole, ni gaz). Le scénario électrique du président de la république de multiplier par 2 l'énergie éolienne et par 3 le solaire est une des options les plus sécurisée contre un risque systémique à un cout maîtrisé à 49€/MWh (actuel : 40) ; elle permet surtout de réussir les 2t CO2/hab en 2050, le nucléaire représentant 60 à 75% de la fourniture (fonction des coupures de courant acceptables, des échanges transfrontaliers ou des autres moyens de production). Quant au scénario du « pas de nucléaire », il n'atteindra pas le 1<sup>er</sup> seuil des 4,3t CO2/hab en 2035, bloquera les possibilités financières dans les autres domaines et rendra définitivement inatteignable les 2t CO2/hab en 2050, ouvrant ainsi la boîte de Pandore ; comme le disent les juristes : les faits sont têtus.

Pour le GIEC le compte à rebours a commencé, le consommateur et les industriels deviennent les seuls acteurs de la lutte contre les émissions de CO2, la finance devient l'outil (en France 438 Md€ d'investissement d'ici 2035) ; de facto la spécificité Française Jacobine doit en tirer des conséquences et imposer cet état de fait aux partenaires européens.

Les changements politiques du monde n'épargnent pas les institutions Européennes.

Le risque de réchauffement climatique peut être une chance si nous savons faire ce qu'il faut quand il faut.

Yves HOLUIGUE

# 4 Scenarii de production d'électricité de 82% à 2% de nucléaire en 2050

2018	71,7% Nucléaire					données Générales				subvent. Md€ -1,81				Coût Energie Electrique (somme du détail)								
	Puissance installée MW	produit TWh	Millions T CO2	Hectars au sol	Taux charge	durée Années	Invest €/Kw	emprise M2 /Mw	gCO2 /kwh (GIEC)	Subventions (hors coût)				Coût usiné €/MWh	combust €/MWh	trafic+reg+CO2 €/MWh	Divers €/MWh	Démontelle €/MWh	OPEX €/MWh	Invest €/MWh	charge financ €/MWh	fiscalité €/MWh
										Invest €/Kw	Subv. €/MWh	Subv. €/Kw	Subv. €/MWh									
Nucléaire	63 130	393	4,72	3 788	71%	20	633,6	600	12	-	-9,06	0	-9,1	33,4	7,0	3,4	5,0	3,2	7,6	5,1	0,4	1,7
Nucl. EPR		0	0,00	0	70%	60	6 000	600	12	-	0	0	0	53,0	7,0	3,1	5,0	2,7	8,2	16,3	9,1	1,7
charbon	2 997	6	7,95		22%				820				0,0					0,0				
fioul	3 440	2	2,47		7%				650				0,0					0,0				
gaz (cycle con	12 151	31	13,19	1 823	29%	25	621	1 500	420	-60	0	0	0	67,2	30,0	12,6	5,0	3,7	3,6	9,6	1,0	1,7
Hydraulique	25 510	68	1,64	0	31%	120	2 000		24	-	0	0	31,0	0,0	0,7	5,0	0,7	7,5	6,2	9,1	1,7	
Eolien	15 108	28	0,31	2 432	21%	25	1 300	1 610	11	-60,29	-12,8	-104	-23,7	53,9	0,0	0,3	5,0	5,2	10,8	28,1	2,9	1,7
Solaire	8 527	10	0,41	8 527	13%	25	1 800	10 000	41	-60	-20,0	-144	-44,0	83,4	0,0	1,2	5,0	2,7	5,1	61,4	6,2	1,7
Bioénergies	2 026	10	2,23	324	55%	30	600	1 600	230	-60	-20,0	-48	-73,4	20,7	0,0	6,9	5,0	0,6	1,9	4,2	0,5	1,7
S/T Renouv.	51 171	116	4,59	11 284																		
Total	132 889	548,60	32,91	16 894	47%	37,26	60,00		488,60	60,00				20,44	1,06	30,08						

100 000 =MW Pointe conso					101 310	2 018
					subvent. -0,90	
2035	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€	
-2 Nuc	60 368	376	4,51	3 622	12,56	
3 EPR	4 950	30	0,36	297	1,61	
gaz	14 844	26	10,92	2 227	1,75	
Hydraulique	25 510	68	1,64	0	2,11	
1 Eolien	15 108	28	0,31	2 432	1,51	
1 Solaire	8 527	10	0,41	8 527	0,83	
1 Bioén	2 026	10	2,23	324	0,20	
S/T renouvelable	51 171	116	4,59	11 284	4,66	
Total	131 333	548	20,39	17 429	20,58	
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an	
37,18	-1 556	0	-12,53	37,5	1 949	

16 200 Import					6 000 effacement					
					subvent./an 0,00					
2050	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
relance Nucléaire										
-48 Nuc	12 540	85	1,02	752	2,83					
33 EPR	54 450	367	4,41	3 267	19,48					
20%	17 276	30	12,71	2 591	2,03					
hydr	25 510	68	4,66	0	2,11					
	0	0	0,00	0	0,00					
	0	0	0,00	0	0,00					
	0	0	0,00	0	0,00					
S/T	25 510	68	4,66	0	0,00					
Total	109 776	550	22,80	6 611	26,45					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
41,42	-23 113	2	-10,12	48,1	3 300					

2035					2050					
63,3%					55,4%					
					subvent./an -2,28					
2035	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
-11 Nuc	52 341	326	3,91	3 140	10,89					
3 EPR	4 950	30	0,36	297	1,61					
gaz	18 529	32	13,63	2 779	2,18					
Hydraulique	25 510	68	1,64	0	2,11					
2 Eolien	30 216	56	0,62	4 865	3,02					
3 Solaire	25 581	30	1,23	25 581	2,50					
2 Bioén	4 052	19	4,46	648	0,40					
S/T renouvelable	85 359	174	7,95	31 094	8,03					
Total	161 179	563	25,86	37 311	22,72					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
45,97	28 290	14	-7,06	40,4	4 176					

2050					2050					
39,0%					-					
					subvent./an -3,63					
2050	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
+ cocon										
-43 Nuc	19 770	123	1,48	1 186	4,11					
9 EPR	14 850	91	1,09	891	4,83					
	36 309	64	26,72	5 446	4,27					
	25 510	68	1,64	0	2,11					
	45 324	124	1,36	7 297	6,66					
	42 635	50	2,05	42 635	4,17					
	6 078	29	6,69	972	0,60					
	119 547	271	11,74	50 905	13,55					
	190 476	549	41,03	58 428	26,77					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
74,75	57 587	0	8,12	48,8	5 673					

2035					2050					
53,7%					39,0%					
					subvent./an -4,02					
2035	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
Sous cocon										
-19 Nuc	45 116	281	3,37	2 707	9,39					
3 EPR	4 950	30	0,36	297	1,61					
gaz	21 442	38	15,78	3 216	2,52					
Hydraulique	25 510	68	1,64	0	2,11					
3 Eolien	45 324	84	0,92	7 297	4,52					
5 Solaire	42 635	50	2,05	42 635	4,17					
3 Bioén	6 078	29	6,69	972	0,60					
S/T renouvelable	119 547	231	11,31	50 905	11,41					
Total	191 055	580	30,82	57 125	25,39					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
53,11	58 166	31,7	-2,09	43,0	6 359					

2050					2050					
1,8%					-					
					subvent./an -5,84					
2050	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
-58 Nuc	0	0	0,00	0	0,00					
1 EPR	1 650	10	0,12	99	0,54					
	58 713	103	43,20	8 807	6,91					
	25 510	68	1,64	0	2,11					
	102 734	280	3,08	16 540	15,10					
	42 635	50	2,05	42 635	4,17					
	8 104	39	8,92	1 297	0,80					
	178 983	437	15,70	60 472	22,19					
	239 347	550	59,02	69 378	29,64					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
107,22	106 458	1,88	26,11	53,8	10 112					

2035					2050					
43,8%					1,8%					
					subvent./an -5,29					
2035	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
-24 Nuc	40 620	253	3,04	2 437	8,45					
1 EPR	1 650	10	0,12	99	0,54					
gaz	23 016	40	16,94	3 452	2,71					
Hydraulique	25 510	68	1,64	0	2,11					
5 Eolien	75 540	140	1,54	12 162	7,54					
5 Solaire	42 635	50	2,05	42 635	4,17					
4 Bioén	8 104	39	8,92	1 297	0,80					
S/T renouvelable	151 789	297	14,15	56 094	14,63					
Total	217 075	601	34,25	62 082	26,33					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
57,03	84 186	52	1,33	43,8	8 154					

2050					2050					
-					-					
					subvent./an -5,84					
2050	P MW	TWH	Milli TCO2	Hectar au sol	Md€					
-58 Nuc	0	0	0,00	0	0,00					
1 EPR	1 650	10	0,12	99	0,54					
	58 713	103	43,20	8 807	6,91					
	25 510	68	1,64	0	2,11					
	102 734	280	3,08	16 540	15,10					
	42 635	50	2,05	42 635	4,17					
	8 104	39	8,92	1 297	0,80					
	178 983	437	15,70	60 472	22,19					
	239 347	550	59,02	69 378	29,64					
gCO2 /Kwh	Δ Mw /18	Δ Twh /18	Δ MtCO2	€/Mwh	construc /an					
107,22	106 458	1,88	26,11	53,8	10 112					

## Filière éolienne allemande

L'Allemagne compte trois entreprises parmi les onze premières du classement mondial 2015 des fabricants d'éoliennes<sup>21</sup> :

- [Siemens](#) est n° 4 avec 3 100 MW fournis en 2015 ;
- [Enercon](#) est n° 6 avec 3 000 MW ;
- [Nordex](#) est n° 11 avec 1 700 MW.

le n° 1 [Goldwind](#) est chinois, le n° 2 [Vestas](#) danois et le n° 3 [GE Wind](#) américain ; le n° 5 [Gamesa](#) est espagnol, et le top 10 compte 5 chinois.

Sur le marché de l'éolien offshore, le numéro un mondial Siemens Wind Power dispose de 80 % du marché. Depuis 2013 une vague de consolidation affecte ce secteur: rapprochement en 2013 de Vestas et de Mitsubishi, puis en 2014 création d'Adwen, filiale commune d'Areva et de Gamesa. En 2015, le français Alstom, qui développe l'éolienne offshore Haliade 150, est passé dans le giron de l'Américain General Electric. Dans l'éolien terrestre, l'allemand Nordex et l'espagnol Acciona ont annoncé en octobre 2015 leur intention de fusionner leurs forces pour entrer dans le top 5 mondial. Les dirigeants de Gamesa ont annoncé le 29 janvier 2016 qu'ils étaient entrés en discussion avec Siemens en vue d'un rapprochement de leur activité éolienne, créant le poids lourd du secteur mondial avec environ 15 % de part de marché devant General Electric (11 %) et Vestas (10 %)

La mise en œuvre de la réforme du système de subventions des énergies vertes en Allemagne entraîne en 2018 une baisse des commandes qui amène les fabricants d'éoliennes à réduire leurs effectifs : le premier constructeur allemand d'éoliennes terrestres, Enercon, annonce en août 2018 sa décision de se concentrer davantage sur l'international ; la réduction de ses contrats avec ses sous-traitants locaux devrait entraîner la suppression de 835 emplois en Allemagne ; Nordex, basé à Hambourg, a déjà annoncé en 2017 la suppression de 450 emplois ; la coentreprise Gamesa Siemens a annoncé la même année la suppression de 6 000 emplois dans le monde. La fédération allemande de la filière éolienne (BWE) estime que 15 % des 160 000 emplois de la branche sont en danger<sup>24</sup>.

Le secteur subit en 2019 de grandes difficultés : depuis 2016, dernière année avant le passage d'un système de tarif subventionné à celui d'enchères, la pression sur les prix a provoqué la faillite de nombreux petits acteurs, entraînant la disparition de 30 000 emplois. Faute d'acteurs suffisants, les prix sont rapidement repartis à la hausse. Les autorisations étant par ailleurs distribuées au compte-gouttes et les plaintes se multipliant avec le développement du parc, l'installation de nouvelles éoliennes a chuté de 80 % depuis le début de 2019<sup>25</sup>. En 2017, 26 000 emplois ont été supprimés, selon le gouvernement fédéral. L'entreprise [Senvion](#), cotée en Bourse et forte de 4 400 salariés, a déposé le bilan en août 2019. L'introduction d'appels d'offres depuis 2016, la fin de revenus garantis et les lenteurs administratives ont entraîné une baisse du nombre d'investisseurs. Certains appels d'offres ne trouvent pas preneurs. Parallèlement, le nombre de procès intentés par des riverains a explosé. Les éoliennes atteignent désormais 200 mètres de hauteur et posent des problèmes en termes de bruit et de pollution visuelle. Pour apaiser les riverains, la Bavière a imposé pour toute nouvelle installation une distance équivalant à 10 fois la hauteur d'une éolienne ; depuis, plus aucune nouvelle éolienne n'a pu être installée dans la région. Le parti d'extrême droite Alternative pour l'Allemagne fait de la lutte contre les éoliennes son nouveau cheval de bataille<sup>26</sup>.