

Conclusions

« La décarbonation de notre système de production et de notre consommation d'énergie transformera profondément l'appareil industriel et nos modes de vie fondés sur l'abondance d'énergie fossile. Cette dépendance aux énergies fossiles est telle qu'une substitution totale par de l'énergie décarbonée est inenvisageable dans le délai imparti pour réduire nos émissions de GES. Nous devons donc faire face à une réduction de notre consommation globale d'énergie pour parvenir à limiter les effets du changement climatique. »

Hervé Le Treut The Shift Project

On ne saurait trop recommander la lecture de la BD de Jancovici « Le Monde sans fin » cette BD est redoutablement efficace. On recommande évidemment « Le climat en 100 questions de G. Ramstein et S. Huet) et la BD, et une autre BD « Urgence climatique... Ekeland et Léocart.

Par ailleurs pour se faire une idée plus précise il faut s'immerger dans une multitude de sites : RTE, l'ADEME, l'Académie des Sciences, ... Une liste plus ou moins classée est donnée à la fin de ce fichier.

Il y a les sites de l'association « Négawatt » et celui de « The shift project » (ainsi que le blog de J.M. Jancovici) qui proposent des trajectoires de sortie. Le second –du point de vue de l'auteur de ces lignes- est beaucoup plus solide et réaliste que le premier partant d'un *a priori* antinucléaire. Cependant on aurait tort de négliger les développements que l'on trouve sur « Négawatt » pertinents à bien des égards sur la sobriété.

<https://jancovici.com>

<https://theshiftproject.org>

<https://negawatt.org>

La première conclusion qui s'impose pour l'auteur de ces lignes est que se placer dans une logique ENR (énergie renouvelables) contre nucléaire est la meilleure façon de faire rater la décarbonation (on parle de la France) et que les choix fait par l'Allemagne ne sont pas des choix zéro carbone, mais au mieux des choix bas carbone dictés par des choix idéologiques.

1. La consommation finale d'énergie en France

C'est l'énergie que nous utilisons sous toutes ses formes : électricité, essence, bois de chauffage... en arrondissant cela se répartit en :

66% énergies fossiles

17% Nucléaire

17% ENR =énergies renouvelables (dont bois de chauffage 30% du total ENR, hydraulique 19% du total ENR, éolien+ photo voltaïque 18% du total ENR)

Si on supprime les énergies fossiles d'ici 2050 (c'est l'objectif de décarbonation) il est impossible (même avec beaucoup de sobriété) de continuer à faire fonctionner la société. On ne voit pas comment décarboner l'économie sans augmenter le nucléaire et les ENR simultanément tout ceci étant associé à la « sobriété ». Il faudra donc augmenter fortement la production d'électricité. Les projections de RTE et de l'Académie des Sciences estiment qu'il suffirait de multiplier la production d'électricité par 2.

Ce scénario (nucléaire+ENR) vaut pour la France, il ne vaut pas pour d'autres pays, il n'y a pas de solution miracle. L'Autriche et la Norvège qui fonctionnent surtout à l'hydraulique peuvent s'en tirer assez facilement. Le Danemark qui a un parc éolien énorme : 50% de la production d'électricité, pourrait faire disparaître ses centrales thermiques en collaborant avec la Norvège, et la Suède et la Finlande qui elles ont des centrales nucléaires (cela est peut être déjà prévu). L'Allemagne c'est une autre histoire, il faut rappeler qu'ils sont au niveau de l'UE parmi les plus gros émetteurs de GES (gaz à effet de serre), que l'on ne vienne pas nous la donner en exemple.

La production d'électricité

La part (70 %) du nucléaire baisse doucement, pour des raisons diverses : centrales à l'arrêt pour révisions et montée très sensible de l'éolien et du solaire PV (10,5% en 2020, plus que multiplié par 2 en 6 ans).

Source : <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-production-totale/>

Le doublement du nombre des éoliennes et un décollage du solaire PV laisse à penser qu'avec l'hydraulique/hydrolien et les centrales à gaz l'objectif de 50% de nucléaire dans la production d'électricité en 2035 est ambitieux mais atteignable, même dans une perspective d'augmentation de cette production. De plus cette date il y aura encore des centrales à gaz. **Le vrai choc** de la décarbonation, sera pour 2040-2050 : la quasi-disparition des véhicules thermiques, des chaudières à combustible fossile... Là ce sera beaucoup plus difficile. Il faudra beaucoup plus d'électricité.

Il nous faudra plus de nucléaire, plus d'ENR et plus de sobriété.

Si on veut décarboner et éliminer les GES il faut savoir d'où les émissions viennent. Elles viennent :

Des transports pour 30%

Du résidentiel/tertiaire pour 18%

De l'agriculture, et en particulier de l'élevage pour 19%

De l'industrie manufacturière pour 18%

De l'industrie de l'énergie pour 10%

Le cas de l'agriculture est à part dans la mesure où une très large part des émissions de GES vient des animaux et sera traité à part. On va donc dans la suite parler des sources d'énergie, puis des économies possibles (la sobriété !) et enfin on dira un mot de l'agriculture, mais ce dernier sujet devra être traité plus en détails : faire une fiche « agricole » ?

2. Les sources d'énergie pilotables, fatales et le stockage

Toutes les énergies ne sont pas pilotables (c'est à dire disponibles quand on en a besoin).

Allumer un feu dans une cheminée c'est (si on sait faire) rapide. Lancer la production d'une centrale hydroélectrique c'est rapide (encore faut il qu'il y ait de l'eau dans la retenue), lancer (et arrêter) la production d'une centrale thermique c'est rapide aussi. Pour une centrale nucléaire c'est rapide aussi, mais peut être pas autant que pour centrale thermique... Toutes ces énergies, et l'hydrolien, les centrales thermiques utilisant la biomasse, sont pilotables.

Ce n'est pas le cas de l'éolien et du solaire. Quand il n'y a ni vent ni soleil il faut bien que le frigidaire marche.

Pour le solaire au moins il y a des endroits dans le monde où, sauf la nuit, il manque très rarement.

De toutes façons on ne peut compter sur eux en permanence. **On dit que ce sont des énergies fatales.** Il faut donc stocker l'énergie qu'ils produisent quand il y a un surplus. C'est un problème notoirement difficile. Les solutions sont multiples mais insuffisantes.

Des options pour l'avenir et des questions

Le nucléaire :

Construire des EPR (des EPR fonctionnent en Chine depuis un an, les soucis récents dont il a été fait état sont mineurs)

L'option des mini-centrales chères à Jupiter est il sérieux ? Des doutes liés aux pertes de compétences dans l'industrie nucléaire ont été formulés – nous avons des experts qui peuvent nous en dire plus-

ASTRID, c'est la filière nucléaire de 4-eme génération, **il faudra relancer le programme qui est à l'arrêt**, cela prendra du temps, combien ? En tout cas ce n'est pas pour 2050. L'irresponsabilité de nos politiques est en jeu là.

ITER, là c'est carrément spéculatif : personne ne peut dire aujourd'hui si le projet aboutira.

Des questions sur le nucléaire peuvent nous être posées, entre **le démantèlement, le grand carénage, les ressources en combustible, les déchets, les risques d'accident.** Je renvoie à la BD de Jancovici. Mais dans l'ordre :

Le démantèlement des vieilles centrales : il est encours à Chinon et Saint Laurent de Eaux et presque achevé à Chooz, pour des vieux réacteurs. Il est bloqué à Brennilis par de procédures judiciaires. On peut regretter un manque de communication de EDF sur le sujet : par exemple quand cela se terminera, si cela est écrit quelque part je n'ai pas trouvé.

Le grand carénage nécessaire pour prolonger la durée de vie des centrales. Des chiffres fantaisistes ont été avancé pour évaluer son coût : 100 milliards d'Euros pour S. Rousseau, JLM qui n'en rate pas une a surenchéri à 150... S. Huet pointe sur son blog que ces chiffres ne sont basés sur aucune source fiable.

Les ressources en combustible : La France a longtemps dépendu des mines d'uranium au Niger, celles ci sont quasiment à l'arrêt. Si on évalue les ressources mondiales on peut voir un peu venir mais pas trop (voir Jancovici) (quelques dizaines d'années ??). Avec **ASTRID** il y a des ressources pour des milliers d'années.

Les déchets Pour moi c'est un point faible, je ne trouve pas de réponses sur les déchets à long terme. Et Jancovici auquel je réfère souvent est un peu léger sur l'effet des radiations.

Les accidents. Ce qui est clair c'est que qu'un accident type Tchernobyl est impossible en France (technologie différente, voir Jancovici) ainsi qu'un accident type Fukushima (nous ne sommes pas sur une ligne de failles de l'écorce terrestre) cela exclut il tous risques ?

Les ENR :

Le bois de chauffage (on a vu que c'est non négligeable) on peut augmenter l'utilisation, mais c'est une solution d'usage limité ... et on ne peut pas couper toutes les forêts (si on veut que cela reste une ENR)

La production hydraulique ne peut guère augmenter, le temps des grands barrages est fini, EDF signale des potentialités modestes dans le micro-hydraulique.

L'hydrolien (« éolienne sous la mer utilisant les courants) pourra fournir une contribution, mais il ne faut pas rêver (et raconter n'importe quoi comme le fait JLM) cela n'ira guère au delà de l'équivalent de 2/3 centrales nucléaires au mieux (contrairement à certaines affirmations péremptives de JLM).

Evidemment il faut développer éolien, photo voltaïque, mais il faut aussi stocker le surplus l'énergie :

Le rétro-turbinage (faire remonter de l'eau dans des retenues) est utile pour stocker l'énergie mais a ses limites en France (je renvoie à la BD de Jancovici pour voir ce que cela donnerait si cette solution était appliquée à l'Allemagne).

Les batteries ne sont pas assez efficaces pour un stockage massif ou posent d'autres problèmes, des solutions nouvelles vont peut être arriver mais c'est spéculatif.

L'hydrogène : c'est effectivement une solution, surtout pour l'industrie. La production d'hydrogène peut se faire soit à partir de gaz naturel (ce n'est pas renouvelable) et il n'est pas clair que cela puisse être neutre du point de vue émission de GES, soit par électrolyse de l'eau, mais il faut déjà de l'électricité pour faire cela et le rendement est très mauvais.

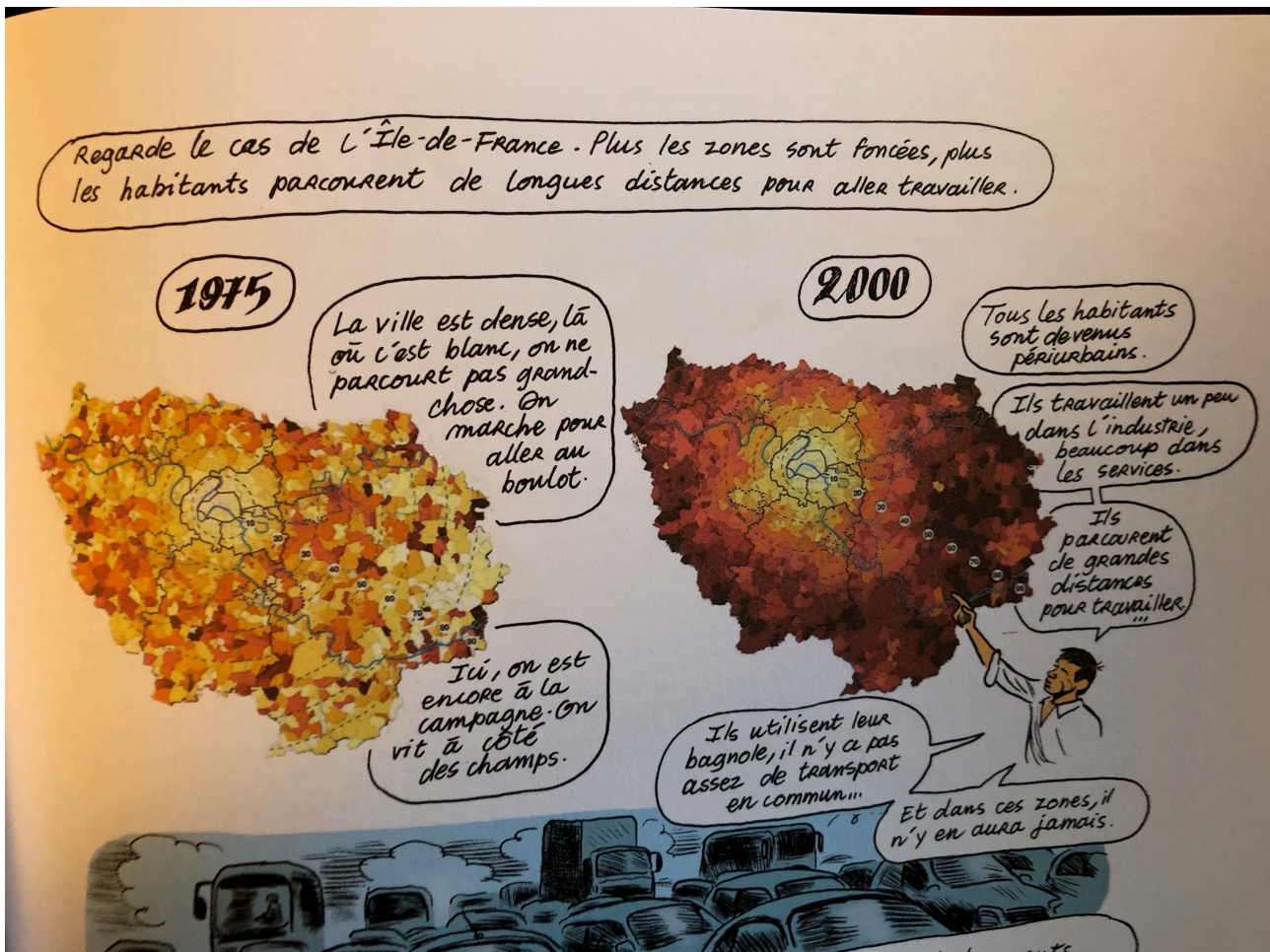
Aucune de ces solutions n'est neutre du point de vue environnemental et/ou ont un mauvais rendement Mais elles auront toutes leur utilité.

Comme on l'a dit plus haut il n'y aura ni modèle unique, ni décarbonation dans un seul pays. Les échanges régionaux (européens) peuvent être très utiles.

3. Les économies d'énergie, les énergies propres, la sobriété et la décroissance .

Voici plusieurs thèmes possibles d'économie d'énergie, de sobriété. Suivant l'ordre donné en fin de la section 1.

Les transports : Evidemment il faut développer les transports en commun et rapprocher les lieux d'habitations et de travail. Mais croire que les transports en commun résoudront tout dans une agglomération comme celle de Paris, où à l'inverse dans des zones à faible peuplement relève de l'illusion. A ce propos regardez ci-dessous l'extrait de BD de Jancovici qui montre bien que les transports individuels resteront nécessaires longtemps dans une agglomération comme l'IDF :



La consommation de carburants pour les véhicules : on fait des moteurs moins gourmands mais en même temps on augmente la puissance moyenne des véhicules ainsi que leur taille (pensons aux SUV). La sobriété là serait de freiner, voir stopper, la course aux grosses voitures, et évidemment de passer aux voitures électriques. Faire des petites voitures électriques c'est bien de tous les points de vue (*), en faire des grosses c'est beaucoup plus discutable (encore une fois voir dans la BD de Jancovici) même point de vue GES.

De toutes façons la fin de l'essentiel des véhicules thermiques est actée à l'horizon 2040 dans l'UE.

(*) A ce propos je mets en garde sur un article paru il y a quelques temps dans l'HD intitulé « Le vrai bilan des voitures électriques » qui contenait un solide paquet d'approximations, d'inexactitudes et de choses hors sujet.

Résidentiel/tertiaire : La meilleure isolation des logements, bureaux, commerces,... Des gros progrès ont été faits mais il reste beaucoup à faire car l'isolation efficace est trop chère., des solutions hors de prix où peu efficaces sont proposées. Il faut que l'état y mette beaucoup plus de moyens.

Quant aux alternatives propres pour le chauffage il reste aussi énormément à faire et les coûts peuvent être élevés.

L'industrie, le numérique : Les émissions de GES en France et dans l'UE ont substantiellement baissé, mais on les a délocaliser dans une large mesure en Asie. Il nous faut tenir compte dans nos émissions personnelles de GES de tout ce qui a été produit ailleurs et que nous avons importé et utilisons. Par exemple nos smartphones surtout produits en Asie! Si on tient compte de cela le bilan des émissions de GES de l'UE est beaucoup moins glorieux, même si il a un peu baissé.

C'est bien de relocaliser la production -pour des raisons sociales évidemment- mais surtout car en Chine, au Vietnam.. ; l'électricité y est essentiellement produite par des centrales à charbon (*) et car les normes environnementales sont moins strictes.

(*) Les choses évoluent mais il y a loin de la coupe aux lèvres.

Comme on l'a dit plus haut l'utilisation de l'hydrogène est certainement une piste pour faire baisser les émissions de GES de l'industrie, encore faut il produire proprement l'hydrogène.

Le choix des smartphones comme exemple plus haut n'est pas du au hasard : le numérique sous toutes ses formes est de plus en plus énergivore. Il va falloir d'une manière ou d'une autre limiter cela, interdire les cryptomonnaies serait déjà salutaire, non seulement du point de vue économique mais en terme d'émissions de GES ! En effet celles ci nécessitent le fonctionnement de « fermes » d'ordinateurs de plus en plus grandes -d'où

consommation d'énergie- de plus ces ordinateurs doivent être renouvelés régulièrement : « *L'industrie des mineurs de bitcoin produit une quantité phénoménale de déchets électroniques, équivalente à celle des Pays-Bas ! Cette industrie, qui permet la validation des transactions et la création de la cryptomonnaies, a produit 30.700 tonnes de déchets électroniques sur un an ...* »

La sobriété : Il faut insister très fort sur cette idée. Cela veut dire tout autant lutter contre les gaspillages que contre le consumérisme encouragé par la concurrence inhérente au système capitaliste. La sobriété (ou la décroissance) c'est refuser les logiques qui relèvent toutes de plus ou moins près de la sacro sainte concurrence (libre et non faussée) et de la logique du système économique actuel.

4. L'agriculture et l'élevage

L'agriculture et en particulier l'élevage contribuent à l'émission des GES à hauteur de 20% (moyenne sur la planète et en France assez proches). Une forte contribution vient de l'élevage bovin, *via* les émissions de méthane (de la fermentation entérique : un bovin émet de 60 à 100 kg de méthane par an et la captation du carbone par les prairies –dont la surface diminue en Europe- n'est pas infinie, il y a eu beaucoup d'études à ce propos). Il y a plusieurs solutions complémentaires:

- aller vers une agriculture bio... cela nécessiterait de longs développements,
- modifier l'alimentation du bétail, faire baisser la taille du cheptel,
- mais pour ce qui est des mots d'ordre du type « faire disparaître les engrais azotés en 5 ans » (théoriquement très bien) relève non pas d'une approche raisonnable du problème mais le « 5 ans » vient de la durée du mandat présidentiel... c'est déraisonnable
- *Les sources sont classées par sujet, sachant que les deux premiers items valent pour tout, qu'il y a des redondances et qu'il faut fouiller soi même!*

SOURCES

RTE :

- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-energetique-de-la-france-pour-2019>
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-energetique-de-la-france-en-2019-synthese>
- <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com>
- <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-production-totale/>
- <https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/synthese-les-faits-marquants-de-2019/>

Ministère développement durable :

- <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/donnees-et-ressources/ressources/organisme/article/service-de-la-donnee-et-des-etudes-statistiques-sdes>
- https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-11/datalab_70_chiffres_cles_energie_edition_2020_septembre2020_1.pdf
- <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/international/comparaisons-internationales/article/l-empreinte-carbone-comparaisons-mondiales>
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-de-lenergie-edition-2021>
- <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/international/comparaisons-internationales/article/l-empreinte-carbone-comparaisons-mondiales>

GES :

- https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz_à_effet_de_serre
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz_à_effet_de_serre#Par_secteurs
- <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4992678>
- <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/themes/pressions-exercees-par-les-modes-de-production-et-de-consommation/usages-de-matieres-potentiellement-polluantes/fertilisants/article/les-livraisons-d-engrais-en-france>
- <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/104000665.pdf>
- https://www.citepa.org/fr/2021_06_a10/
- https://www.citepa.org/fr/2021_11_a28/
- https://ressources.citepa.org/communiqué-presse/CP-Citepa_EmissionsGES_juin2020_JlXliH.pdf

Nucléaire :

- <https://theshiftproject.org/cartographie-politique-electricite-nucleaire-monde-dossier/><https://www.lemonde.fr/blog/huet/2021/10/04/nucleaire-le-festival-jadot/>
- <https://www.lemonde.fr/blog/huet/2018/04/11/nucleaire-et-climat-la-grande-tromperie/>
- <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/l-energie-nucleaire/edf-une-expertise-nucleaire-unique/deconstruction-centrales->
- <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/l-energie-nucleaire/edf-une-expertise-nucleaire-unique/deconstruction-centrales-nucleaires>
- <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/poursuite-des-operations-de-demantelement-de-l-ami-apres-son-reexamen-periodique>

Transports :

- <https://fr.statista.com/statistiques/486554/consommation-de-carburant-moyenne-voiture-france/>

- https://fr.statista.com/themes/3953/la-consommation-de-carburant-en-france/#dossierSummary_chapter2
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2019/28-55-transports--stabilite-de>
- <https://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/evolutionPuissanceMoyenne>
- <https://www.la-croix.com/Economie/transport-maritime-casse-tete-transition-energetique-2021-06-14-1201161105>
- <https://www.greenunivers.com/2020/01/le-transport-maritime-engage-sa-transition-energetique-dossier-220922/>
- <https://evenements.courrierinternational.com/transition-ecologique/comment-le-transport-maritime-opere-sa-transition-energetique/>
- https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-12/datalab_78_comptes_transports_2019_circulation_novembre2020.pdf
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transport-2021/36-consommation-denergie>
- <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/performance-energetique-energies-renouvelables/lenergie-transports>

Agriculture :

- <http://www.grands-troupeaux-mag.fr/wp-content/uploads/2020/03/La-population-bovine-au-1er-décembre-2019.pdf>
- <https://www.web-agri.fr/conduite-elevage/article/79730/en-40-ans-l-europe-a-perdu-un-tiers-de-ses-surfaces>
- <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0079396>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Prairie_permanente
- <https://www.la-viande.fr/environnement-ethique/viande-changement-climatique/role-prairies-puits-carbone>
- https://odr.inra.fr/intranet/carto_joomla/index.php/165-reseaevaluation/a-la-une-reseau-evaluation/526-les-prairies-permanentes-evolution-des-surfaces-en-france
- <https://www.greenpeace.fr/elevage/>
- <https://www.grands-troupeaux-mag.fr/wp-content/uploads/2020/03/La-population-bovine-au-1er-décembre-2019.pdf>
- <https://www.decodagri.fr/lelevage-emet-plus-de-gaz-a-effet-de-serre-que-le-transport/>
- <https://www.la-viande.fr/environnement-ethique/rapport-fao/interview-anne-mottet-fao>
- <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01173674>
- <https://hal.inrae.fr/hal-02824535>

Biomasse et énergies renouvelables :

- <https://www.ecologie.gouv.fr/biomasse-energie>
- <https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-laction/produire-chaleur/dossier/bois-biomasse/biomasse-energie>
- <https://www.vie-publique.fr/en-bref/281197-energies-renouvelables-2020-191-de-la-consommation-finale-denergie>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_éolienne_en_Alemagne#Variations_saisonnieres
- <http://www.journal-eolien.org/tout-sur-l-eolien/la-puissance-eolienne-en-france/>
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-des-energies-renouvelables-edition-2021>

Wikipedia :

- https://fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_en_France
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_en_France#Énergie_finale_consommée

INSEE, statistiques :

- <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2015872>
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-de-lenergie-edition-2021>

Académie :

- <https://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/apport-energie-nucleaire-transition-energetique.html>

Hydraulique :

- <https://www.france-hydro-electricite.fr/lhydroelectricite-en-france/potentiel-de-developpement/>
- <https://www.ecologie.gouv.fr/hydroelectricite>
- <https://www.capital.fr/economie-politique/les-hydroliennes-peinent-a-sinstaller-en-france-1343326>
- <https://www.revolution-energetique.com/la-plus-puissante-hydrolienne-du-monde-est-entree-en-service/>
- https://www.challenges.fr/green-economie/avec-hydroquest-lhydrolien-prend-le-large_784479
- <https://www.socialter.fr/article/pourquoi-l-hydrolien-prend-l-eau-en-france-pourtant-leader-mondial-du-secteur-1>

Hydrogène :

- <https://www.mediapart.fr/journal/economie/190821/hydrogene-reve-industriel-cauchemar-climatique?onglet=full>

