

Nouveau Projet Alter Breton

Version 2022

***Vers la résilience
ou le chaos ?***



***Un avenir soutenable pour la Bretagne
Mieux vivre sans pétrole et sans nucléaire***

Préambule

Un nouveau projet Alter Breton

La fin de la rédaction du NPAB 2022 approchant, il est apparu nécessaire de préciser certains points qui, bien qu'abordés au fil des chapitres ne transparaissent peut être pas assez clairement à l'occasion d'une première lecture.

Un **projet** reste un **ensemble de propositions** dont les différentes composantes s'articulent selon une logique interne propre.

Il ne s'agit en aucun cas d'une bible ou d'un programme qu'il conviendrait d'appliquer tel quel sans concertation.

Tous les sujets présentés demeurent évidemment amendables et nécessiteront des apports argumentés qui viendront enrichir, augmenter, préciser, améliorer, voire corriger le document initial.

Toutes les nouvelles propositions pourront donc être étudiées par un comité qui reste à constituer.

L'objectif affiché vise à atteindre l'autonomie énergétique de la Bretagne d'ici 2050.

Une seule disposition n'est pas négociable :

Le périmètre d'action du projet concerne la Bretagne, la vraie.

La Transligérie voisine, création technocratique, qui partage de nombreuses caractéristiques avec la Transnistrie, dont l'absence de notoriété internationale, doit être dissoute et ses "départements" répartis entre les régions voisines. .

DELENDI SUNT PAGI LIGERIS

Le contenu de ce document s'appuie, en restant cohérent, sur sept des vingt thèmes présentés dans le livre programme de l'UDB paru en 2018.



Notamment sur les chapitres suivants

01 Aménagement du territoire ...	51
02 Logement	55
03 Transports	61
04 Énergie	67
06 Agriculture	79
07 Mer	85
09 Économie	97

[cliquer sur l'image pour en savoir plus](#)

On pourra remarquer que ces sept thèmes font également partie des champs de compétences dévolues au **Senedd : l'assemblée galloise**, qui dispose, lui, des budgets nécessaires à les exercer.

http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/32/pdfs/ukpga_20060032_en.pdf

voir l'annexe 5 à la page 112 (119) du document pdf

Dans l'attente de la mise en place d'une structure dédiée à la discussion des commentaires peuvent être adressés en MP sur la page suivante :

<https://www.facebook.com/Ranb.Npab>

Aucune propriété n'est revendiquée sur le contenu de ce document qui peut être réutilisé librement pour un usage non commercial. Une citation de la source serait néanmoins appréciée.



Mieux vivre en Bretagne

Sans pétrole et sans Nucléaire

Pour un nouveau projet Alter Breton

*Cette année, nous atteignons le cinquantième anniversaire de la parution du rapport : **"The Limits to Growth"** dont les conclusions se révèlent aujourd'hui implacablement justes quant à l'évolution des cinq facteurs de base qui déterminent et, dans leurs interactions limitent, en fin de compte, la croissance sur cette planète.*

En choisissant d'étudier isolément les seules données énergétiques, parmi les cinq facteurs du rapport précité, il y a déjà treize ans, l'UDB actualisait les données du premier projet alter Breton datant de 1979.

Durant ces treize années écoulées la perception de l'impasse écologique vers laquelle se précipite notre civilisation a bien progressé au sein de la population, mais force est de constater que les comportements consuméristes n'ont pas évolué de manière significative.

Il est vrai que la nature ultra-libérale et court-termiste de nos sociétés rend impossible l'intégration de perspectives de cet ordre rapidement.

La courbe de la consommation énergétique n'a pas connu l'inversion spectaculaire et nécessaire attendue pour corriger la tendance.

Le présent rapport tachera de mettre en lumière les freins sociétaux qui bloquent le changement de nos comportements.

Il tentera ensuite de quantifier les quelques rares progrès accomplis depuis treize ans et reposera les termes du projet alter breton à la lumière des avancées technologiques et des nouvelles pistes empruntées depuis sa dernière mouture.

L'essentiel de la seconde partie sera présentée de manière identique à celle du rapport de 2009 basé sur les données énergétiques de 2005. Quant aux dernières données disponibles, datant de 2019, elle seront utilisées pour réaliser cette actualisation.

Nous ne pouvons hélas que rappeler ici la conclusion de l'introduction rédigée en 2009

Aujourd'hui, il devient urgent de changer radicalement de cap.

Mais la seule différence, c'est que nous ne disposerons plus de trente années supplémentaires pour différer les changements sociétaux qui s'imposent dès maintenant.

Et par rapport à cette époque, il y a même treize années de moins.

Sommaire

A - Les enseignements du rapport Meadows

- Anticiper ces prochaines crises systémiques p 02
- Quelle alternative après la prochaine crise financière p 03
- Les étapes de l'économie linéaire p 04
- Les cycles de l'économie circulaire p 05

Ni pétrole ni nucléaire

- Un projet Alter pour la planète est nécessaire p 07
- En Europe et donc en Bretagne : p 08
 - λ un contexte institutionnel différent de celui de 1979
 - λ l'ancienne société a définitivement cédé la place p 09
 - λ Les prévisions de 1979 confirmées... p 10
- Ni "Portsall", ni "Fukushima" p 12
- Le projet alter breton, une alternative énergétique p 15

Une alternative énergétique pour la Bretagne

B - Nos références : la Bretagne de 2019

- 1) La population p 18
- 2) L'organisation spatiale p 19
- 3) Les structures de production p 20
 - (a) L'économie bretonne par secteur p 20
 - (b) Le secteur primaire p 20
 - (c) Le secteur secondaire p 21
 - (d) Le secteur tertiaire p 22
 - (e) Une révolution intellectuelle à opérer p 22
- 4) Les consommations énergétiques apparentes par secteur p 23
 - (a) Ventilation des consommations globales apparentes d'énergie p 23
 - (b) ventilation des consommations spécifiques d'énergie consommée p 23
 - (c) la production d'énergie en Bretagne p 23
 - (d) consommation et production d'énergie en Bretagne en 2050 p 24
 - (e) Quelles prévisions alternatives pour la Bretagne p 25
- 5) Récapitulatif énergétique en Bretagne en 2019 p 26
 - (a) Ventilation de la consommation d'énergies primaires par nature p 26
 - (b) Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur p 26

C - Un scénario énergétique fondé sur les énergies renouvelables pour 2050

- 1) Les besoins en énergie en 2050 p 28
 - a) la population p 28
 - b) le secteur résidentiel et tertiaire p 29
 - c) Les transports de personnes et de marchandises p 32
 - d) la pêche (et les transports maritimes) p 35
 - e) l'agriculture p 35
 - f) l'industrie : p 36
 - g) Récapitulatif p 36
- 2) Un scénario de production d'énergies renouvelables p 37
 - a) les filières marines p 37
 - b) Les filières de la biomasse terrestre p 40
 - c) La filière éolienne terrestre p 48
 - d) Filière solaire directe (thermique) p 49
 - e) Filière solaire photovoltaïque p 51
 - f) Energie hydraulique p 52
 - g) Récapitulatif : Filières de production d'énergies renouvelables p 53
- 3) Les filières de transformations p 53
 - a) Les pertes en distribution p 53
 - b) Régulation saisonnière et journalière de la production d'électricité p 53
 - c) La production de chaleur pour l'industrie p 53
 - d) Le déficit de chaleur basse et moyenne température p 53
 - e) Les surplus de production p 53
- 4) Les technologies en développement p 55
 - Smart grids et effacement de consommation p 55
 - Stockage de l'énergie électrique p 56
 - Motorisation à air comprimé p 57
- 5) Limites et développement du scénario p 58
 - Pourquoi agir en Bretagne ... des exemples venus d'ailleurs p 58
 - Et pour la Bretagne p 59

Conclusions

Sources

Note introductive

L'année 2019, marquait le quarantième anniversaire de la parution du premier **projet alter breton**. Au cours des années 70, le questionnement sur la possibilité de poursuivre la croissance à un rythme tel que celui qui prévalait durant les "trente glorieuses" s'immisça timidement dans le débat politique. Le déferlement de la vague hippie contestataire sur notre vieux continent coïncidait avec l'émergence du discours écologiste, assez inaudible à l'époque.

De son côté le Club de Rome, un groupe de réflexion international, commandait en 1970 à de jeunes chercheurs américains du MIT un rapport interrogeant sur les limites de la croissance. En 1972 paraissait un rapport retentissant : "the limits to growth", connu également sous le nom de rapport "Meadows". Ce rapport interpellait la communauté sur l'impasse que constituait un développement sans limite.

Malgré cela, vers la fin de la décennie les gouvernements conservateurs britannique et américain "forcément" responsables parvinrent à imposer à la communauté internationale la primauté du marché, les privatisations, la dérégulation et un développement du commerce international sans frein.

Suite à cette politique et malgré des résultats économiques désastreux, notamment en Grande Bretagne à l'issue de l'ère Thatcher, l'option ultra libérale est encore celle qui prévaut aujourd'hui.

Alors qu'il aurait été avisé d'en tenir compte dans la conduite des affaires du monde, le rapport Meadows a été ignoré par la plupart des responsables politiques.

A - Les enseignements du rapport Meadows

Ce rapport publié à l'initiative du club de Rome en 1972 est souvent résumé par un simple graphique (voir ci contre) comportant six courbes prédictives correspondant aux évolutions estimées de six paramètres systémiques sur une période d'une soixantaine d'années (1972 – 2032).

Ces six paramètres sont : la population ; les trois types de production ; alimentaire, industrielle et servicielle (exprimées en "\$ 2010" per capita) ; les stocks de ressources non renouvelables disponibles et enfin le niveau de pollution (limité ici aux seules émissions de CO₂ car cette courbe n'avait pas été explicitement décrite en 1972, voir page 69 du rapport). A l'époque, ces six paramètres avaient été compilés jusqu'en 1970 puis avaient fait l'objet de prévisions pour les 60 années suivantes.

Aujourd'hui, 50 ans plus tard, nous disposons de l'évolution réelle de ces données sur une grande partie de la période prise en compte en 1972 et nous pouvons donc les comparer avec les prévisions d'alors.

Ce que l'on constate d'emblée à la lecture de ce diagramme, c'est que durant les 50 dernières années, les prévisions de 1972 (scénario dit BAU "Business as usual") sont corrélées aux données réelles collectées sur cette période. Peu importe aujourd'hui de savoir si les prévisions pour les 40 prochaines années seront aussi précises ou décalées de 10, 20 ou 50 ans supplémentaires. Les limites de la Croissance ne sont plus une vue de l'esprit et elles constitueront un faisceau de problèmes qui un jour ou l'autre viendront impacter les fondements de notre civilisation. Il convient d'anticiper ces problèmes pour tenter d'en limiter les effets déstabilisants sur nos sociétés. Nous ne pouvons pas nous en remettre à d'éventuelles ruptures technologiques imprévisibles par définition, pour espérer trouver des solutions à ces difficultés.

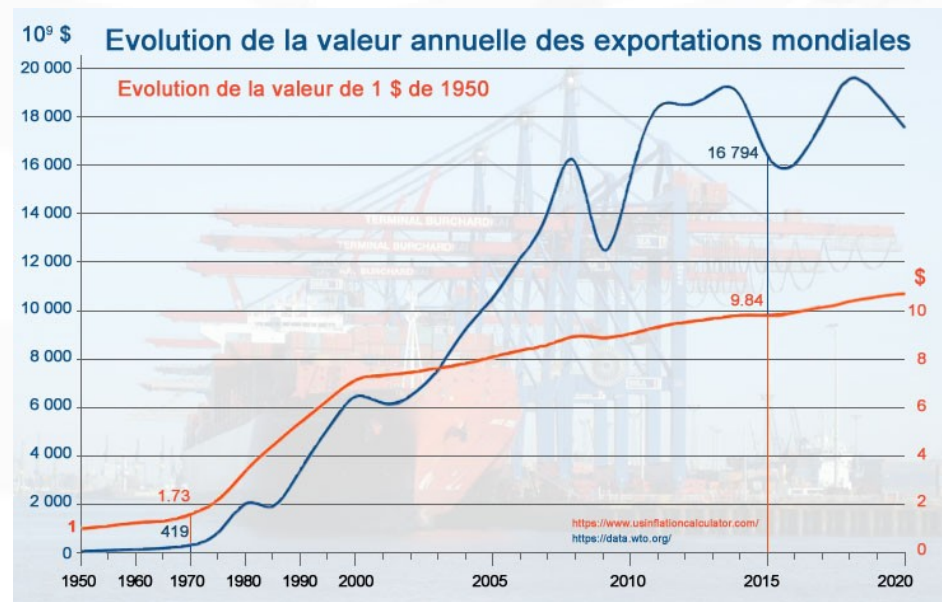
Anticiper ces prochaines crises systémiques !

Le capitalisme, notamment dans sa phase ultra libérale de ce début du XXIème siècle, ne confère pas une grande stabilité à l'ordre économique désormais globalisé. Aujourd'hui il est certain qu'une nouvelle crise systémique surviendra dans un délai qu'il n'est hélas pas aisé de préciser. Mais les signes avant coureurs sont déjà là. Le cours du pétrole remonte depuis plus de deux ans maintenant, évoluant entre 18 et 83,54 \$ ^{**(1)**} le baril en octobre 2021 (BRENT), il a évolué au cours de l'année 2019 autour de 60 \$, mais il pourrait remonter très rapidement à 100 \$. La dette privée ne cesse de croître en Chine sans s'adosser à de réelles garanties. Le crédit automobile Américain (du type "subprime") c'est développé afin de permettre aux clients à faibles revenus d'acquérir tout de même un véhicule, selon les mêmes modalités que dans l'immobilier avant la crise de 2007. Aujourd'hui les défauts de

paiement sont de plus en plus importants. Le montant total de ces emprunts a atteint un nouveau record de 1302 md\$ ^{**(2)**} au troisième trimestre 2021 alors qu'il n'était que de 809 md\$ au troisième trimestre 2007 qui marquait le début de la crise aux USA. De même qu'à l'époque, ils ont été titrisés pour diluer le risque parmi de nombreux produits dérivés financiers.

Les marchés financiers semblent en surchauffe. Deux bulles se développent sur ces marchés : une bulle boursière et une bulle du marché obligataire. Les prix des actifs sont devenus trop élevés pour une économie mondiale qui devrait prochainement atteindre un sommet.

Les économistes de l'OCDE pointent l'insuffisance des investissements des entreprises, que ce soit pour pallier la dépréciation de leurs actifs existants ou pour se développer et pour alimenter une hypothétique croissance. L'OCDE s'inquiète également du niveau élevé de l'endettement des acteurs économiques dans plusieurs pays sur fond d'argent pas cher, ce qui les expose au resserrement prévisible des politiques monétaires par les banques centrales. ^{**(3)**}



Mais nos dirigeants politiques laissent leurs électeurs dans le flou et tentent de rassurer la population en médiatisant le décollage limité de l'économie tout en exacerbant certains signes positifs : start-up nation, moral des patrons en hausse, "baisse" du chômageetc. Ils affirment

que les mesures destinées à réduire le risque systémique financier sont suffisantes de même que celles consacrées à mettre les banques véritablement au service de l'économie réelle pour éviter qu'elles ne constituent une menace pour celle-ci. ^{**(4)**}

Pourtant, les faits sont têtus, la mondialisation ultra libérale alliée aux progrès techniques (informatisation, robotisation, uberisation etc.), impose une répartition toujours plus déséquilibrée des profits au bénéfice du capital et au détriment du travail. Elle conduit à une augmentation continue du chômage et à une stagnation des revenus et des salaires pour ceux qui ont encore un emploi.

Pour maintenir un niveau de vie illusoire, entretenu par la publicité, les salariés mêmes les plus modestes, n'ont d'autre solution que de recourir massivement à l'endettement. Au bout du compte, en raison de l'insolvabilité progressive des plus fragiles, à cause entre autre de la hausse cyclique des prix des carburants qui se produira un jour ou l'autre, la situation évoluera logiquement vers une crise majeure de la dette.

La lutte contre cette nouvelle crise nécessitera l'intervention des banques centrales. Elles baisseront alors le coût du crédit (les taux d'intérêt) pour relancer la machine économique, en créant... encore plus de nouvelles dettes ! Cela va donc générer de nouveaux chocs. Ces crises multiples finiront logiquement par aboutir à une crise systémique finale de l'économie ultra-libérale.

Quelle alternative après la prochaine crise financière ?

TINA : les ultra-libéraux n'ont que cet acronyme à la bouche. Depuis l'arrivée au pouvoir du tandem Thatcher-Reagan, il y 40 ans, la même potion idéologique est administrée sans relâche par des experts autoproclamés via des médias aux ordres. L'idéologie ultra-libérale tient lieu de doctrine politique sans rivale dans la plupart de nos pays en voie de sous-développement.

Sous la férule de Friedrich August von Hayek, les membres de la Société du Mont Pèlerin ^{**(5)**} ont depuis cette époque conseillé nombre de chefs d'État et leur influence demeure forte. Leur pensée phagocyte encore aujourd'hui l'enseignement dans les universités et inspire les travaux de nombreux groupes consultatifs et de réflexion.

Seulement, si l'économie était effectivement une science, elle ne pourrait que prendre en compte les limites de la planète. Au lieu de cela, elle se complait dans la pensée magique de la croissance infinie dans un monde fini.

S'il n'y a pas encore d'opposition crédible à cette société du spectacle, de la communication et de la consommation effrénée, ses thuriféraires ultra-libéraux ont tout de même du soucis à se faire quand il leur faudra expliquer, sans parler de justifier, la prochaine crise.

Business as usual : ce n'est plus une option crédible !

Cela ne dédouane pas pour autant les opposants de rechercher des solutions pour assurer une transition la moins violente possible.

Pour autant l'Humanité sera-t-elle enfin prête à entendre ce qu'elle refuse d'envisager depuis l'édition du rapport du club de Rome en 1972 : "Les limites de la croissance". La majeure partie de la population est en fait dans le déni profond de l'ampleur des défis environnementaux et des contraintes sur les ressources auxquelles elle est confrontée. Un parti politique qui exposerait ces problèmes et les mesures radicales nécessaires pour infléchir la tendance, se verrait laminé lors des élections auxquelles il prétendrait participer. ^{**(6)**}

En dépit d'un consensus scientifique croissant sur les menaces environnementales et les risques d'épuisement des ressources, nos sociétés continuent de faire comme si de rien n'était, ou de bricoler en marge de ces problèmes.

Une économie fondée sur l'expansion continue de la consommation de matières premières n'est pas durable, mais la décroissance n'est pas non plus la meilleure option. Le dilemme de la croissance ne peut être résolu que par une transformation radicale du système économique.

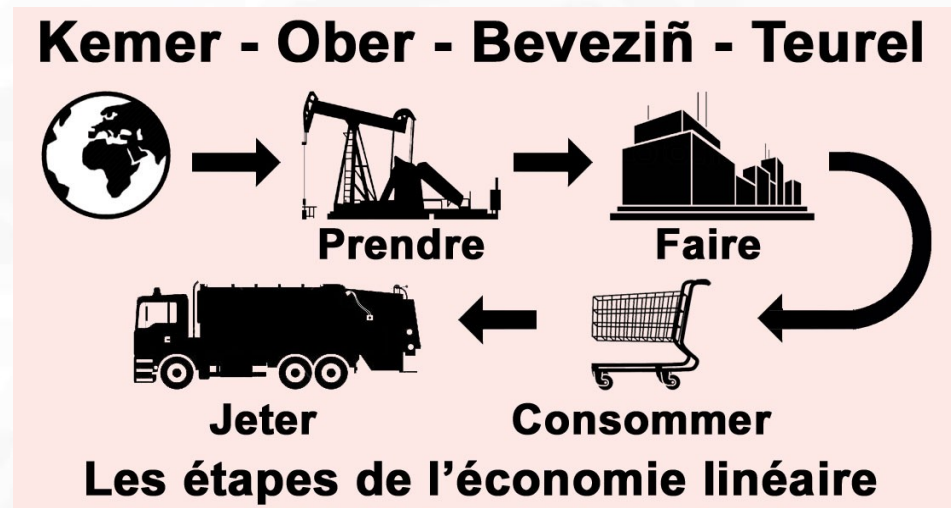
Il faudrait en finir avec la croissance du PIB érigé en objectif clef du développement. L'accent devrait plutôt être mis sur un nombre limité d'indicateurs de bien-être. Aujourd'hui il faut bâtir des modèles économiques alternatifs, tels que le passage massif à l'économie circulaire basée sur la réutilisation, le reconditionnement et le recyclage, tous essentiels au développement durable.

Il faudra réaliser des progrès phénoménaux en matière d'efficacité d'usage des ressources et susciter dans la population un intérêt croissant pour le bien-être humain plutôt que pour la croissance du revenu par habitant. Mais ce changement pourrait ne pas se produire

comme nous l'envisageons. La croissance de la population, par exemple, risque de se voir remise en cause de manière drastique à cause de limitations insupportables dans l'accès aux biens vitaux, par la baisse de la productivité à la suite de troubles sociaux ou de conflits et par la pauvreté persistante des 2 milliards de personnes les plus démunies dans le monde. D'autant que le réchauffement climatique, désormais certain, viendra perturber les rares plans établis.

Un changement économique systémique est-il possible avant de subir un effondrement de nos sociétés ?

Le changement climatique, la pollution généralisée, la montée des inégalités et la crise financière de 2008 montrent à quel point nous avons besoin de toute urgence d'un modèle de développement social, écologique, économique et culturel plus durable. Mais est-il réellement possible de changer le système actuel sans créer encore plus de problèmes sociaux et économiques ?

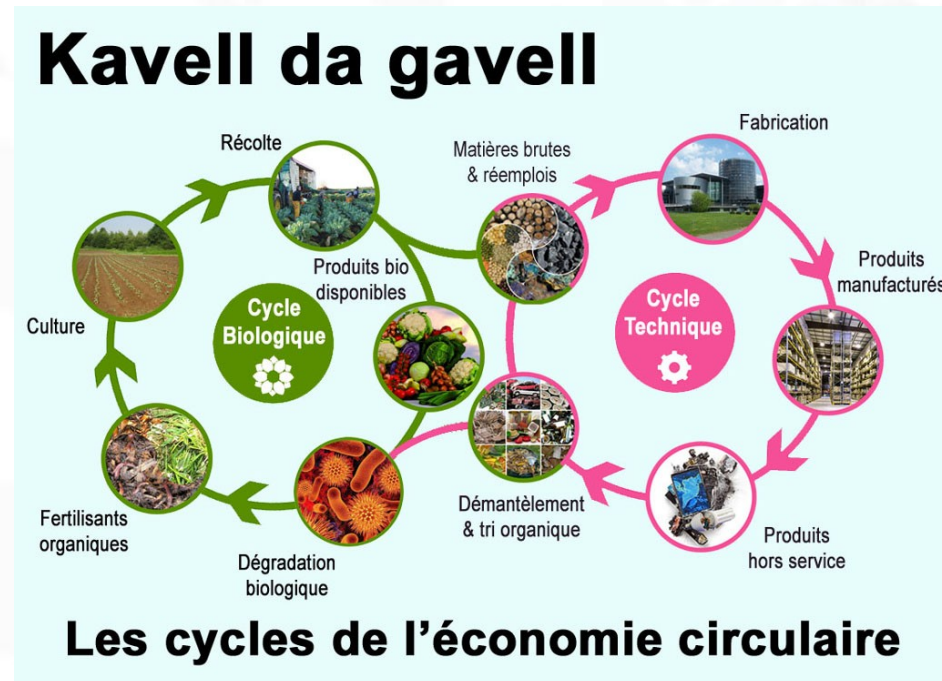


Nos sociétés ont besoin de gagner du temps. Elles peuvent en obtenir en transformant progressivement le système économique, en restructurant les finances et les entreprises, en se tournant vers les énergies renouvelables, en réformant la production alimentaire et en redéfinissant la nature du travail, afin de créer des emplois et garantir ainsi des moyens de subsistance pour tous. La technologie et la compréhension nécessaires pour apporter ces changements existent déjà. C'est une question de volonté sociale et politique.

Comment pourrions nous parvenir à garantir une vie correcte aux générations futures à l'issue des bouleversements qui vont survenir au cours des quarante prochaines années ?

Comment les humains s'adapteront ils aux limites physiques de la planète ? Les solutions peuvent-elle être mises en œuvre localement et progressivement ou faut il envisager une action globale planétaire d'emblée ?

Il conviendra de transformer les systèmes de production et de consommation en migrant du modèle linéaire : "prendre, fabriquer, consommer, jeter" vers un modèle circulaire privilégiant les services, où les produits seront conçus pour le recyclage, l'entretien et la réparation. ^{**(Z)**}



C'est un concept qui gagne du terrain dans toute l'Europe, car les décideurs politiques et les chefs d'entreprise se rendent compte que notre système linéaire d'utilisation des ressources expose les sociétés et les entreprises à de sérieux risques. De nombreuses études ont déjà montré le bien-fondé d'une économie circulaire.

Mais comment une économie circulaire profiterait-elle à la société dans son ensemble ?

La situation a évolué dans certains esprits, l'intelligibilité de l'ineptie de poursuivre la croissance telle qu'elle nous est présentée par les élites, la pertinence de la nécessité de changements sociétaux drastiques ne cèdent plus face à la moquerie, de plus en plus de personnes sont même sorties de la période du déni de la réalité. Aujourd'hui c'est la colère et l'appréhension qui dominent, c'est pour cela que les tenants du système actuel parviennent encore à tergiverser en exploitant les peurs des plus fragiles. Il nous reste à chercher et à créer les conditions de l'acceptation du monde réel par le plus grand nombre pour que la société puisse s'engager dans un développement durable.

Mais l'avidité de quelques privilégiés, désireux d'accroître leur patrimoine sans relâche ni remise en cause afin de maintenir leur statut et leur mode de vie extravagant au détriment de la subsistance basique du plus grand nombre, risque de provoquer de véritables émeutes dans les territoires déjà défavorisés.

La sociabilité traditionnelle des campagnes bretonnes est en train de s'évanouir progressivement et ce n'est pas le contre-modèle métropolitain actuel qui pourra compenser cette perte. Pourtant il n'y a que l'initiative, l'action solidaire décentralisée et la démocratie directe à tous les niveaux de compétence qui parviendront à créer les conditions de la résilience et le maintien d'une société évoluée qui garantira à chacun, via des processus économiques différents et novateurs, l'accès à un environnement sain, à un logement, à la formation, à un emploi, à la culture et à la santé.

La tâche de l'UDB est de persuader (pour commencer) les Bretons qu'il est urgent d'affronter les problèmes créés par le mode de fonctionnement ultra-libéral de l'économie, ce ne sera certainement pas suffisant, mais faisons déjà notre part du travail de réflexion et tachons de convaincre.

Il conviendra d'évaluer et d'expliquer sans relâche les impacts positifs de l'économie circulaire sur l'emploi, les émissions de carbone et la balance commerciale pour les économies européennes. ^{**(8)**}

Soit l'on parvient sans tarder à ouvrir de nouveaux canaux de délestage, pour réduire la pression et abaisser les niveaux de contrainte, soit les parois de la digue finiront par céder, conduisant à un déferlement de conséquences imprévisibles.

Pour l'année 2021, la France figure en 23^{ième} position (stable) du dernier classement mondial des Etats qui depuis 2006 hiérarchise 165 Pays sur la planète ^{“(9)”} à l'aune de la qualité de leur démocratie. Sur quatorze rapports réalisés depuis l'origine, la France s'est exclue dix fois du groupe de tête des vingt démocraties accomplies pour figurer parmi celui des démocraties défectueuses. Pour le pays autoproclamé des droits de l'homme, il faudrait faire mieux, avant d'admonester le reste du monde.

Et on remarquera que parmi les dix premiers pays, dont cinq squattent les cinq premières places depuis sept ans, à part deux Etats : l'Australie et Taiwan, les huit autres comptent moins de 11 millions d'habitants et six moins de 6 millions. (Suède et Suisse d'une part, Norvège, Islande, Nouvelle Zélande, Danemark, Irlande et Finlande d'autre part). (*small is beautiful, but above all, effective*)

Quant au classement selon l'indice de développement humain (IDH) créé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) ^{“(10)”}, les mêmes 10 pays se maintiennent en haut du tableau, quant à la France, elle passe de la 23^{ème} à la 37^{ème} place entre 2016 et 2018.

Cela démontre que la transition économique et sociétale, qui exigera un haut degré de démocratie locale et de développement, ne pourra pas se produire dans un état hyper centralisé de 67 millions d'habitants qui tire tous les avantages pour sa région capitale. L'avenir se jouera plus près du terrain, dans les territoires où il restera de la matière grise locale orientée vers une culture de la résilience et de la solidarité.

Un choix se présente à nous : la résilience démocratique avec un pouvoir normatif dévolu à une assemblée de Bretagne ou l'effondrement catabolique avec le pouvoir nucléocrate jacobin de la bourgeoisie ultra libérale parisienne.



L'objectif de cette étude ne consiste pas à broser un tableau exact de la problématique énergétique à l'horizon 2050, trop de paramètres inconnus influenceront sur la situation future ; mais plutôt à présenter :

- 1 - l'état de l'approvisionnement et de la consommation énergétique actuelles (pour 2019, car en 2020 les consommations ont chuté)**
- 2 - un projet basé sur les dernières technologies de production d'énergies renouvelables**

La comparaison de ces deux situations permettra de mesurer l'écart qu'il nous faudra combler pour espérer faire face. Il n'est plus possible de tergiverser. Des contraintes, il va s'en présenter et il faudra les surmonter.

La question de l'accès à l'énergie pour le plus grand nombre va se poser rapidement dans des termes délicats à gérer et cette question aura bien sur des répercussions sur la production alimentaire au niveau planétaire.

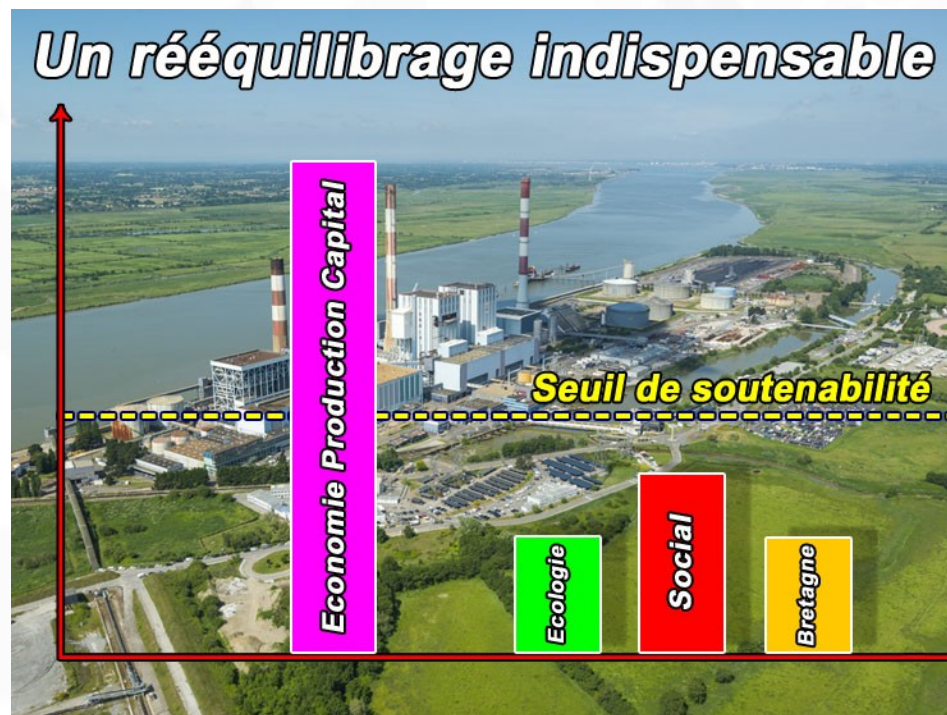
L'UDB a donc choisi de prioriser l'autonomie énergétique et d'actualiser une nouvelle fois le Projet Alter Breton, 43 ans après sa première publication et treize ans après sa première mise à jour.

Le projet pour l'autonomie alimentaire de la Bretagne pourra alors être abordé dans le cadre d'une autre étude spécialement dédiée.

Ni pétrole, ni nucléaire

Un projet Alter pour la planète est nécessaire

Plus encore qu'en 2009 la mondialisation libérale a dépassé la limite du souhaitable, et son caractère insoutenable est aujourd'hui indéniable. Confrontées à une crise globale multiforme : écologique, sociale, économique, culturelle et pour certains pays alimentaire, nos sociétés doivent désormais opérer une révolution en profondeur et donner une place centrale à la diversité, la soutenabilité et la solidarité si elles veulent pouvoir limiter les effets de cette crise majeure.



L'économie mondialisée se heurte aujourd'hui aux limites physiques de la planète suivant des modalités qui rappellent fortement les prévisions du Club de Rome au début des années 70. Certes depuis 2012 la production de pétrole augmente, mais l'origine de cette recrudescence provient de l'exploitation du pétrole de schiste nord américain avec un coût environnemental effroyable. Tout indique que nous avons atteint le peak oil pour les gisements traditionnels (extraction maximale possible

de pétrole) et que la quantité de pétrole disponible à l'échelle mondiale ne peut à l'avenir que se réduire avec un coût qui ira croissant.

Le modèle de la « révolution verte », développé dans les années 70, est en train de s'épuiser. L'augmentation de la production peine à suivre l'évolution démographique et provoque des tensions sur les marchés des céréales. La situation va continuer à s'aggraver à cause du changement climatique et du développement des agro-carburants.

A terme l'effondrement des stocks de denrées provoquera une hausse considérable des prix et de graves troubles sociaux dans les populations urbaines du tiers-monde.

Les conséquences de ces évolutions restent encore difficiles à évaluer. Il est probable, cependant, qu'elles se traduiront par un cycle de crises alimentaires, énergétiques, socio-économiques, politiques et culturelles majeures entrecoupées de périodes de répit plus ou moins longues.

Ce phénomène de crises auto-alimentées ne s'interrompra qu'au moment où nous pourrons faire reposer l'ensemble de notre économie sur des ressources renouvelables, ce qui paraît difficilement compatible avec le maintien de la société de consommation.

Au moins deux des évolutions du contexte mondial apparaissent maintenant de plus en plus clairement à une large proportion de la population européenne :

- le réchauffement climatique :

Depuis 1988, 6 rapports du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) ont validé la réalité du changement climatique, qui se traduit par un réchauffement global. Ce réchauffement entraîne une multiplication des événements climatiques extrêmes : incendies et inondations, la montée du niveau des océans, l'avancée des déserts, dans des proportions inédites et avec la cohorte de drames humains et l'explosion des coûts que ces phénomènes engendrent.

- l'épuisement des gisements de combustibles fossiles :

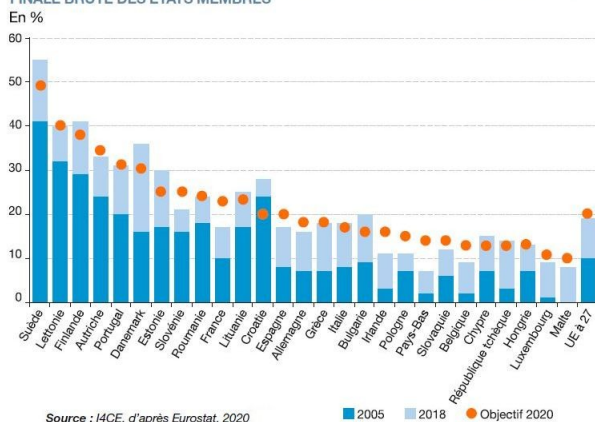
Depuis 150 ans nos sociétés sont fondées sur l'exploitation toujours plus importante de ressources fossiles qui étaient demeurées jusque là abondantes et bon marché. Bientôt nos sociétés vont être confrontées à une pénurie de ces combustibles. Il devient urgent de changer de système énergétique et d'anticiper des investissements très importants.

En Europe et en Bretagne : un contexte institutionnel différent mais toujours inadapté et inefficace dans l'Hexagone !

Quelques évolutions institutionnelles sont intervenues depuis la précédente version du NPAB de 2009, au niveau européen tout d'abord, le traité de Lisbonne est entré en vigueur en décembre de la même année, à l'issue d'un processus de ratification par les 27 états membres qui avait pris deux années. L'Europe a accentué son virage ultra-libéral sans laisser de contre pouvoir aux citoyens.

Concernant la politique énergétique, à la fin de l'année 2008, l'Union européenne (UE) s'était engagée, entre autre choses, à porter à 20 % la part des sources d'énergie renouvelables dans la consommation totale d'énergie d'ici 2020.

PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE FINALE BRUTE DES ÉTATS MEMBRES



Selon une [publication du 21/11/2021 sur le site de l'AEE](#), Les émissions de gaz à effet de serre dans l'UE-27 ont diminué de 31 % entre 1990 et 2020, dépassant ainsi l'objectif d'une réduction de 20 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2020. D'ici à 2030, les projections fondées sur les mesures actuelles et prévues de l'UE-27 font état d'une réduction des émissions de 36 %, ce qui constitue une perspective plutôt prudente en l'absence de nouvelles mesures.

Ainsi, le cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030 fixe trois grands objectifs :

- réduire les émissions de CO₂ d'au moins 40 % (par rapport à celles de 1990);
- porter la part des énergies renouvelables à au moins 27 %;
- améliorer l'efficacité énergétique d'au moins 27 %.

Et selon sa feuille de route vers une économie à faible intensité de carbone :

- l'UE devrait réduire ses émissions de GES de 80 % d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 1990, en passant par 40 % d'ici à 2030 et 60 % d'ici à 2040;
- tous les secteurs doivent contribuer à atteindre ces objectifs;
- la transition vers une économie sobre en carbone est abordable et réalisable.

Ce cadre a été adopté par les dirigeants de l'UE en octobre 2014. Il s'inscrit dans le prolongement du paquet sur le climat et l'énergie à l'horizon 2020.

Pour la mise en œuvre de cette politique il est intéressant de constater que lors d'un débat sur l'Union de l'énergie à la session plénière du **Comité européen des régions** au début du mois de juillet 2015, le président Markkula a salué la déclaration du Commissaire européen Šefčovič qui a qualifié le rôle des régions et des villes **"d'indispensable"** dans la transition énergétique de l'UE. Šefčovič a notamment fait observer que **"la transition énergétique ne va pas sans une décentralisation de la production. Pour réaliser cette transition, il est impératif de coopérer avec les pouvoirs locaux"**.

Pour la Bretagne



De son côté la Bretagne, dans le cadre d'un prétendu Acte III de la décentralisation, a du supporter la catastrophique réforme régionale de l'hexagone. L'Etat loin de dévoluer au conseil régional les compétences réglementaires nécessaires a mis en branle une grand-messe médiatico-politique instaurant une période de confusion institutionnelle sans pour autant supprimer de niveau administratif, en rajoutant même un : les métropoles ! Il a par ailleurs une fois de plus maintenu la partition de la Bretagne, contre l'engagement de la population pour la réunification.

Concernant la question énergétique, les bretons y sont depuis toujours particulièrement sensibles. Car l'Etat français impose systématiquement ses options nucléaires dans sa vision centraliste d'une pseudo indépendance énergétique basée sur l'atome. Et cet Etat s'est bien gardé de dévoluer la compétence énergétique (avec le budget qui va avec) à l'institution régionale pour bloquer toute réorientation des objectifs.

Pour autant, le conseil régional de Bretagne dispose désormais de quelques subsides européens qui l'ont incité à mettre en place le très limité plan énergie Bretagne en 2007. Le niveau européen devra constituer un interlocuteur privilégié pour les collectivités territoriales de Bretagne.

Les citoyens bretons devraient pouvoir avoir leur mot à dire quant aux choix énergétiques qui les concernent. Pour cela ils doivent se tenir informés des alternatives disponibles.

C'est précisément l'objet visé par ce projet alter breton réactualisé.

L'ancienne société a définitivement cédé la place

A la fin des années 70 la Bretagne commençait à percevoir des résultats concrets de sa mutation économique entamée au sortir de la seconde guerre mondiale. Les acteurs de cette transformation, nés pour la plupart peu avant la seconde guerre mondiale avaient encore parfaitement à l'esprit les conditions de vie antérieures et pouvaient mesurer le chemin parcouru du point de vue du confort matériel. Leurs enfants, nés dans les années 60, se souviennent encore aujourd'hui avoir rencontré à l'époque **quelques** personnes âgées nées au XIX^e siècle vivant encore dans de petites maisons au sol en terre battue, sans eau courante, avec une cheminée pour tout équipement de chauffage et de cuisine.

Le progrès technologique semblait merveilleux et tirait de la pauvreté une large part de la population notamment rurale. L'optimisme était de rigueur.

Aujourd'hui les mauvais augures du passé sont fermement installés dans la réalité et observables par tous. Le réchauffement climatique, la pollution généralisée, l'épuisement des ressources naturelles et la perte de bio-diversité, dont les prémisses étaient encore largement contestées il y a seulement une vingtaine d'années, font peser de graves incertitudes sur la pérennité de notre civilisation consumériste.

La mondialisation néo-libérale précipite la catastrophe et notamment à partir de la crise financière de 2008 de larges pans de la société rurale n'en finissent plus de déperir. Dans l'Hexagone la réponse de l'**état parisien**, c'est la **centralisation**, la **métropolisation** et le **business as usual**. Bref à part quelques actions de green washing : la promotion de l'agriculture urbaine, la voiture électrique (avec les centrales nucléaires associées), pratiquement aucune remise en cause radicale n'émerge dans l'offre politique, sauf peut être du fait des " zadistes ".



" La Bretagne est pauvre... " :
c'est ce que l'on leur disait.
" Elle n'a pas d'énergie, elle
n'a pas d'industrie. "
" La Bretagne devait accepter
le nucléaire ".

C'était sa dernière chance de
recueillir quelques miettes de
la "croissance", avant sa mar-
ginalisation définitive dans
l'Europe d'alors.

Ces deux affirmations de l'idéologie officielle étaient absurdes à l'époque et le sont encore plus aujourd'hui d'autant plus que nous disposons désormais de technologies énergétiques efficaces.

Si l'on considère en effet la seule énergie récupérable à partir de l'agriculture, à partir de la biomasse agricole, le potentiel disponible est égal à nos besoins actuels. Notre potentiel éolien est considérable, la mer est un réservoir à notre portée.

En vérité la Bretagne regorge d'énergies, d'énergies indéfiniment renouvelables ! Mais leur exploitation est liée à un autre modèle de développement, à un autre type de société, qui se préoccupe de vivre autrement, de mettre en valeur nos ressources naturelles, une société qui mette fin à l'idéologie de la dépendance.



Comme nos prédécesseurs, c'est dans cette perspective que nous nous situons encore aujourd'hui :

- Nous refusons la solution nucléaire, non seulement en raison des risques qu'elle fait courir à l'humanité, mais aussi parce qu'elle renforce un système économique et politique centralisé et qu'elle n'est pas durable (les ressources en uranium sont limitées).

- Nous proposons une solution **ALTERNATIVE**. basée sur les énergies indéfiniment renouvelables, compatible avec un autre modèle de développement, avec une société autogestionnaire et écologique

Les prévisions de 1979 confirmées...

Il est toujours d'actualité de tuer des mythes qui ont la vie dure et en particulier celui du "modèle de développement industriel" qui apporterait le progrès et le bonheur à l'humanité. Ce modèle de société, "ultra-libéral", transforme l'ensemble des secteurs de l'économie pour réaliser un objectif : la croissance par la production massive de biens industriels. On produit et on vend n'importe quoi pourvu que ça rapporte. La perversion du système a conduit à l'émergence du marché des produits financiers dont l'effondrement en 2008 plongé la planète dans une crise sans précédent. Qu'importe si les matières s'épuisent, si certaines régions sont véritablement laminées par ce rouleau compresseur...

Ce mythe, en Bretagne aussi a des adeptes, et pourtant ses fruits sont amers.

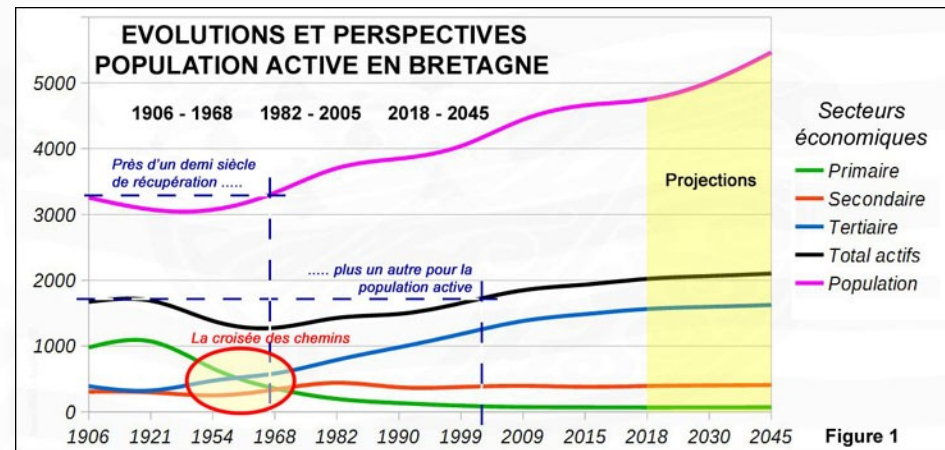
Un siècle de "développement industriel" a laissé notre pays exsangue. Loin de créer des emplois en proportion de l'augmentation de la population, ce système de production les a simplement transférés. Le secteur primaire (agriculture, pêche) est devenu minoritaire au profit du secteur tertiaire, le secteur secondaire (industrie) stagne ; le bilan est négatif : la population active vient de remonter depuis 2001 (1 690 189 individus) jusqu'au niveau où elle était parvenue en 1906 (1 673 000 personnes) (fig 1) après les creux dus à la 1^{re} guerre mondiale et à la vague migratoire des années 50 et 60.

Loin de créer des « pôles de développement », ce mode de production a accentué les transferts de populations. Les communes rurales se sont vidées. Les Bretons se sont expatriés ou agglutinés à la périphérie du pays, à Brest, à Rennes ou à Nantes. La « décentralisation » officielle n'ose plus se prendre au sérieux. Que nous reste-t-il des discours gaulliens ou mitterrandiens sur la régionalisation ?

Pour entretenir l'espoir, on découvre à la Bretagne de nouvelles vocations : après avoir perdu la foi... la voici vouée au tourisme, activité temporaire et marginale, limitée à nos rivages et parfois aux parcs de notre désert intérieur. Les années 60 - 70 représentaient à maints égards une période décisive pour notre avenir. « **Une croisée des chemins** ».

BRETAGNE : EVOLUTION DE LA POPULATION ACTIVE 1906 – 2040												
	Récupération du NPAB 2009					Données INSEE *					Projections	
SECTEURS	1906	1921	1954	1968	1982	1990	1999	2009	2015	2018	2030	2040
Primaire	978	1071	661	356	197	133	93	78	74	72	68	69
Secondaire	306	296	249	338	441	377	377	394	380	392	404	407
Tertiaire	389	323	473	583	789	981	1 182	1 381	1 485	1 563	1 607	1 622
Total actifs	1 673	1 690	1 383	1 277	1 427	1 491	1 653	1 853	1 939	2 028	2 078	2 098
Population	3 258	3 075	3 072	3 330	3 703	3 848	4 040	4 441	4 659	4 748	5 013	5 460
Ratio	0,513	0,550	0,450	0,383	0,385	0,387	0,409	0,417	0,416	0,427	0,415	0,384

Sources : Paru le : 19/08/2009 Récupération des données du NPAB2009
Sources : Paru le : 29/12/2020 Populations légales communales depuis 1968
https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2522602/fichier_populegale_6818.xlsx
Sources : Paru le : 03/12/2021 T201 : Emploi en fin d'année en Bretagne
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4255466/T201.xls>



(1) PSU-Bzh Documentation, n° 6,

Aujourd'hui quoi de neuf

Les projections à 2040 ne sont guère plus engageantes. Le nombre des actifs a certes augmenté depuis 1979, mais la population totale également. Les projections de l'INSEE montrent malgré tout que treize zones d'emploi (ZE2010) devraient voir leur population active augmenter jusqu'en 2040. La population totale de la Bretagne augmenterait du fait du retour, entre autres, des générations touchées par l'exode rural des années 60 – 70, tandis que l'exode des jeunes se poursuit alors que la population active croît surtout en raison des migrations résidentielles notamment à l'est et au sud de la Bretagne.

Aujourd'hui les emplois de service sont les plus nombreux alors que l'emploi industriel se maintient tandis que l'emploi agricole continue de reculer.

La population augmente en Bretagne et le littoral, en particulier, voit son attractivité touristique confortée par le réchauffement climatique. Dans ce contexte, comment tenir des objectifs écologiques comme l'arrêt du bétonnage des terres agricoles ou naturelles, la réduction du trafic automobile, la protection de la qualité des eaux ?

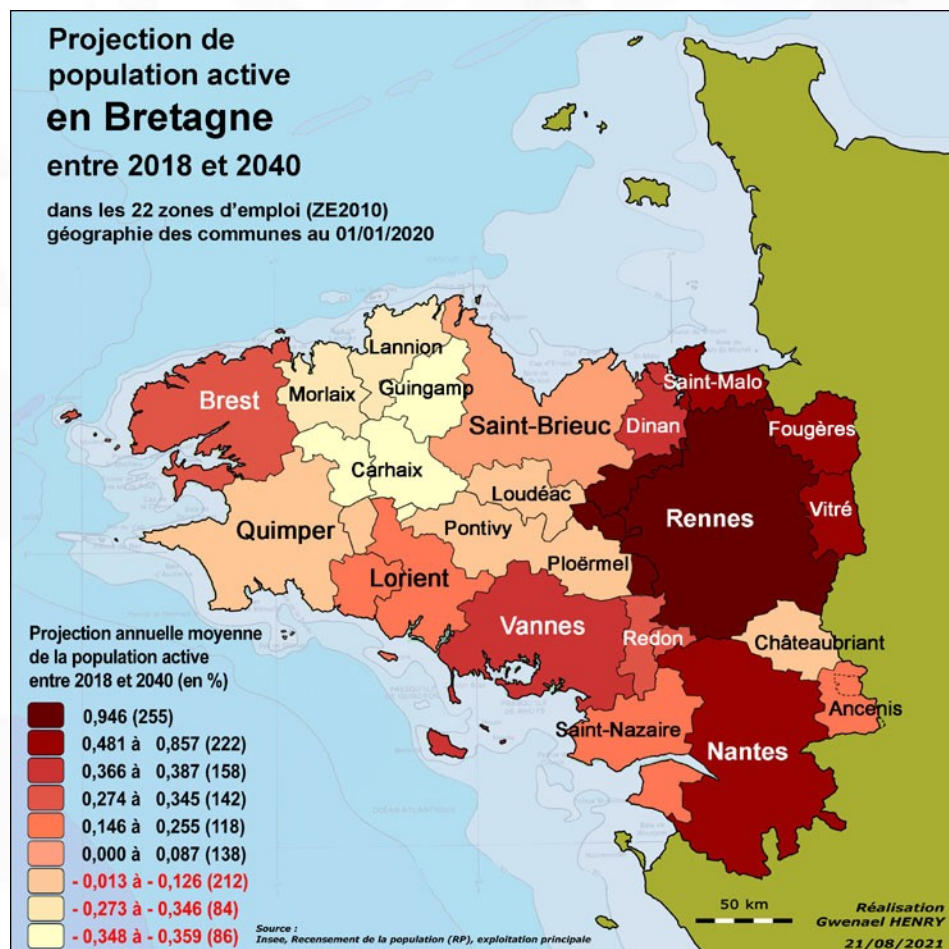
Dans le même temps, des centaines de milliers de logements restent vides les trois quarts de l'année, car ils sont dédiés à la résidence secondaire. Sans culpabiliser qui que ce soit, il est grand temps de se poser une question fondamentale : est-il juste, et raisonnable, de geler ainsi une grande partie du parc immobilier (12,5 % pour la Bretagne dans son ensemble) pour des loisirs momentanés ? Loger correctement l'ensemble de la population tout en cessant de gaspiller nos ressources semble un enjeu plus important !

Si rien est entrepris, les populations de jeunes locaux vont continuer à migrer pour échouer dans des métropoles, avec les problèmes de logement, de déplacement et de pollution inhérents.

Il faudrait mettre en place un statut de résident adapté. C'est le problème récurrent en Europe dans toutes les régions relativement épargnées par l'industrialisation à outrance. Il conviendrait aussi de réoccuper les espaces ruraux et réorienter les investissements façon "business as usual", déjà planifiés dans les métropoles vers de vrais projets d'aménagement durables, pour préserver ainsi des ressources rares.

Des hypothèses

Ces projections ne sont pas des prévisions définitives. Les bouleversements que nos sociétés abordent aujourd'hui vont nécessiter des adaptations qui viendront rebattre les cartes.



Lecture : entre 2018 et 2040, la population active de la ZE de Rennes augmenterait de 0,946 % en moyenne chaque année. Il existe une différence entre la population active ayant un emploi et la population active auto déclarée dans une zone d'emploi.

Source : Insee, Omphale 2017, projections de population active 2016-2040.

Source : T201 - Emploi en fin d'année en Bretagne, selon le statut (salarié/non salarié) et le secteur d'activité (A5)

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5365126>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5365126/T201.xlsx> Paru le 11/05/2021

Code	Nombre de zones d'emploi par catégorie d'évolution	Libellé	Évolution annuelle moyenne (en %)	Nombre de communes dans la Zone d'emploi (ZE)	Evolution de la population dans les 22 zones d'emploi de Bretagne (ZE 2010) selon le scénario central de l'Insee			
					Population active ayant un emploi en 2018	Projection PA ayant un emploi en 2040	Δ 2040-2018	% évolution
1	1	Rennes	0,946	255	363 411	436 244	72 833	20,04
2		Saint-Malo	0,857	33	41 173	48 589	7 416	18,01
3	4	Fougères	0,642	34	27 716	31 381	3 665	13,22
4		Vitré	0,640	28	23 739	26 869	3 129	13,18
5		Nantes	0,481	127	455 757	500 224	44 467	9,76
6	2	Dinan	0,387	47	36 421	39 256	2 835	7,78
7		Vannes	0,366	111	135 913	145 886	9 973	7,34
8	2	Redon	0,345	22	17 960	19 202	1 242	6,91
9		Brest	0,274	120	184 576	194 623	10 048	5,44
10		Saint-Nazaire	0,255	48	117 740	123 692	5 952	5,05
11	3	Ancenis	0,151	10	17 080	17 587	507	2,97
12		Lorient	0,146	60	113 862	117 126	3 264	2,87
13	1	Saint-Brieuc	0,087	138	119 949	121 983	2 034	1,70
14		Ploërmel	-0,013	28	15 858	15 819	-39	-0,24
15		Pontivy	-0,013	32	23 217	23 159	-58	-0,25
16	5	Loudéac	-0,014	30	14 392	14 353	-39	-0,27
17		Châteaubriant	-0,036	22	14 313	14 213	-100	-0,70
18		Quimper	-0,126	100	122 526	119 573	-2 953	-2,41
19	2	Morlaix	-0,273	35	27 470	26 051	-1 419	-5,17
20		Lannion	-0,346	49	31 823	29 756	-2 067	-6,50
21	2	Guingamp	-0,348	40	19 514	18 236	-1 278	-6,55
22		Carhaix	-0,359	46	15 614	14 563	-1 051	-6,73
Zone d'emploi 2010		mais selon géographie communale de 2020		Nombre de communes	1 940 024	2 098 385	158 360	8,16
Population active auto déclarée en Bretagne		T201		croissance moyenne annuelle				
2 021 400				1,003573				
					Nombre d'années	croissance moyenne annuelle	Croissance sur la période	
					22	1,003573	1,0816	

Ni "Portsall", ni "Fukushima" ...

Une évolution inéluctable, nous assure-on !

La Bretagne est éloignée des principaux centres de production et de décisions économiques et politiques, et puis elle ne dispose pas d'énergies.

Pas d'énergies fossiles, c'est vrai.

Elle doit importer son pétrole l'équivalent de **56 Amoco-Cadiz** (227000 T. x 56) chaque année. Alors quand l'un d'eux s'échoue sur nos rivages, la Bretagne n'aurait le droit que d'être nettoyée par "solidarité nationale", puis d'être belle de nouveau mais de se taire.

La Bretagne devrait donc accepter le nucléaire, ce serait sa seule chance d'être excédentaire en énergie ! Nous sommes de ceux qui refusent cette solution. Nous montrerons par ailleurs que la Bretagne peut produire de façon autonome son électricité. Elle peut parfaitement se passer du nucléaire, qui ne résout rien : c'est une forme d'énergie inutile, dangereuse et chère. **Nous ne sommes pas du tout décidés à accepter "Fukushima" en Bretagne après avoir subi "Amoco Cadiz" à Portsall et "l'Erika" en Bretagne sud 21 ans plus tard.** Le chemin du nucléaire nous paraît ressembler comme un frère à celui par lequel on nous a contraints à passer. **Il ne change rien à notre état de dépendance économique.**

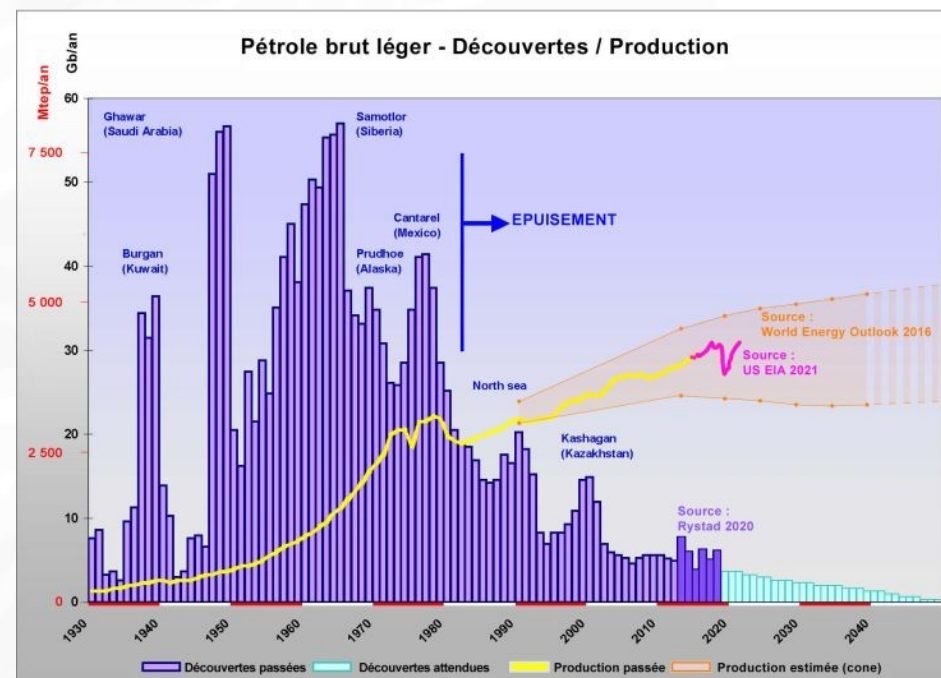


La seule voie possible est celle qui passe par l'utilisation d'énergies renouvelables ; celles que l'on rassemble sous le nom d'énergies solaires, et qui en réalité recouvrent des formes diverses : outre le solaire direct. Il s'agit de mettre en œuvre les énergies récupérables à partir de la biomasse agricole, des éoliennes, les énergies marines, etc.. Mais il faudra aussi réduire la consommation en réalisant l'isolation du bâtiment.

A cet égard la Bretagne jouit d'une position exceptionnelle. Notre surface agricole est importante. Nos rivages sont battus par les vents d'ouest et par la houle. Notre côte septentrionale bénéficie de marnages exceptionnels. Notre ensoleillement n'est pas négligeable : le golfe du Morbihan est presque aussi ensoleillé que Carcassonne !

Mais notre type de civilisation en Bretagne bien-sûr et plus globalement sur la planète entière est sur le point d'affronter deux enjeux incompatibles : fournir de l'énergie à une population mondiale en forte augmentation et réduire dans la même période les rejets de GES pour tenter de contrôler le dérèglement climatique.

PETROLE : Le Peak Oil est en vue et interviendra au cours de la décennie 2020. Du pétrole il en restera certainement mais les investissements nécessaires à son extraction sont devenus dissuasifs et les retours sur investissements paraissent bien trop aléatoires pour les investisseurs.

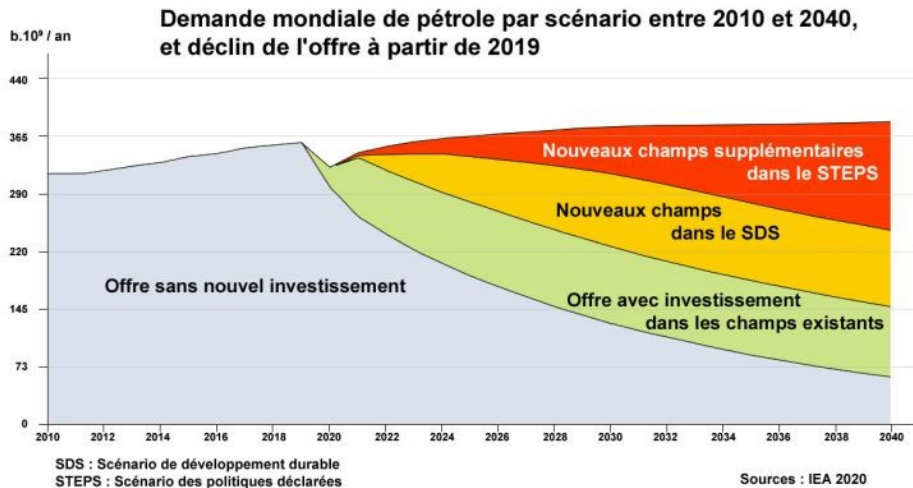


Le véritable problème est que pour fonctionner nos sociétés occidentales sont totalement dépendantes des approvisionnement en énergie fossile.

La découverte de nouveaux gisements pétrolifères décroît depuis les années 60 alors que la consommation augmente vertigineusement.

Mais le capitalisme étant ce qu'il est, il est à craindre que l'exploitation des ressources en pétrole extrême (et autres ressources fossiles) sera poursuivie jusqu'au dernières limites de la rentabilité.

D'autant que pour diverses raisons certains gouvernements continuent d'attribuer des "subventions" aux énergies fossiles. Cela contribue à freiner la transition du système énergétique mondial vers un mix moins carboné.



Les subventions aux énergies fossiles peuvent être des subventions "à la consommation" ou "à la production".

Les subventions dites "à la consommation" se matérialisent notamment par des contrôles de prix et des exonérations fiscales induisant pour les consommateurs des prix inférieurs à ceux du marché.

Les subventions directes, prêts bonifiés ou exonérations fiscales qui réduisent les coûts payés par les producteurs d'énergies fossiles sont également inclus dans notre estimation des subventions à la consommation dans la mesure où ils entraînent également pour le consommateur final des prix artificiellement inférieurs à ceux du marché.

Les subventions dites "à la production" comprennent des subventions directes et des incitations fiscales soutenant spécifiquement la production d'énergie, telles que des taux d'imposition préférentiels pour l'exploration pétrolière et gazière.

Malgré les progrès réalisés dans de nombreux pays, les subventions aux combustibles fossiles sont encore fréquentes. Elles découragent entre autres les investissements dans les technologies à faible émission de carbone et dans des équipements plus efficaces, ce qui freine toute réduction des émissions de CO₂ liées à l'énergie.

Par conséquent, les réformes des subventions aux combustibles fossiles constituent des initiatives politiques clés pour lutter contre le changement climatique. (2017 Toshiyuki Shirai - World Energy Outlook, publication annuelle de l'AIE).

L'AIE (Agence Internationale de l'Energie - IEA) reste dans le flou quant à la réalité des réserves de pétrole réellement disponibles. Elle se contente de formuler des prévisions à la baisse sur l'évolution de la demande et de l'approvisionnement en pétrole, cette dernière étant présentée comme une conséquence de la première, alors que l'épuisement des ressources est évidemment la cause principale de la baisse de la production.

Le scénario des politiques déclarées (STEPS) reflète bien plus l'impact des cadres politiques existants et des intentions politiques annoncées aujourd'hui. L'objectif est de tendre un miroir aux orientations des décideurs politiques actuels et d'illustrer leurs conséquences sur la consommation d'énergie, les émissions et la sécurité énergétique.

Ce graphique du pic pétrolier de l'AIE a notamment été précédé par celui de l'Association pour l'étude des pics pétroliers et gaziers (ASPO), qui a déjà publié de nombreuses études sur ce sujet du pic pétrolier. Bien que l'ASPO ait estimé que le pic pétrolier surviendrait plus tôt que ne le prédisait l'AIE, dans son étude dès 2011 pour le brut conventionnel, il est remarquable que l'AIE ait réfuté cette affirmation à l'époque en déclarant que le pic pétrolier ne serait pas atteint avant 2020. Il semble bien que l'AIE ait repris cette affirmation à son compte aujourd'hui.

URANIUM : Il n'est pas plus prudent de compter sur l'uranium. Les ressources disponibles vont s'épuiser rapidement, surtout si l'on persiste à bâtir de nouvelles centrales.

Et ce n'est pas l'énergie nucléaire qui fera rouler nos voitures. Car le nickel et le cadmium viendraient à manquer pour les millions de batteries nécessaires à la conversion du parc automobile. En admettant de plus, que les constructeurs puissent tenir la cadence de remplacement.

Quelques raisons de refuser le nucléaire !

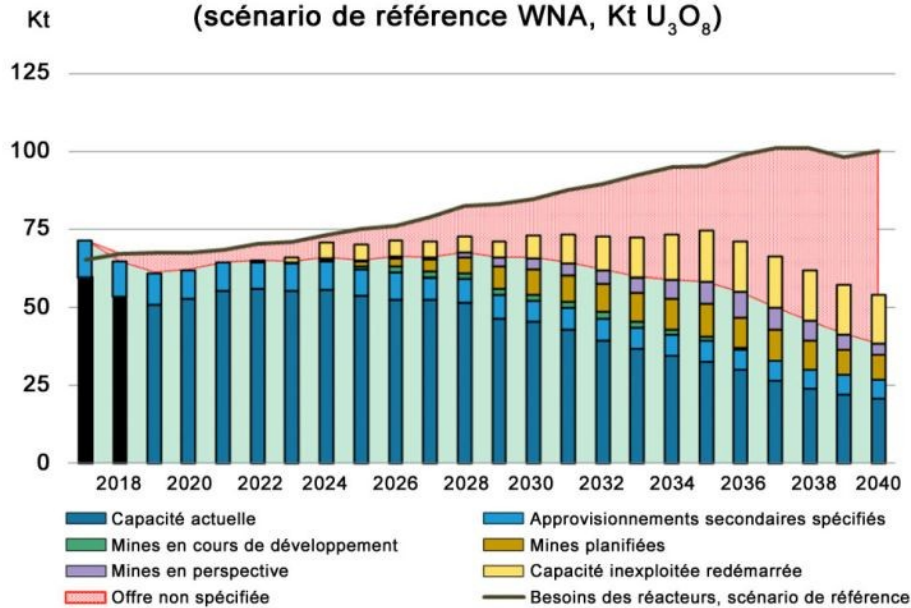
Depuis plus de cinquante ans le combat anti-nucléaire s'est construit autour du thème de la sécurité. Refusons le nucléaire, non pas parce que c'est une illusion coûteuse mais parce qu'il est potentiellement dangereux. En utilisant presque exclusivement l'argument sécuritaire, la critique a laissé le champ libre au lobby nucléaire pour convaincre la population que l'atome était une solution techniquement valable et fiable.

Aujourd'hui, pour être écoutés, il faut également faire porter les critiques sur la viabilité du nucléaire en tant que source d'énergie disponible en quantité dans la durée.



Car ce sont bien les limites géologiques et minières qui font du nucléaire un mauvais choix, même si tous les problèmes de sécurité pouvaient être résolus.

**Offre et demande d'uranium 2018-2040
(scénario de référence WNA, Kt U₃O₈)**



Et il faut surtout rappeler que les problèmes inhérents à ce type d'énergie ne sont pas réglés. Il est totalement irresponsable de léguer ces déchets à nos descendants alors qu'ils ne pourront même plus retirer un quelconque avantage de cette filière.

Une pseudo indépendance énergétique

Lorsque la France a fait le choix du nucléaire dans les années 70, le pays était alors un important producteur d'uranium. La France en produisait alors plus de 3.000 tonnes par an.

La production a atteint son maximum en 1990 puis la dernière mine a fermé en 2002.

La France devrait pouvoir continuer à se procurer à l'extérieur l'uranium dont elle a besoin. Mais lorsque viendra la chute irréversible de la production mondiale, les conséquences géopolitiques deviendront vite sévères. Déjà en Afrique, les déboires qu'Orano (ex Areva) rencontre dans les mines d'uranium au Niger préfigurent, de manière encore édulcorée, les problèmes à venir. La société se procure l'uranium en Afrique à bas coût, au prix d'ingérences politiques et de conséquences environnementales, sanitaires et sociales catastrophiques pour les populations locales et cela ne manquera pas d'engendrer des conflits.

Un approvisionnement menacé

Même s'il n'est pas techniquement une ressource fossile, l'uranium n'en est pas moins non-renouvelable. L'industrie affirme que les réserves sont suffisantes pour satisfaire aux besoins mondiaux pour au moins 20 ans, les ressources identifiées (janv 2019) – ressources raisonnablement assurées et ressources présumées – seraient de 8.070.400 tonnes pour un prix maximum de l'uranium de 130 \$ le kilogramme.

Cependant, ce ne sont pas les réserves que l'on utilise pour faire fonctionner les centrales nucléaires mais la production. Or celle-ci n'était que de 54.224 tonnes en 2019, soit 19 052 tonnes en dessous de la demande. La production ne fournit donc que 74% de la demande mondiale actuelle et il n'est pas assuré qu'elle puisse monter en puissance suffisamment vite pour faire face à la pénurie annoncée.

Le surcoût différé de l'énergie nucléaire

De plus contrairement à ce qui se passe pour les énergies renouvelables, une part substantielle du coût devra être payé après la fin de la vie active des centrales, ce qui permet paradoxalement au nucléaire d'apparaître viable alors qu'il ne l'est pas. En effet les coûts de démantèlement, de réhabilitation et de gestion des déchets seront reportés à une période où l'on ne disposera plus d'énergies non-renouvelables pour les assumer.

De fait, au contraire des énergies renouvelables, le nucléaire fonctionne comme un emprunt (on reçoit l'énergie maintenant et on paye une grande partie du prix plus tard). Dans un monde en croissance perpétuelle, ce ne serait pas un problème, mais dans un monde qui approche des limites de la croissance et pourrait se voir confronté à la décroissance forcée prévue par le rapport du Club de Rome, les conséquences deviendront rapidement catastrophiques.



Le rendement énergétique du nucléaire ne pourra que diminuer à l'avenir, compte tenu de la raréfaction du minerai de bonne qualité. L'uranium ne pourra donc en aucun cas, nous fournir les quantités d'énergie que certains espèrent pouvoir en tirer.

Le pétrole et l'uranium sont donc des impasses à court terme. Il devient urgent de changer de sources énergétiques et de projet de société.

- Le projet alter breton constitue une alternative énergétique

Le tableau 1 permet de suivre l'évolution proposée. La situation de la Bretagne en 1975 étant prise comme référence. La part des énergies fossiles s'amenuise peu à peu (tableau 1) (figure 2). La compensation est obtenue grâce aux énergies solaires directes et électrogènes, aux combustibles récupérables, à partir de la biomasse ou des déchets, aux éoliennes, à l'hydraulique et à l'énergie houlomotrice ou marémotrice.

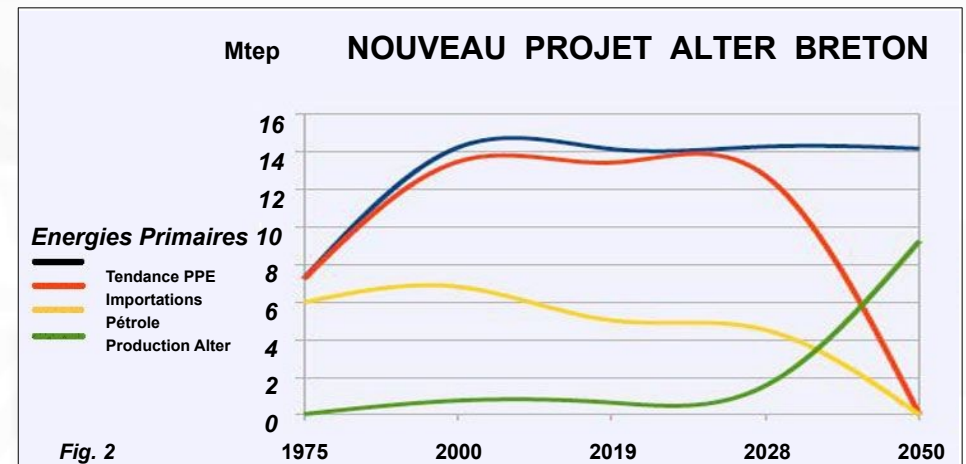
Nous ne décrivons pas ici les différentes filières proposées ; le lecteur se reportera aux chapitres qui suivent dans ce dossier.

Un aspect retiendra cependant notre attention en raison des promesses qu'il contient pour l'avenir de nos pays ruraux le NPAB envisage de produire plus de 44 % des besoins énergétiques à partir de la biomasse agricole. Dans des complexes agro-énergétiques répartis à l'échelle des pays, seront traitées la biomasse des champs et des zones forestières situés dans un rayon de 20 km. Ce sont ces complexes qui produisent la totalité des combustibles solides et des carburants liquides; ainsi que les produits de base de la chimie organique actuellement tirés du charbon et du gaz naturel.

La production est donc très décentralisée.

TABLEAU 1 - NOUVEAU PROJET ALTER BRETON

Unité = Mtep			Données 1979		Réalisé	PPE 2020	NPAB
			1975	2000	2019	2028	2050
Energie primaire	Totale		7,27	14,24	14,15	14,29	9,26
	produite		0,04	0,76	0,72	1,56	8,89
	importée		7,23	13,48	13,43	12,73	0,37
Energies primaires utilisées							
Energies fossiles	charbon	produit					
		importé	0,19	0,00	0,16	0,00	0,00
	pétrole	produit					
		importé	5,99	6,82	5,02	4,52	0,00
	gaz	produit					
		importé	0,93	0,00	2,74	2,73	0,00
	uranium	produit		6,66	5,58	5,47	
		importé	0,12				0,00
Energies de la Mer			0,04	0,04	0,04	0,04	0,66
Energies nouvelles	récupération				0,20	0,19	0,00
	biomasse				0,07	0,89	4,10
	solaire	PV		0,72	0,03	0,07	1,36
	électricité hydrogène						0,00
	hydraulique				0,05	0,06	0,05
	éolien				0,25	0,20	2,03
	solaire thermique				0,01	0,11	1,07
Energie distribuées			6,49	9,72	10,14	10,31	8,00
Ratio : E. distrib. / E. primaire			0,892	0,682	0,717	0,722	0,864



- Le projet alter breton est aussi une alternative de société

Si le passage du régime actuel au régime à long terme est progressif, on notera que nous n'avons plus le temps de différer les réalisations compte tenu du peak oil.

En refusant de faire du long terme une extrapolation de la société actuelle, le projet Alter cherche à **satisfaire les besoins fondamentaux** des hommes et des femmes de notre époque, **en rejetant tout gaspillage**.

Il suppose une autre façon de vivre, plus sobrement, mais confortablement :

- **Les conditions de logement** et l'équipement domestique prévus sont supérieurs à la situation actuelle : logement 100 m² par ménage ; équipement intérieur équivalent avec 1,5 fois le niveau actuel, mais résistant 2 fois plus longtemps : « Ces niveaux suffisent à assurer une vie matérielle confortable pour tous, à condition d'une juste répartition des biens correspondants ».

- **La vie collective est facilitée** : locaux sociaux et scolaires plus nombreux.

- **Les conditions de production** sont totalement revues :

- unités de production plus petites et mieux réparties sur le territoire, les communes rurales sont revitalisées autour de complexes agro-énergétiques ;
- on recherche une économie systématique de la consommation ;
- on produit des biens plus durables et les déchets sont récupérés et recyclés ;

- **l'aménagement du territoire** est remodelé :

- arrêt du développement anarchique des métropoles, développement des petites agglomérations (10 000 habitants), le maillage territorial de la Bretagne s'y prête très bien ;
- utilisation systématique des sols pour les cultures vivrières, énergétiques (sans excès et en rotation de cultures) ou pour les capteurs solaires ;

- **les échanges extérieurs sont maintenus au minimum (surproduction seulement).**

En fonction des besoins reconnus, la demande nette en énergie en 2050 pour près de 5,679 millions d'habitants, est évaluée à 8,004 MTEP (soit 122,4 % du niveau atteint en Bretagne en 1975). Par rapport à la situation de 2019 choisie comme référence, il propose la distribution suivante de l'énergie par secteur d'utilisation (tab 2) :

TABLEAU 2 – NOUVEAU PROJET ALTER BRETON

Distribution finale de l'énergie (en Mtep)

Bretagne					
Consommation énergie		1975	1990	2019	2050
Energie finale	MTEP	6,538	7,814	10,140	8,004
Industrie	MTEP	1,486	1,269	1,477	2,186
Résid./Tertiaire	MTEP	2,936	3,241	3,997	3,254
Agriculture	MTEP	0,232	0,349	0,697	0,480
Pêche	MTEP	0,117	0,138	0,129	0,108
Transport	MTEP	1,767	2,817	3,840	1,976
POPULATION	M hab.	3,530	3,845	4,778	5,679
Conso par hab.	TEP/hab.	1,852	2,032	2,122	1,409
Industrie	%	22,73	16,24	14,57	27,31
Résid./Tertiaire	%	44,91	41,48	39,42	40,65
Agriculture	%	3,55	4,47	6,87	6,00
Pêche	%	1,79	1,77	1,27	1,35
Transport	%	27,03	36,05	37,87	24,69

Source : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/consommation-annuelle-delelectricite-et-gaz-par-departement-et-par-code-nafr/>

Source : https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2859843/projections_scenario_central.xls

Au final la répartition en pourcentage de l'objectif de 2050 revient vers la situation de 1975, mais en volume du fait de l'augmentation de la population (+60,88 %), on vise une augmentation de la consommation dans le secteur de l'industrie pour adapter l'outil industriel, améliorer le bâti et générer les combustibles nécessaires à la population. Par contre grâce à un ré-aménagement du territoire et une utilisation souple des transports individuels et collectifs des économies substantielles sont réalisées sur ce poste.

En remodelant la production et l'aménagement du territoire, le **projet ALTER** jette les bases d'un ECO-DEVELOPPEMENT, qui "insiste sur les solutions spécifiques, compte-tenu des données écologiques. mais aussi culturelles, des nécessités immédiates. mais aussi du long terme. Sans nier l'importance des échanges, il essaie de réagir à la mode prédominante pour les solutions prétendument universalistes... Sans basculer dans un écologisme outrancier, il suggère au contraire qu'un effort créatif, pour profiter de la marge de liberté offerte par le milieu, est toujours possible".

Pour tous ceux qui sont à la recherche d'un autre mode de développement, le **projet ALTER** représente donc un intérêt considérable.

C'est dans cette perspective que le PAB de 1979 a été actualisé entre 2021 et 2022 à l'initiative de l'UDB. Il ne s'agit pas d'un document définitif mais plutôt d'un princeps.

Le "groupe pour un NOUVEAU PROJET ALTER BRETON (NPAB 2022)" s'est mis en place. Il s'est fixé pour objectif de rechercher un **SCENARIO DE PRODUCTION D'ENERGIES NOUVELLES**, indéfiniment renouvelables, dans la perspective de penser l'**AUTONOMIE ENERGETIQUE DE LA BRETAGNE**.

Le groupe NPAB souhaiterait remobiliser localement par pays des techniciens, des agronomes, des associations de paysans, des militants des associations écologiques et bretonnes ainsi que des chercheurs de l'INRA, de l'UBS, de l'IFREMER et toutes les personnes intéressées par le sujet. Ce document pourrait contribuer à la définition d'appels à de futures recherches destinées à ré-évaluer tous les paramètres culturels, énergétiques, géographiques, sociologiques et économiques des pays de Bretagne, à l'aune du paradigme de la nécessaire transition énergétique et écologique.

Nous tenons à souligner que :

1 - Il s'agit essentiellement d'un document de réflexion soumis à tous ceux qui sont soucieux de rechercher les bases d'un nouveau développement de la Bretagne. A notre sens ce "projet" ne pourrait devenir un "plan" qu'après un débat large et démocratique. La région Bretagne (réunifiée) pourrait créer l'instrument véritable de planification à l'échelle du pays, ce qui n'avait pas été possible en 1979.

2 - Le lecteur de ce document doit accepter de modifier sa vision du monde actuel. Aucun système de production n'est sans conséquence sur l'environnement, sur l'écosystème. Il s'agit de savoir ce qui est "acceptable", par rapport aux objectifs de société que l'on s'est fixé, à long terme.

3 - Nous n'avons tenu aucun compte des coût de réalisation de nos propositions en matière de production d'énergie. Seule la faisabilité technologique a été retenue. La question du coût n'a pas de sens en effet abstraction faite du système économique dans lequel on raisonne. Certains procédés sont d'ores et déjà "rentables".

Le groupe "NPAB", pour un nouveau projet Alter breton...

Ce document présente dans sa partie centrale l'**ALTERNATIVE énergétique** proposée pour la Bretagne (à 5 départements). Dans un régime stable à moyen terme il propose, en utilisant les énergies de la mer, du vent, de la biomasse agricole et du soleil, de ne produire que 9,264 MTEP (contre 6.487 consommées en 1975). Ce bilan est suffisant pour permettre à près de 5,679 millions de Bretons (4,784 actuellement) de vivre confortablement, mais sans gaspillage (avec 2,295 MTEP de marge).

La première version du PAB de 1979 était suivie de 3 annexes. Aujourd'hui ces annexes n'ont pas été actualisées.

- la 1^{re} précisait les grandes lignes de la société cohérente avec cette alternative ;
- la 2^{eme} donnait les descriptions succinctes des filières énergétiques utilisées ;
- la 3^{eme} évoquait l'impact important et prévisible, sur la création d'emplois.

Il conviendrait certainement de réaliser aussi ces actualisations, afin de mettre au point les politiques industrielles, sociales, écologiques et culturelles nécessaires à la mise en œuvre de la transition énergétique en Bretagne.



*Une alternative énergétique pour la **BRETAGNE***



Crédit : Gwen

Nous avons cherché une véritable solution alternative pour la BRETAGNE DE L'AN 2050, en nous situant d'emblée dans la problématique du PROJET ALTER :

- stabilisation des consommations à long terme,
- restructuration de l'appareil de production.

Le scénario retenu suit quelques critères définis a priori :

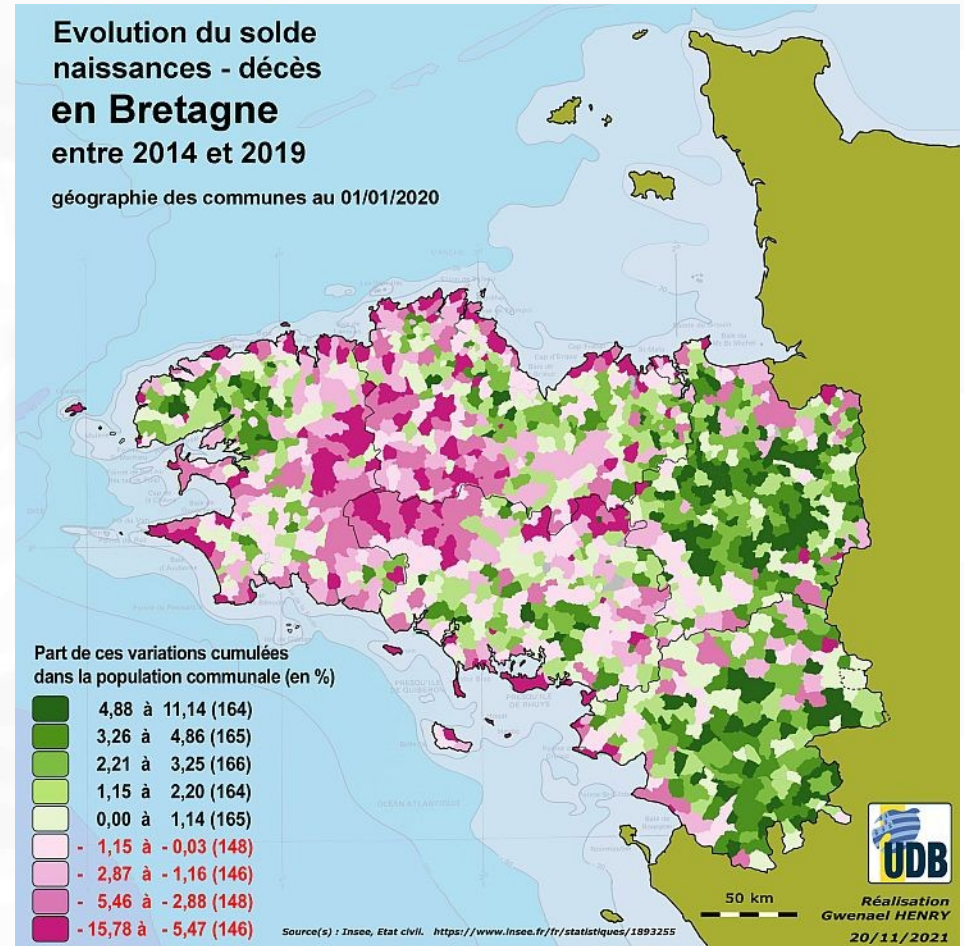
- 1) Nous avons choisi de ne faire appel à aucune source d'énergie fossile, qu'il s'agisse du fuel, du gaz, de l'uranium ;
- 2) Nous n'utiliserons donc que les énergies indéfiniment renouvelables et nous avons tenté d'évaluer le potentiel global disponible, mais sans chercher à l'utiliser à 100 % en tenant compte de l'impact sur les écosystèmes ;
- 3) Nous avons rejeté, dans toute la mesure du possible, les réalisations gigantesques et centralisatrices, mais sans rester bornés à des solutions individualistes ;
- 4) Nous n'avons retenu que les filières énergétiques technologiquement assurées, ou dont la réalisation est envisageable à moyen terme ;
- 5) En retenant tel ou tel type de filière, nous n'avons pas pris en compte le coût de sa réalisation. Cette question en effet « n'a pas de sens » actuellement. Les bases de calcul dépendent naturellement du système économique de référence. Quel sera le prix du pétrole en l'an 2050 ?

B - Nos références : la Bretagne de 1975 et de 2019

1) La population

La population légale des 5 départements bretons s'élevait à 4.784.126 personnes en 2019 (soit 7,35 % de la population de l'hexagone). Elle occupait 34.340 km² (soit 6,31 % du territoire hexagonal). La densité de 140 hab/km² est donc un peu plus importante que celle de la métropole (120 hab/km²).

Cependant elle est TRES INEGALEMENT REPARTIE : Près de 1 % de l'espace breton porte environ 1/5 de la population, et les territoires des 53 villes centres avec près de 6 % de la superficie de la Bretagne accueillent 1/4 de sa population. Le contraste est très net entre le littoral et le centre Bretagne, où les densités sont souvent inférieures à 60 hab/km².



Ces différences sont liées à l'émigration rurale en raison de la destruction des activités traditionnelles et à une urbanisation tardive, parfois indépendante de l'industrialisation, et dirigée principalement vers le littoral.

La population continue de vieillir, mais surtout dans les communes rurales du littoral, du fait de l'émigration des jeunes et du coût de l'immobilier. Cependant dans le Kreiz Breizh, l'intensité de la dénatalité semble s'éclaircir un peu dans le pourtour proche de Carhaix et Rostrenen, même si la seconde couronne n'évolue pas dans ce sens. Il suffit de comparer la situation actuelle par rapport aux décennies précédentes (voir les cartes du NPAB 2009). Le territoire ne gagne pas encore de population mais il n'en est plus très loin. Il est vrai que parvenu au fond du trou, la seule évolution possible consiste à en sortir.

2) L'organisation spatiale

La carte suivante met en relief l'organisation de l'espace breton en aires d'attraction des villes. Les données de quelques communes situées hors de Bretagne sont intégrées parmi celles de certaines aires d'attraction limitrophes, tout comme leurs populations, cela explique l'augmentation d'environ 0,24% du diviseur utilisé pour calculer les pourcentages, dont les valeurs restent malgré tout très modérément affectées.

Ainsi le nombre d'individus utilisé pour les calculs s'élève à 4 829 224 personnes, quand la population légale des cinq départements bretons au 1^{er} janvier 2020 est fixée à 4 817 845 habitants.

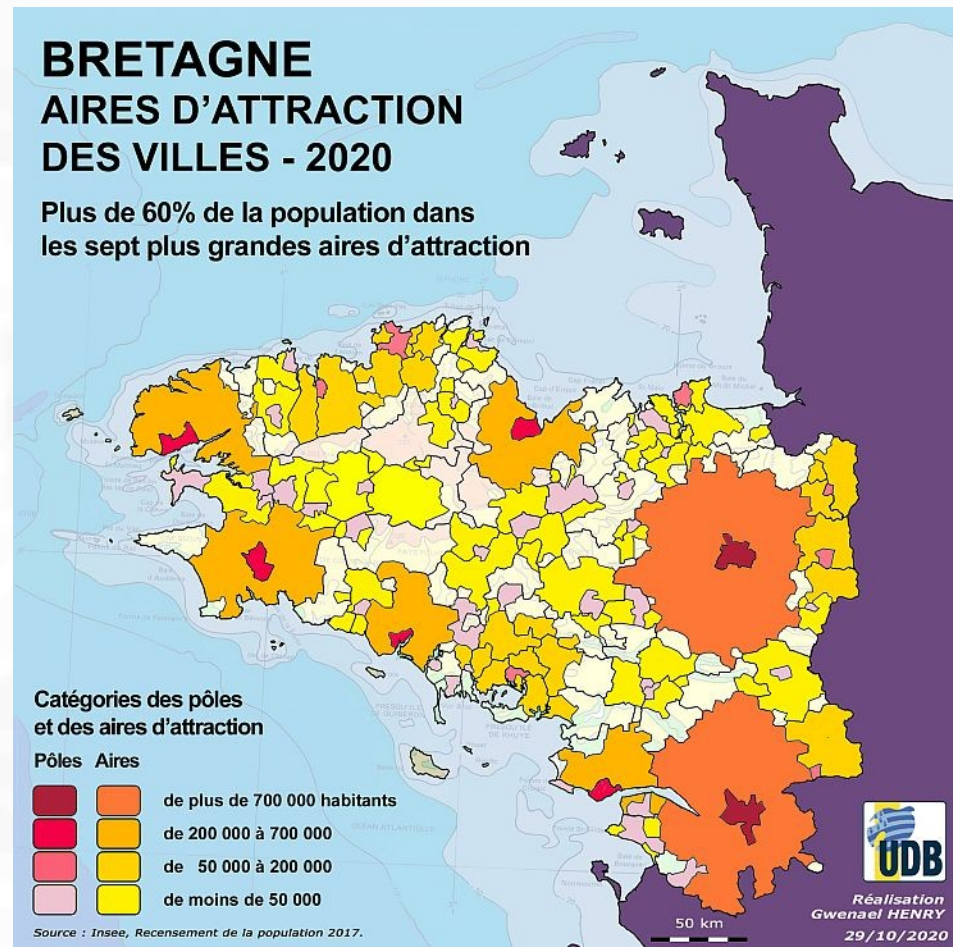
Une fois cela précisé, on remarquera :

- que la population des villes centres des 7 aires d'attraction principales de Bretagne (Nantes, Rennes, Quimper, Brest, Saint-Nazaire, Lorient et Saint-Brieuc) s'établit à 920 051 habitants soit 19,05 % de la population bretonne sur seulement 0,98 % du territoire breton, soit 335,69 km² ;
- que la population des 53 villes centres de Bretagne avec 1 380 044 habitants regroupe 28,58 % des bretons sur 5,80 % du territoire.
- que la population des 7 principales aires d'attraction rassemble près des deux tiers des bretons (62,68%).
- qu'il subsiste 360 communes isolées, qui ne dépendent d'aucun centre, mais totalisant tout de même 499 486 habitants, soit 10,34 % des bretons, établis sur 26,15 % du territoire, c'est à dire 8 910,93 km². (soit 1,784 ha par habitant ou à peine plus de 56 habitants au km²)

Nota : Vannes ne dispose pas d'une aire d'attraction plus peuplée que celle de Lorient et même si la population de Vannes centre est supérieure à celle de Saint-Brieuc centre, cette dernière dispose d'une aire d'attraction plus peuplée.

Cette nouvelle organisation spatiale qui a été mise en place depuis les années cinquante explique en partie pourquoi la consommation globale d'énergie consacrée au transport est passée de 1,767 Mtep en 1975 à 3,840 Mtep en 2019. Pour se rendre au travail, de nombreuses personnes n'ont d'autre recours qu'à la voiture individuelle. Une autre partie de l'explication tient sûrement à l'augmentation et au vieillissement de la population, apte à conduire.

La consommation d'énergie par habitant pour le transport est donc passée dans la période de 1,822 tep en 1975 à 2,122 tep en 2019.



Principales aires d'attractivité	Population légale 2019	%	Superficie	%
	POP	POP	km ²	Superficie
Nantes	998 252	20,67	3 421	10,04
Rennes	755 464	15,64	3 804	11,16
Quimper	241 588	5,00	1 468	4,31
Brest	378 100	7,83	1 265	3,71
Saint-Nazaire	216 361	4,48	741	2,17
Lorient	230 733	4,78	847	2,49
Saint-Brieuc	206 401	4,27	1 059	3,11
Total	3 026 899	62,68	12 605	36,99

3) Les structures de production

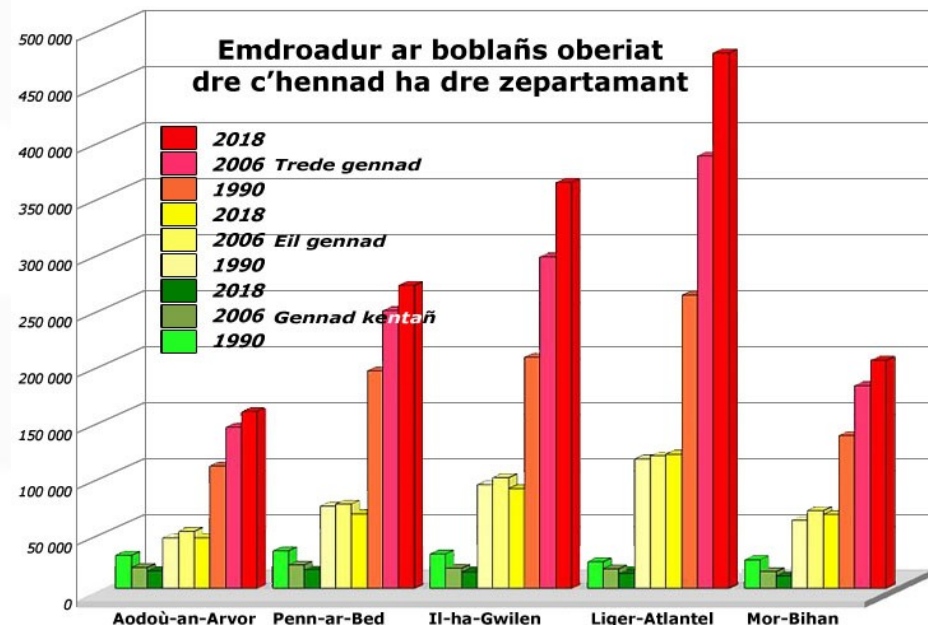
Nous avons évoqué dans l'introduction l'évolution de notre économie caractérisée par le déclin du secteur primaire, la stagnation du secondaire et la croissance importante du tertiaire (voir fig. 1).

Le déclin des couches sociales de paysans et de patrons, lié à l'accroissement du nombre des ouvriers et des employés traduit le bouleversement de la société bretonne. C'est **UNE CONSEQUENCE DES TRANSFORMATIONS DES ECONOMIES** adoptant le mode de production industriel capitaliste :

- industrialisation, concentration du capital et liquidation des activités traditionnelles ;
- extension rapide de rapports capitalistes dans de nouveaux secteurs (agriculture, commerce, pêche, aquaculture)
- concurrence entre les capitaux monopolistes multinationaux et la "bourgeoisie bretonne", traditionnelle peu structurée.

a) L'économie bretonne par secteur

Au cours du dernier siècle les frontières ont fluctué dans les zones de contact inter sectorielles, ainsi nombre de tâches assurées autrefois dans le secteur paysan, ont, avec la transformation du système de production, migré dans le secteur industriel notamment dans certains emplois de l'agroalimentaire.



De même dans l'industrie, l'externalisation de certains emplois internes (comptabilité, marketing, publicité ...etc.) vers les entreprises de services est amorcée depuis une

quarantaine d'années et ces emplois ne sont plus comptabilisés dans les statistiques comme industriels, mais le sont désormais dans le secteur tertiaire. Il faut aussi tenir compte de ces évolutions lors de l'interprétation du graphique ci-contre.

Cependant depuis 60 ans nous assistons bien à la DESAGREGATION D'UN BLOC AGRAIRE et RURAL décentralisé et à la constitution d'un NOUVEAU SCHEMA METROPOLITAIN. Mais aujourd'hui ce modèle de développement interroge sur sa capacité à perdurer. La surconsommation dans tous les domaines d'activité ne pourra pas se maintenir très longtemps. Dès à présent il convient de repenser l'avenir de tous les secteurs de l'économie.

b) Le secteur primaire

L'AGRICULTURE reste un pilier important, mais en déclin, du système de production breton avec 3,1 % de la valeur ajoutée globale tous secteurs confondus. Ainsi en 2019, avec 2.480 Mds €, la valeur ajoutée du secteur agricole des cinq départements bretons représentait 23.88 % de la valeur de la production agricole en Bretagne, quand dans l'hexagone résiduel elle s'élevait à 35.52 %. Avec 10.388 Mds €, la production agricole bretonne représente 13.53 % de celle de l'hexagone complet. Quant à la valeur ajoutée agricole nette, elle n'en représente, à la même aune, que 9.52 %, c'est à dire plus de production mais moins de rentabilité.

Les concentrations de productions animales dans les cinq départements bretons ne confèrent donc pas d'avantages économiques particuliers en terme de valeur ajoutée. Ces productions nécessitent beaucoup de travail et de consommations intermédiaires (67.91 % de la valeur de la production en 2019 soit 7.089 Mds €), génèrent une pollution conséquente mais ne rapportent pas suffisamment. Les 13 903 678 porcs (59.26 % du cheptel hexagonal), les 720 530 bovins (16.05 %) ne peuvent plus être supportés sur 34 340 km², sans compter que la Bretagne doit aussi assurer l'approvisionnement de 29.37 % de la volaille et 48.79 % de la production d'oeufs de l'hexagone (en valeur marchande).

"Au total la Bretagne s'est vue attribuer au sein de l'espace hexagonal une fonction alimentaire de première importance. Traditionnellement pourvoyeuse de main-d'œuvre, notre région est également devenue LA PREMIERE POURVOYEUSE DE PRODUITS AGRICOLES pour le reste du pays".

Cependant l'exportation de denrées alimentaires se fait au prix d'une TRES FORTE IMPORTATION d'engrais, de produits phytosanitaires ou d'aliments industriels destinés à l'élevage. De plus la consommation énergétique du secteur agricole a été multipliée par 3 entre 1975 et 2019 (de 0,232 Mtep à 0,697 Mtep). Il est probable que les cultures sous serres chauffées et éclairées sont pour une part responsables de cet état de faits.

Il faut noter par ailleurs, l'importance relative de la PECHE bretonne dans la pêche hexagonale, où elle représente encore plus de 25 % des ventes totales en produits.

Il est temps aujourd'hui d'envisager un changement de paradigme : le remplacement de l'objectif de quantité par celui de qualité s'impose afin de pouvoir travailler différemment, de diminuer les consommations intermédiaires et les pollutions induites et enfin d'augmenter la valeur ajoutée et donc le revenu des agriculteurs tout en favorisant l'installation importante de jeunes sur des exploitations de type familial.

Alors que depuis Bruxelles, la Politique Agricole Commune est reconduite dans la philosophie de la période précédente ce qui engage très négativement l'Europe.

Les propositions de la Commission européenne du 1er juin 2018 et le débat engagé sur le financement de la PAC pour la période 2021-2027 suffisent à rappeler combien l'agriculture européenne est toujours dans l'incapacité de se projeter à moyen et long terme dans un cadre où les aides directes deviendraient moins essentielles aux équilibres économiques du secteur.

L'Europe a certes pris de nouveaux engagements contre le réchauffement climatique, mais pourtant elle impose cette nouvelle PAC en les ignorant ouvertement.

Parmi les urgences auxquelles il fallait répondre, il y a l'impact territorial des politiques agricoles productivistes que la nouvelle PAC continuera d'encourager. Elle va ainsi contribuer à la concentration des exploitations dans le contexte de départ à la retraite de nombre d'exploitants actuels. Les agriculteurs sont en effet de moins en moins nombreux en Bretagne. En 30 ans, leur nombre a été réduit de 133 000 à 72 000 actifs. Et la tendance devrait perdurer d'ici 2050, au moment où les jeunes n'ont pas les moyens pour reprendre des exploitations de plus en plus importantes et chères.

Il faudra donc contrer la tendance à la financiarisation du secteur agricole qui attire de plus en plus des investisseurs à la recherche de profits, sans égards pour l'environnement. Cette tendance n'est certainement pas la solution pour maintenir une campagne vivante et peuplée de populations actives.

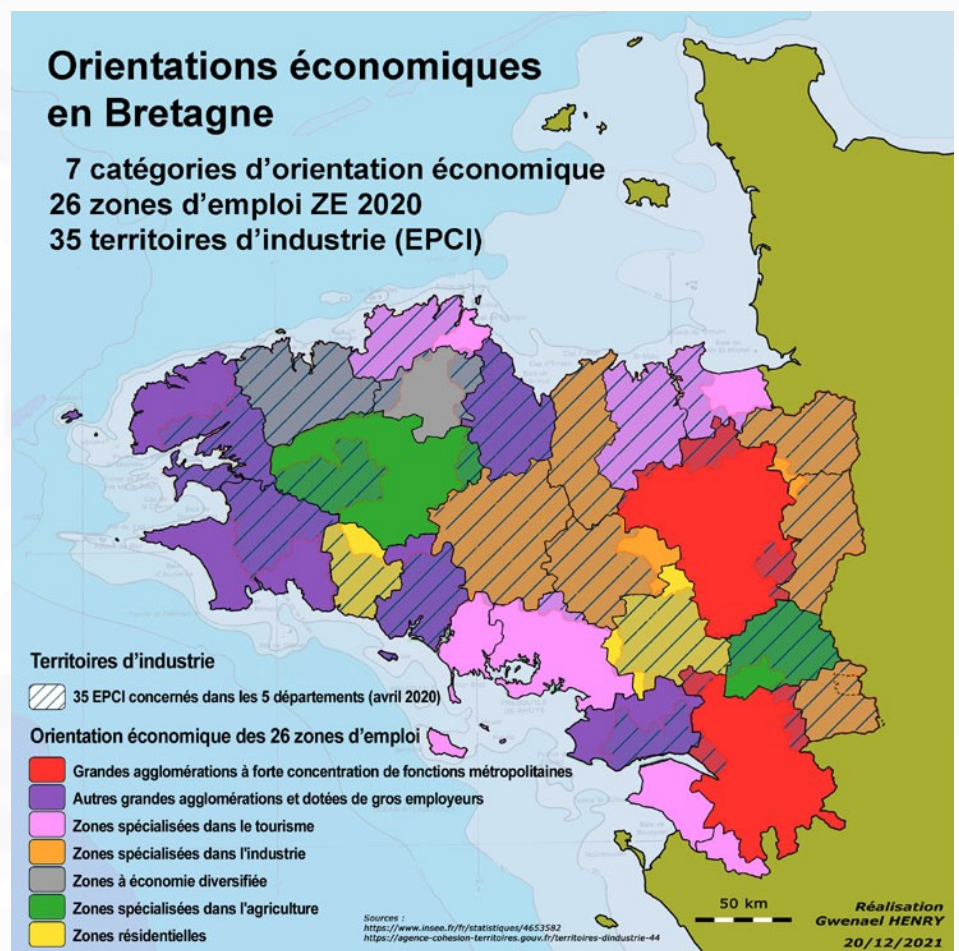
Les transformations sociétales adaptées et nécessaires à la transition écologique du secteur agricole breton auront des effets importants sur les quantités d'énergies à produire localement et à mobiliser pour bâtir une agriculture au service des habitants du pays. L'agriculture bretonne n'a pas pour vocation de nourrir la planète. Surtout lorsque l'augmentation du coût des transports lointains ne permettra plus d'exporter aussi facilement. Chaque région du monde devra viser à assurer son autonomie alimentaire sans que ses marchés ne soient déstructurés par des importations (nos exportations) à bas coûts qui n'ont pour effet que de précipiter leurs populations rurales sur les routes de l'émigration.

c) Le secteur secondaire

Business as usual : en 2019, une relative solidité de la situation économique de la Bretagne se confirmait, dans un contexte hexagonal en léger ralentissement, avec 38 352 créations d'emplois dans la région en 2019, tous secteurs et tous statuts confondus.

Le nouveau découpage de la Bretagne en vingt-six zones d'emploi permet d'analyser l'orientation économique des territoires. Aujourd'hui l'industrie agro-alimentaire est très présente dans plusieurs d'entre elles, traduisant la forte représentation de ce secteur d'activité dans la région. Certes une large façade littorale s'appuie sur des activités liées au tourisme mais le secteur industriel participe également, tout comme dans les agglomérations importantes.

Le programme hexagonal "territoires d'industrie" est une tentative de reconquête industrielle par les territoires. En effet, l'industrie est un vecteur de développement et de cohésion des territoires. Pour preuve : 70 % de l'emploi industriel se situe en dehors des métropoles, dans les territoires périurbains, ruraux et villes moyennes.



Mais la crise sanitaire a profondément affecté le tissu industriel en portant un coup d'arrêt brutal à l'investissement de nombreuses entreprises, dans des territoires déjà souvent exposés à de profondes mutations. La réponse résiderait dans une accélération des investissements et une action rapide au plus près des territoires. Ce qui devrait passer par une démarche ambitieuse et co-construite entre l'État et les Régions, animée dans le cadre du programme Territoires d'Industrie.

Dans le seul secteur industriel, les 362 144 emplois salariés de Bretagne représentent 8.02 % de l'ensemble hexagonal, cette part est en constante progression depuis l'année 2000 où elle n'équivalait qu'à 6.88 % du total. Quant aux 6 797 créations d'emploi salarié dans le secteur en 2019, elles constituent 12.50 % de l'ensemble de celles de l'hexagone.

Cette progression annuelle (+ 1,91 % en 2019) comme depuis 20 ans, est plus forte que dans l'ensemble du pays (+ 1,22 %). Et c'est en Loire Atlantique, que l'on constate la plus notable (2.75 %) avec 3 046 nouvelles créations. Le taux de chômage diminue. Les

créations d'entreprises dépassent les précédant seuils et les chefs d'entreprise font état d'une situation globalement favorable.

Tout irait donc pour le mieux ? Ce serait peut être le cas à la condition que cette situation puisse perdurer et les paramètres économiques rester stables ces prochaines années. Or la variation à la baisse de l'approvisionnement en énergie risque de perturber gravement ce cycle "vertueux".

Les deux dernières années COVID sont venues montrer la fragilité de nos économies et encore disposons nous d'énergies sans restrictions.

Enfin la structure de production INDUSTRIELLE reste totalement déséquilibrée et orientée vers l'exportation (au moins hors de Bretagne), avec une dominante en métallurgie (mécanique, auto, aéronautique, navale) et en agro-alimentaire. Elle est absolument incapable de répondre également aux besoins réels et basiques des Bretons dans une perspective d'autonomie, **en vue de limiter les importations et les transports.**

Le tissu industriel actuel peut donc difficilement servir de base à une quelconque projection pour l'avenir.

d) Le secteur tertiaire

Le poids disproportionné du secteur tertiaire

Les entreprises du secteur tertiaire ont entraîné l'augmentation du nombre d'emplois et de l'activité en Bretagne depuis une quinzaine d'années, mais aussi corollairement l'augmentation de la consommation énergétique allouée notamment à la mobilité pendulaire. En terme de production de valeur, le secteur représente, selon les années, jusqu'au trois quarts du PIB en Bretagne, soit plus de 104 mrd € en 2019 (en standards de pouvoir d'achat : SPA, UE27 à partir de 2020)

Dans les métropoles les emplois "supérieurs" (de recherche-développement, de gestion, de commerce de gros, de prestations intellectuelles et du domaine de la culture, des sports et des loisirs) ont augmenté de plus de 50 % entre 1999 et 2019 dans presque toutes les aires urbaines de Bretagne.

Mais la crise sanitaire et les mesures de confinement ont profondément affecté l'évolution de l'emploi salarié en 2020, en Bretagne comme ailleurs, notamment dans le secteur tertiaire marchand. Le plus gros bouleversement est incontestablement le développement du télétravail qui de concept virtuel passe à l'évidence dans de nombreuses organisations. Avant la crise, le télétravail était intégré dans une minorité d'entreprise (seulement 5 % des entreprises ont plus de 30 % de leur effectif en télétravail régulier ou occasionnel d'après la DARES).

D'après le baromètre mobilité 2020 de Nantes Métropole, au mois d'octobre 30 % des actifs interrogés déclaraient télétravailler, un recours qui s'est accru avec le deuxième confinement à hauteur de 44 %. Parmi eux, 39 % des actifs ont télétravaillé 5 jours par semaine.

Le tertiaire marchand rassemblait en Bretagne plus de 878 800 salariés fin 2020, ce qui représentait 52,1 % de l'ensemble des salariés bretons, une part plus importante que celle observée en France (48,6 %). Dans ce secteur, l'emploi salarié a baissé de 1,93 % en 2020, moins fortement qu'en France (-2,6 %). Il a diminué davantage en Loire-Atlantique (-2,2 %), en Ille-et-Vilaine (-2,2 %) et dans le Finistère (-2,0 %) que dans les deux autres départements (-1,3 %).

En 2020, l'emploi salarié dans le secteur tertiaire non marchand progresse de 1,4 %, une cadence plus élevée qu'en France (+0,8 %), après une année 2019 atone. Avec près de 7 450 emplois de plus sur l'année, il totalise 590 650 salariés dans les cinq départements. Ce secteur n'a pas connu une hausse de cette ampleur depuis 2013. L'Ille-et-Vilaine tire nettement la croissance régionale (+1,75 %, soit + 2 535 emplois).

Globalement le secteur tertiaire devra évidemment rester un pourvoyeur d'emplois diversifiés important. Mais certaines zones d'emplois seront très impactées par les contraintes que la sobriété énergétique imposera. L'urbanisation continue de la société n'a été rendue possible que par la disponibilité d'une énergie à coût modique pour des déplacements pendulaires massifs de populations vers de nombreux centres urbains.

Une économie alternative devrait renverser la tendance et engager un retour de population vers des espaces ruraux dans lesquels il aura fallu déconcentrer nombre d'activités aujourd'hui centralisées.

e) Une révolution intellectuelle à opérer

La transition écologique va exiger dans un premier temps une forte reconversion intellectuelle, mais la prise de conscience n'a pas encore atteint la majorité de la population. Pourtant c'est un facteur majeur qui va bouleverser le paysage économique et social.

L'ADEME a raisonnablement évalué par rapport à d'autres organismes (Negawatt, WWF) au nombre de 42 000 au prorata de la population bretonne, les emplois potentiels créés d'ici 2030 dans les filières de transitions en Bretagne.

Il conviendra de soutenir les très amples évolutions de compétences nécessaires de la main-d'œuvre, car les destructions créatrices technologiques chères à Schumpeter concernent en fait des emplois et donc des travailleurs et rien ne laisse penser que la société et ses acteurs sauront anticiper rapidement et accompagner ces évolutions.

Le réseau Action climat et la CFTC avaient bien demandé en 2018 de lancer un "grand chantier d'analyse des branches professionnelles, métiers et composition des compétences face aux transformations liées à la transition écologique", mais rien n'a vraiment avancé depuis lors.

En Bretagne nous devons faire notre part de travail, même si la réforme de la formation professionnelle en 2018 ne laisse plus aux régions qu'un rôle marginal, qu'il conviendrait d'inverser pour revenir à la situation antérieure.

4) Les consommations énergétiques apparentes par secteur

(a) Ventilation des consommations globales apparentes d'énergie (tab. 3)

TABLEAU 3 – Energies globales consommées (en k TEP)

	1975	1990	75 / 90	2005	2019	75 / 19
Industrie	1 486	1 269	-15%	1 641	1 477	-1%
Résidentiel tertiaire	2 936	3 241	10%	4 813	3 997	36%
Agriculture	232	349	50%	400	697	200%
Pêche	117	138	18%	75	129	10%
Transports	1 767	2 817	59%	4 057	3 840	117%
Total	6 538	7 814	20%	10 986	10 140	55%

La Bretagne a donc consommé au total 10,140 MTEP d'énergie finale en 2019 soit une augmentation de 55 % en 44 ans.

Ce tableau appelle plusieurs remarques :

1 - La consommation annuelle globale par habitant en Bretagne est devenue très proche de la moyenne hexagonale en 2019 : respectivement 2,11 et 2,14 TEP/h alors qu'en 1975 elle était de 1/3 inférieure à celle-ci : 1,82 et 2,59 TEP/h, si l'on considère l'énergie finale à usage énergétique (effectivement disponible).

2 - Le bilan énergétique global par branches reflète le déséquilibre structurel de notre économie qui privilégie les transports, comme le fait apparaître le tableau 4 ci-dessous :

TABLEAU 4 – Structures comparées des demandes en énergies en Bretagne et en France (1975 & 2019)

Secteur	1975		2019	
	Bretagne	France	Bretagne	France
Industrie + Bat & TP	22,73%	34,90%	14,57%	18,95%
Résid. & Tertiaire	44,91%	41,61%	39,42%	46,95%
Agriculture	3,55%		6,87%	
Pêche	1,79%	2,28%	1,27%	3,43%
Transport	27,03%	21,20%	37,87%	30,66%
Total	100%	100%	100%	100%

3 - La dépense énergétique de l'agriculture bretonne (0,697 MTEP en 2019) a connu une forte augmentation. La contribution de la pêche au poste « transports » est considérable elle est d'environ 0,129 MTEP (il faut pratiquement 1,459 tonne de fuel pour pêcher une tonne de poisson : 88 401 T. pêchées en 2019, source Agrimer).

(b) Ventilation des consommations spécifiques d'énergie consommée :

TABLEAU 5 – Ventilation des consommations spécifiques d'énergie finale (2019) (unité kTEP)

Secteur	Carburants solides	Carburants liquides	Gaz	Electricité	Nouvelles énergies	Total
Industrie + BTP	5	190	569	612	101	1 477
Résidentiel tertiaire	0	479	1 100	1 788	630	3 997
Agriculture	0	446	68	147	36	697
Pêche	0	123	0	0	6	129
Transports	0	3 535	7	28	270	3 840
Total	5	4 773	1 744	2 575	1 043	10 140

(c) La production d'énergie en Bretagne

Le tableau 5 ne doit pas faire illusion : la quasi totalité de l'énergie électrique est produite à partir de combustibles fossiles (charbon, gaz, pétrole & uranium) - si l'on excepte les productions de la Rance.

Malgré le discours d'EDF, relayé complaisamment par la presse, la Bretagne produit près de 15,8 %, dans la mesure où "l'information officielle" ne prend en compte que la région administrative.

Pour information, l'Île de France ne produit que 6,59 % de l'énergie électrique qu'elle consomme. Selon l'argumentation d'EDF, c'est la-bas qu'il faudrait construire une centrale nucléaire.

sources : Agence ORE & Enedis, 17/12/2021

TABLEAU 6 - consommation et production d'électricité en Bretagne (en milliers de MWh)

	Consommation			Production		
	1977	2011	2019	1977	2011	2019
Côtes-du-Nord	1 089	3 886	4 100	41	488	891
Finistère	1 761	5 116	5 651	490	465	998
Ille-et-Vilaine	1 496	5 742	6 399	455	238	651
Loire-Atlantique	2 413	7 073	8 397	7 734	520	1 392
Morbihan	1 208	4 503	4 974	3	371	735
Total	7 967	26 320	29 521	8 723	2 082	4 667

Sources : Agence ORE & Enedis, 09/01/2022

Consommation : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/e455db41-28c2-419d-bdf1-d44635fdc97e>

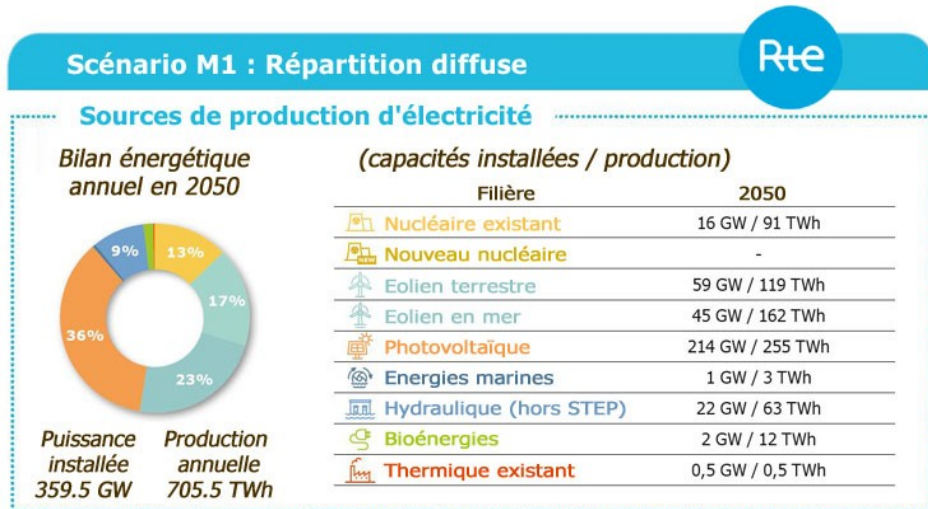
Production : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/86a578ea-9024-489c-8630-2dd14003ab54s>

d) consommation et production d'énergie en Bretagne

Aujourd'hui les pouvoirs publics admettent enfin qu'il convient de prendre au sérieux la nécessaire transition énergétique pour au moins deux bonnes raisons : l'épuisement des ressources fossiles et les incidences des énergies carbonées sur le climat.

Cependant l'année 2021 aura vu les tenants d'un "nouveau nucléaire" poindre à nouveau le bout de leur nez, pour vendre cette technologie critique sans aucun débat démocratique. Tous leurs réseaux politiques, énarques "Insparchiques" (devrait on dire désormais) et médiatiques bruissent d'une petite musique nucléocrate. Il n'en demeure pas moins que l'Uranium reste une ressource non seulement non renouvelable, mais provenant souvent de pays hautement instables politiquement. Ce n'est certainement pas une filière d'approvisionnement et d'avenir très "secure", sans même prendre en compte les risques technologiques.

Heureusement aujourd'hui, certains "organismes officiels" ont sérieusement étudié plusieurs options de production d'énergie notamment électrique à 100 % renouvelable d'ici l'horizon 2050. C'est une grande avancée depuis 1979.

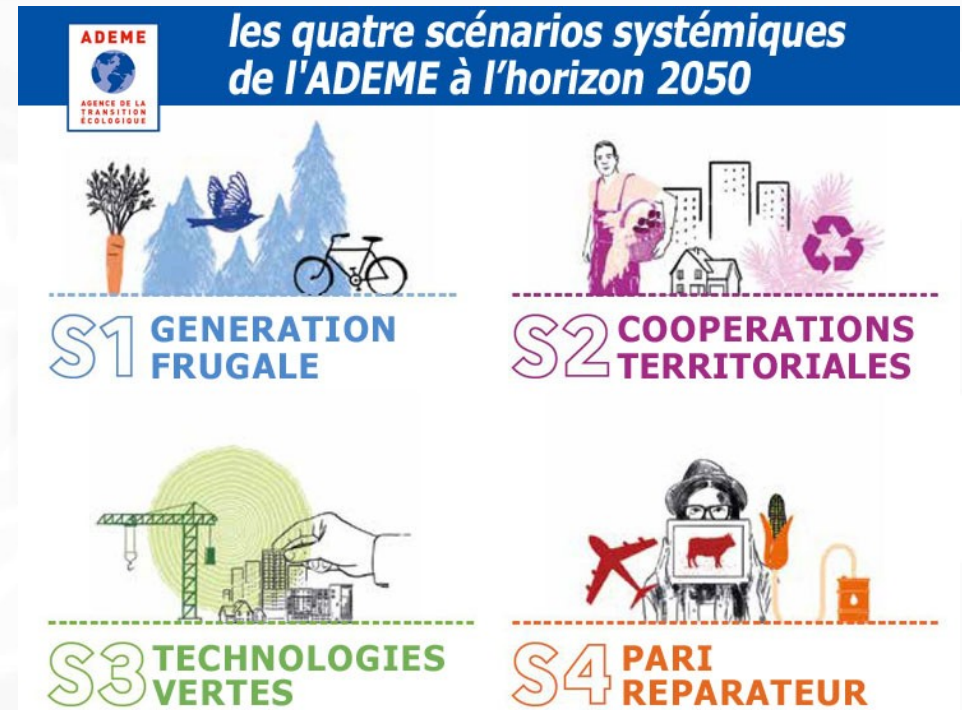


Il est possible d'accéder à la page de téléchargement du rapport sur le site de RTE en cliquant sur l'image ci-dessus.

Le 25 octobre 2021, **RTE** a mis à la disposition du public son étude à l'horizon 2050. Résultat de deux ans de travaux et riche de 4 000 contributions, l'étude prospective **Futurs énergétiques 2050** propose six scénarios sur la production d'énergie électrique dans l'Hexagone pour sortir des énergies fossiles. RTE invite à miser à la fois sur le nucléaire et les énergies renouvelables (EnR).

Mais les scénarios prévoyant à terme un système 100% EnR ("scénarios M") sont au nombre de trois.

C'est un énorme encouragement pour la filière des énergies renouvelables car la démonstration est faite que ce sont des options crédibles.



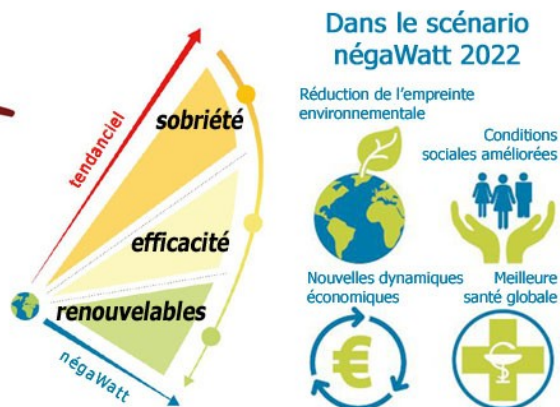
Il est possible d'accéder à la page de téléchargement du rapport sur le site de RTE en cliquant sur l'image ci-dessus.

L'**ADEME** présentait pour sa part le 30 novembre dernier quatre nouveaux scénarii qui pourraient permettre d'atteindre la neutralité carbone de l'hexagone en 2050, chacun doté de sa propre cohérence interne. Atteindre la neutralité reposera selon l'ADEME sur des paris humains ou technologiques forts dans tous les cas mais qui différeront sensiblement selon l'option choisie.

La comparaison multicritère de ces scénarios, permet à un premier stade de dégager des orientations de débats quant aux changements dans nos modes de vie que nous serions collectivement prêts à opérer, notamment dans leurs aspects technico-économiques, sociaux et environnementaux, puis dans un second temps de définir les conditions de leur réalisation et de leurs conséquences.

C'est pour faciliter le passage à l'action que l'ADEME a réalisé cet exercice de prospective inédit, reposant sur deux ans de travaux d'élaboration et la mobilisation d'une centaine de collaborateurs de l'ADEME et des échanges réguliers avec un comité scientifique.

Les hypothèses et modèles ont été affinés et enrichis au travers d'échanges nourris avec une centaine de partenaires et prestataires extérieurs, spécialistes des différents domaines, ainsi que par l'organisation de deux webinaires en mai 2020 et janvier 2021 qui ont réuni près de 500 participants chacun afin d'échanger sur les résultats intermédiaires.



Le paysage énergétique dans l'hexagone en 2050

Une consommation fortement réduite et couverte à 96 % par des énergies renouvelables



Il est possible d'accéder à la page de téléchargement du rapport sur le site de RTE en cliquant sur l'image ci-dessus.

Le plus récent des scénarii **négaWatt**, (26/10/21), s'inscrit quant à lui dans une démarche globale de soutenabilité. Il vise à répondre aux impératifs énergétiques et climatiques, tout orientant la société vers un statut plus durable, plus équitable et plus résilient, traitant les enjeux de biodiversité, de précarité, de pollution de l'air, etc.

Par sa dimension systémique, ce scénario contribue pleinement à l'atteinte des 17 objectifs de développement durable définis par l'ONU. Ce référentiel, bien qu'ayant ses propres limites, propose un socle pertinent pour considérer la diversité des enjeux sociaux, économiques et environnementaux autour des choix de transition énergétique.

Trois organismes différents mais un constat implacable commun

Depuis le temps des pionniers en 1979, on peut constater un renversement très net dans la façon d'aborder l'avenir et le développement économique.

Les arguments et les alertes des joyeux baba-cools chevelus de la fin des trente glorieuses alimentent les propositions sensées d'aujourd'hui, même s'il est à craindre que les directoires de nombreuses multinationales n'aient pas encore renoncé à poursuivre leurs activités écocides en les maquillant de vert. Il n'en demeure pas moins que des pans entiers de la population mondiale constatent que poursuivre dans cette voie ne sera plus possible très longtemps.

Il convient maintenant de faire désirer cette transition par la majorité des citoyens.

e) Quelles prévisions alternatives pour la Bretagne

Il y a 13 ans lors de la mise à jour trentenaire du PAB de 1979, le NPAB reprenait la présentation des prévisions officielles mais classiques (basées sur les énergies fossiles) de l'époque qui pronostiquaient plus du doublement des consommations entre 1975 et 2030. Dans cette perspective la demande bretonne en énergie primaire, devait passer de 7,36 MTEP en 1975 à 16,48 MTEP en 2030, dont seulement 21,8 % d'énergies renouvelables.

Heureusement parmi les publications très récentes issues des trois institutions citées plus haut, figure le **scénario S2 de l'ADEME** qui se rapproche le plus de l'esprit du NPAB, même s'il n'abandonne pas totalement le recours aux énergies fossiles. Il requière la production de 85 TWh (7,30 Mtep) d'énergie primaire en 2050 pour la Bretagne, soit la consommation relevée en 1975 (7,36 Mtep), présentée dans le PAB initial de 1979. Avec cependant une différence de taille, alors qu'en 1975 l'énergie était pratiquement intégralement d'origine fossile à 99,98 % (Pétrole & Nucléaire), les prévisions d'aujourd'hui annoncent 86 % d'énergies renouvelables en 2050, si le programme de conversion est réalisé sérieusement et mis en oeuvre sans délais.

Cependant ces propositions restent à comparer avec la PPE qui prévoit (au prorata) pour 2028 une production d'énergie de 14,29 MTEP encore fondée à 89,29 % sur les énergies fossiles, soit 10 % de plus que les prévisions de 2009 (voir plus haut).

Il résulte de ce qui précède qu'en l'absence d'un plan officiel breton, nous prendrons comme bases utilisables les projections de ces trois organismes concernant les productions et les consommations d'énergie nécessaires dans l'Hexagone qui seront indexées au prorata de la population pour la Bretagne. Dans la suite de ce document ces prévisions seront affinées pour tenir compte des spécificités de la Bretagne et de choix stratégiques, pour partie, différents.

TABLEAU 7 – Prévisions de consommation d'énergies primaires pour la Bretagne

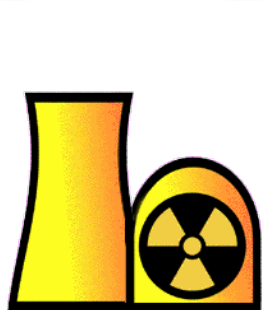
	publications PAB 79		données réelles		PPE 2020	ADEME S2
en MTEP	1975	2000	2005	2019	2028	2050
Combustible fossile	7,11	6,82	8,15	7,93	7,25	0,98
Marémotrice	0,13	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04
Nucléaire	0,12	6,66	6,31	5,58	5,47	0,00
Energies renouvelables	0,00	0,72	0,65	0,61	1,53	6,28
Total Energie Primaire	7,36	14,33	15,15	14,15	14,29	7,30

Les Programmes pluriannuelles de l'énergie (PPE), outils de pilotage de la politique énergétique, ont été créées par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

Ainsi la demande bretonne en énergie primaire **tirée du scénario S2 de l'ADEME (mais pas du NPAB)** s'établirait donc à 85 TWh soit 7,30 MTEP en 2050 (tableau 7). Ce tonnage peut être pris comme l'objectif **très ambitieux à atteindre** en Bretagne.

5) Récapitulatif de la situation énergétique en Bretagne en 2019

a) Ventilation de la consommation d'énergie primaire en fonction de la nature de la production



NUCLEAIRE
39,40 %
5,58 Mtep
64,90 TWh



FOSSILE
56,01 %
7,93 Mtep
92,23 TWh



RENOUVELABLE
4,59 %
0,65 Mtep
7,56 TWh

En 2019, l'essentiel de l'énergie primaire consommée en Bretagne reposait sur les énergies fossiles quant à l'énergie nucléaire qui génère pourtant 75 % de l'électricité disponible, elle dissipe la majeure partie de l'énergie produite sous forme de chaleur inutilisée (entre 65 et 70 %). La production d'énergies renouvelables restait marginale.

Cette dépendance extrême à des ressources extérieures en voie d'épuisement, non seulement génère une dépense colossale mais présente un risque systémique majeur.

L'énergie est devenue indispensable dans tous les secteurs d'activité de notre société actuelle. Alors même que le recours massif aux énergies fossiles représente un risque climatique induit.

Prendre en compte ces deux problématiques liées est un impératif extrêmement urgent.

Le schéma ci-contre expose les usages que nous faisons en Bretagne de l'énergie que nous importons.

Il s'agira dans la suite de ce rapport de détailler les systèmes sur lesquels notre société pourra compter pour fournir l'énergie décarbonée et renouvelable indispensable à la population. Leur localisation décentralisée dans nos territoires semblera incontournable.

Un programme massif d'investissements associé à une adaptation de nos usages énergétiques s'avérera indispensable à très court terme.

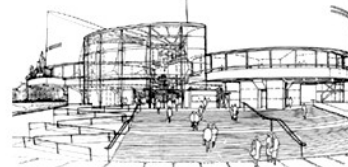
b) Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur économique en Bretagne en 2019



Construction & Industries
14,57 %



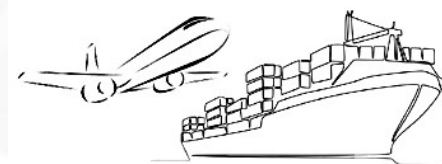
Résidentiel & Tertiaire
39,42 %



Agriculture
6,87%



Pêche
1,27 %



Transports

37,87 %



Projet Alter Breton

1979

Mieux vivre en Bretagne
Sans pétrole et sans nucléaire

www.yes-brittany.eu

C - Un scénario énergétique fondé sur les énergies renouvelables pour 2050

Nous avons retenu comme objectif une consommation annuelle de 1,623 TEP d'énergie finale par habitant en 2050 (contre 2,122 actuellement), soit UNE REDUCTION DE 23,7 % PAR HABITANT DE LA DEPENSE ENERGETIQUE PRIMAIRE ENTRE 2019 ET 2050.

Pour une Bretagne de près de **5,679 millions d'habitants** (4,784 actuellement), la demande globale en énergie finale serait alors de **8,004 MTEP** (soit **9,264 MTEP** d'énergie primaire).

Le tableau 1 de la page 15 présente la distribution proposée, au sein de laquelle il faudra distinguer ultérieurement trois vecteurs d'énergie :

- la chaleur (Basse Température, Moyenne T., Haute T.) (BT, MT, HT) ;
- les combustibles (C. Solides, C. Liquides, C. Gazeux) (CS, CL, CG) ;
- l'électricité.

Ce même tableau présente les **différentes filières de productions d'énergies** et la figure 7 (p. 28) permettent de visualiser les différences essentielles entre la consommation d'énergie réelle de 2019, la projection officielle de consommation pour 2028 et la projection que nous proposons pour 2050. On notera en particulier LA GRANDE DIVERSIFICATION DES FILIERES qui devrait permettre un régime de fonctionnement beaucoup plus stable.

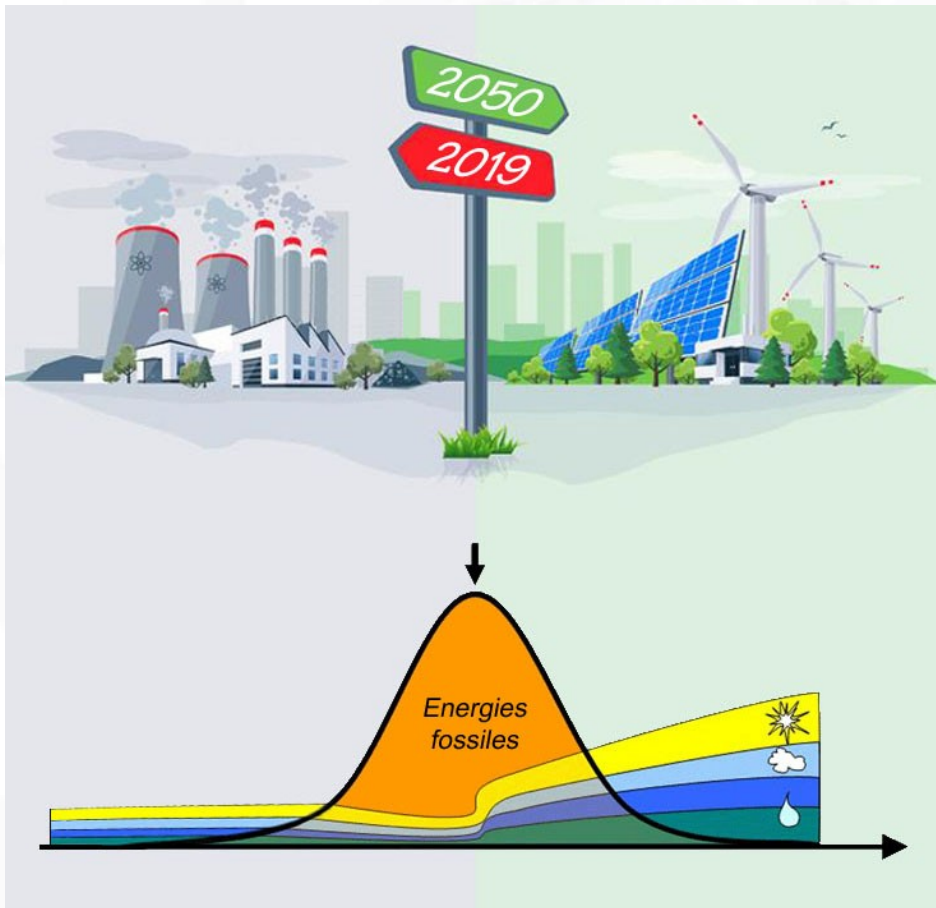
Nous allons maintenant commenter ces choix dans les grandes lignes, en renvoyant aux annexes en ligne pour les détails.

Remarque préliminaire

Il s'agit ici de propositions concernant une évolution possible. Ce sont les tendances qui importent et non les valeurs absolues. La discussion reste naturellement ouverte.

Nota : l'illustration ci-contre représente la page de couverture du premier projet alter breton de 1979, l'auteur du dessin est Christian Anat.

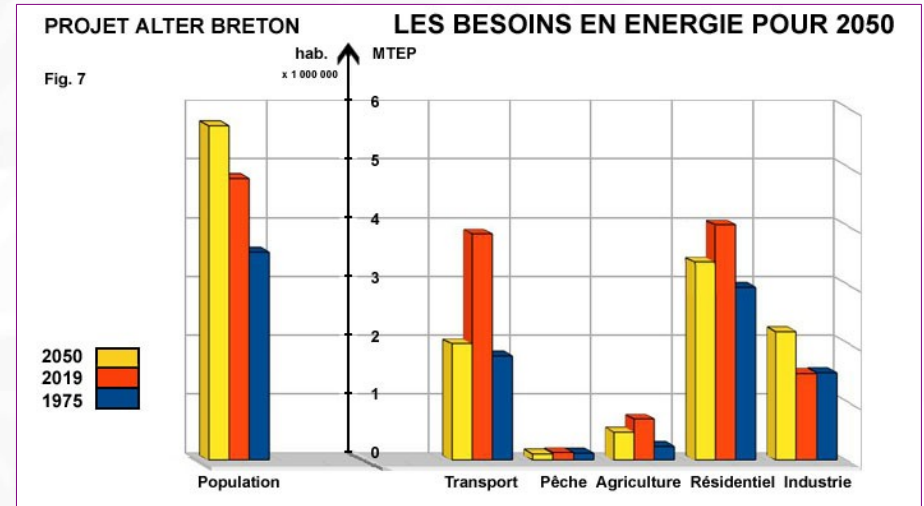
COMMENT PASSER DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIES FOSSILES À LA PRODUCTION D'ÉNERGIES SOUTENABLES ?



Dans les quatre chapitres suivants, après avoir évalué les besoins en énergie en 2050 en regard des consommations actuelles, succédera un scénario de production d'énergies soutenable conduisant à leur répartition entre les différents systèmes de génération, puis les filières de transformations seront décrites succinctement avant de conclure sur les limites d'un tel exercice.

1) Les besoins en énergie pour 2050

Notre objectif est d'évaluer **LES BESOINS REELS DES BRETONS**, dans le **CADRE D'UNE SOCIÉTÉ PLUS ÉGALITAIRE**. Compte-tenu de la situation de référence, ceci nous a conduits (fig.7) à mettre l'accent sur la nécessaire amélioration du niveau de vie, à rééquilibrer notre économie en donnant une plus large part à l'exploitation de nos ressources naturelles, à favoriser la vie et les échanges collectifs. En d'autres termes, nous avons tenté de définir **une société confortable mais sans gaspillage, une société où on exploite les ressources effectives du pays mais sans productivisme.**



a) la population

En nous basant sur les données actuelles concernant la natalité, sur l'augmentation des soldes migratoires et sur le désir de nombreux émigrés de retourner vivre, travailler et décider au pays, nous avons retenu une population de **5,679 MILLIONS D'HABITANTS** (+ 61 % par rapport au niveau de 1975).

La réalité du développement du télétravail constaté durant les deux dernières années semble démontrer qu'il est possible d'envisager des transferts de population à peu près partout en Bretagne dès lors que des réseaux numériques à haut débit y sont déployés.

Cependant le déficit de services publics et la faiblesse des solutions de mobilité offertes dans les communes rurales seront des freins à ces installations. Il faudra penser une nouvelle organisation territoriale décentralisée à tous les niveaux.

b) le secteur résidentiel et tertiaire

Ces deux sous-secteurs sont généralement regroupés dans les statistiques officielles car ils présentent des profils de consommation énergétique relativement similaires. La consommation d'énergie dans ces deux domaines concerne cinq usages de base : le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire (ECS), l'éclairage et les consommations auxiliaires, notamment pour la ventilation et la distribution.

Evidemment selon la destination et le type de ces bâtiments, la répartition de la consommation entre les différents usages pourra varier.

Au tournant des années 2020 (data 2019), ces deux secteurs comptent pour 39,42 % de la consommation d'énergie **finale** en Bretagne avec 3,997 Mtep au total. Le résidentiel prend une part de 24,68 % pour 2,502 Mtep et le tertiaire 14,74 % pour 1,495 Mtep. Ce niveau est stabilisé depuis quelques années.

Conscient du potentiel de réduction de la consommation dans ce secteur, les concepteurs de la réglementation thermique ont constamment renforcé cette dernière depuis 1974, surtout lors des deux dernières phases : avec la RT2012 et aujourd'hui avec la RE2020 qui s'applique depuis le 1^{er} Janvier 2022.

Les cinquante années d'expérience dans ce domaine et l'implication des artisans du bâtiment, de leurs organisations professionnelles et de leurs centres de formation laissent présager l'obtention de résultats concrets rapidement, dans la construction neuve dans un premier temps, mais aussi dans la rénovation du parc ancien qui s'étalera dans la durée.

C'est certainement dans ce domaine que les politiques publiques et l'implication des citoyens en faveur de la transition environnementale donneront les résultats les plus visibles.

• Le secteur résidentiel :

La dépense en énergie de ce secteur est aussi tributaire de la répartition de **l'habitat** sur le territoire.

Nous nous plaçons dans la perspective **d'une société beaucoup plus décentralisée**, où la croissance des grosses agglomérations urbaines (Nantes, Rennes, Brest) est stoppée, et où les communes rurales sont revitalisées, en particulier autour de pôles de télétravail, de complexes agro-énergétiques et de redéploiement des services publics.

Cependant il faut bien constater que l'évolution durant les 43 années écoulées après 1975, a conduit à l'accroissement de la population dans les quatorze aires d'attraction des villes de plus de 50 000 habitants de Bretagne.

TABLEAU 8 – Répartition des logements par type d'aire d'attraction

Secteurs d'attraction des villes	1975		2018	
	Nb log. Nb hab.	%	Nb log. Nb hab.	%
Logements des communes hors d'attraction des villes	196 123	14	343 889	13
Nombre d'habitants	438 174	12	499 486	10
Logements des aires de moins de 50 000 habitants	265 369	19	408 957	15
Nombre d'habitants	618 813	18	661 895	14
Logements des aires de plus de 50 000 habitants	929 402	67	1 938 646	72
Nombre d'habitants	2 473 326	70	3 667 843	76
Total logements	1 390 984	100	2 691 492	100
Total habitants	3 530 313	100	4 829 224	100

détails des données téléchargeables en cliquant sur l'illustration ci dessus

Il sera difficile de relocaliser la population dans des communes rurales car peu de logements y sont disponibles et la demande des nouveaux arrivants est orientée vers les communes littorales plutôt que vers celles du Kreiz Breizh.

Pour freiner la transformation des résidences du littoral en villégiatures, et permettre aux travailleurs locaux de résider à proximité de leur lieu de travail, il sera nécessaire de mettre en place un **statut de résident**.

Une autre piste pour loger les jeunes autochtones pourrait consister à commencer les rénovations et les constructions neuves dans les quelques 360 communes situées en dehors des aires d'attraction des villes, mais cela supposerait d'y développer de concert, des infrastructures adaptées et d'y déployer toutes les activités économiques et les services publics indispensables à la population.



Le parc immobilier se renouvelle d'environ 1 % par an, cela signifie que de nouvelles constructions qui respectent les nouvelles normes thermiques remplacent le plus souvent d'anciennes constructions qui ne les respectaient pas et qui sont détruites quand elles ne peuvent pas être rénovées.

Par ailleurs, il faut construire chaque année des logements supplémentaires pour héberger une population croissante, et ces nouveaux logements seront également conformes aux normes de la RE 2020.

Enfin, les collectivités se mobilisent pour inciter les propriétaires à faire rénover leur logement afin le faire monter en gamme énergétique et ainsi faire baisser la consommation globale. Le taux de rénovation est estimé entre 2 et 3 % par an.

De cette façon de 2020 à 2050, le parc aura été développé, une partie du parc ancien aura été rénovée et les logements les plus vétustes (de peu de valeur) auront été détruits. L'économie globale sur la consommation maximale d'énergie dans le résidentiel représentera 36 % de la consommation globale de 2018, malgré l'augmentation de la population et du nombre de logements.

La grande nouveauté introduite par la RE 2020 impose que les bâtiments aux normes devront désormais produire une part de l'énergie qu'ils consomment.

Mais les énergies renouvelables captées sur le bâtiment ou sa parcelle attenante ne seront pas comptabilisées dans le calcul des consommations. Avec la RE 2020 ce calcul sera réalisé sur les vecteurs énergétiques utilisés pour couvrir les besoins restants après autoconsommation.

Cette disposition implique que la part inconnue de l'autoconsommation devra être évaluée et ajoutée au bilan du secteur, ou que la réglementation devra évoluer d'ici 2050 **pour imposer les seuils de DPE actuels comme des limites strictes**. En outre les passoires thermiques devront être éradiquées.

Avec les hypothèses de constructions / rénovations exposées plus haut, il apparaît qu'en 2050 environ 1 078 000 logements (43 % du parc), se conformeront au niveau A de la norme, parce que soit ils auront été construits après son entrée en vigueur pour 592 000 d'entre eux (55 %), soit ils auront été rénovés à ce niveau pour le reste.

Au niveau breton, **2,229 Mtep** d'énergie primaire seront nécessaires en 2050 soit environ **2,006 Mtep** d'énergie finale (dont 1,019 Mtep en énergie basse température, 0,132 en gaz et 0,855 en électricité) à comparer à la consommation réelle de 2018 : **3,642 Mtep**

Rapporté à la personne cela revient à 0,353 tep par habitant.

Résidentiel : 2,006 Mtep

• Le secteur tertiaire

Concernant le tertiaire, en 2050 on conservera par facilité pratiquement le même rapport de répartition qu'en 2019. Ainsi on estimera d'après les données réelles de 2019 la répartition suivante, résidentiel : 27,99 % et tertiaire : 17,41 %, ce qui conduira à une augmentation d'environ 6,00 % de la part allouée au bâti dans la consommation finale d'énergie.

Car dans le but de favoriser la vie collective, il nous est apparu nécessaire de prévoir une extension des locaux scolaires (+10 %), des locaux de soins et hospitaliers (+50 %). Les bureaux, les commerces et les hôtels restant au même niveau qu'actuellement, à population égale.

Au niveau breton, la dépense énergétique à prévoir est de 1,248 Mtep (dont 0,540 en énergie basse température, 0,330 en combustible et 0,378 en électricité).

Tertiaire : 1,248 Mtep

• le bilan du Secteur résidentiel + tertiaire :

On calcule alors facilement la quantité d'énergie finale nécessaire en 2050 pour le secteur entier : 3,254 Mtep.

Résidentiel et tertiaire sont traditionnellement regroupés dans les statistiques. La dépense globale s'élève donc à 3,254 Mtep, soit 0,573 tep par habitant, dont 1,559 en chaleur, 0,462 en combustible et 1,233 en électricité.

Total secteur R+T : 3,254 Mtep

c) Les transports de personnes et de marchandises



Quelques données sur le parc de véhicules et le trafic de 2019

Déplacements routiers

D'après les statistiques officielles (developpement.durable.gouv), le parc de véhicules routiers de transport de personnes en Bretagne est composé des divers engins motorisés suivants :

2 384 835 voitures particulières (VP)
1 632 autobus
4 594 autocars

Les kilométrages annuels moyens respectifs sont les suivants :

voitures particulières 12 223 km/an
bus et cars 34 263 km/an

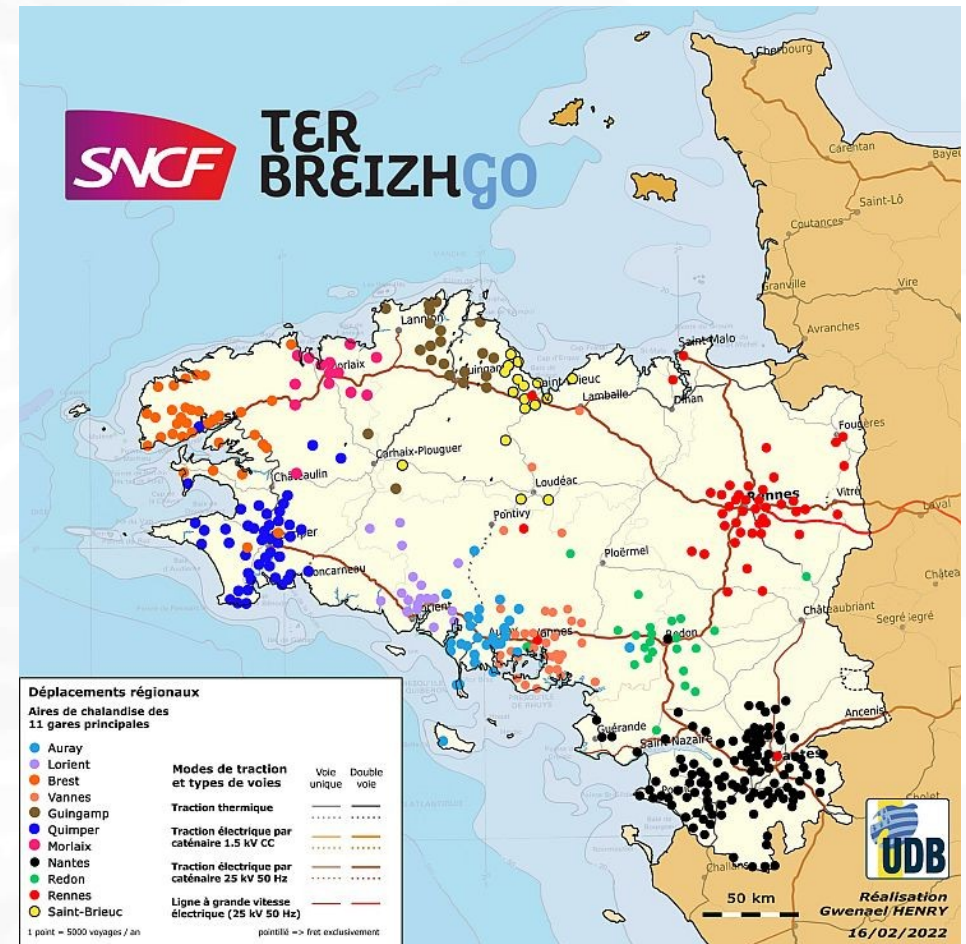
Déplacements ferroviaires

Il est ardu de collecter des données détaillées sur le transport ferroviaire de passagers en Bretagne sur ses 5 départements. Cependant le croisement de diverses sources permet de reconstituer quelques données générales.

Ainsi 52.274 millions de voyages ont été recensé en 2019 au départ des 183 gares de Bretagne (data.sncf.com) en progression de 18 % par rapport à 2015 (trafic national et régional confondus).

Sur ce total, 22,590 millions (43,2%) ont été effectué sur le réseau express régional breton (TER Breizh Go), mais parmi les 10.691 millions de voyages effectués à partir des gares de Loire Atlantique situées notamment sur les 13

lignes au départ de Nantes, une part notable, mais non quantifiée, des déplacements pendulaires concerne des voyageurs résidant hors de Bretagne mais venant y travailler quotidiennement.



Globalement le TGV représente 51% des déplacements ferroviaires réalisés en Bretagne. Environ 10% du trafic des lignes bretonnes concerne du trafic en correspondance TER/TGV au niveau des principales gares bretonnes. Cela indique qu'il reste 39 % de trafic TER pur. Enfin, 45% de la population régionale réside dans une commune située à moins de 5 km d'une gare.

Les données avancées par l'autorité des transports indiquent des voyages de 50 km de longueur moyenne par passager sur les lignes TER et de 477 km sur les lignes TAGV (trains aptes à la grande vitesse).

L'exploitation de ces données permet de calculer, pour les 4 784 126 bretons, qu'en 2019 les distances parcourues ont atteint 236 et 2 774 km/an/habitant en moyenne, respectivement sur les réseaux TER et TAGV.

Déplacements aériens

S'il est aisé de trouver le nombre de passagers annuel ayant pris l'avion dans les dix aéroports recevant des passagers de Bretagne en 2019, en revanche il est plus difficile de déterminer la somme globale des kilomètres parcourus par ceux-ci. En effet certains des passagers arrivent d'autres contrées et ceux qui partent de Bretagne ne sont pas forcément des résidents bretons. Les zones de chalandise des aéroports de Nantes, de Rennes voire de Pleurtuit s'étendent largement à l'est de la Bretagne.

Heureusement l'administration de l'hexagone éternel produit des statistiques hexagonales variées et à l'aune de celles-ci, il est possible d'estimer la distance probable que parcourent annuellement en avion les habitants de Bretagne.

A défaut de méthode plus précise et en posant des hypothèses discutables : répartition du kilométrage en raison de la population pondérée par le rapport entre le PIB breton par habitant et le PIB hexagon par habitant, une telle méthode de calcul donne un résultat exploitable à défaut d'être exact, étant estimé que plus les revenus disponibles et plus l'activité économique sont élevées sur un territoire, plus le recours au transport aérien peut être envisagé.

Dans ces conditions, les 421 milliards de passagers.kilomètres recensés en 2019 dans les publications officielles (ecologie.gouv.fr) multipliés par les 7,14 % qui représentent la part des habitants de Bretagne, affectés d'un coefficient de 82,54 % relatif à l'écart de PIB et enfin divisé par le nombre légal d'habitants de Bretagne pour l'année considérée (4 784 126 habitants) donne une distance théorique moyenne parcourue en **voyage aérien de 2 342 km/an/habitant**.

Déplacements maritimes et fluviaux

Les voyageurs empruntant de tels modes de transport constituent un groupe relativement modeste. De plus lors de la plupart des déplacements, de la marchandise est également transportée sur les ferries qui emportent à coté des passagers de nombreux tracteurs avec leurs semi-remorques.

Enfin sur les 1 113 142 passagers qui ont effectué un embarquement ou un débarquement dans l'un des trois ports principaux dédiés à cette activité en 2019, un nombre indéterminé mais certainement important étaient des citoyens irlandais ou britanniques.

Des trafics plus locaux sur des lignes reliant des îles bretonnes au continent concernent également un grand nombre de touristes estivaux. Pour toutes ces raisons, la consommation réservée à ce secteur des transports sera traitée dans le chapitre du transport de marchandises.

Les consommations envisagées pour 2050

Seules quatre catégories de transports ont été considérées :

- les déplacements locaux (moins de 100 km.) réalisés à l'aide d'automobiles (T1) : selon la dispersion future de l'habitat et des structures de production, et malgré le doublement nécessaire des moyens de transports collectifs, le kilométrage moyen nécessaire restera important : 10 000 km par "ménage" chaque année. En 2018, on recensait 2,294 personnes et 2,385 voitures par ménage breton, en conséquence cela impliquera de réduire les déplacements réalisés à l'heure actuelle d'environ 20 %.
- les déplacements urbains et péri-urbains (T2) : le centre des villes sera aménagé pour parvenir à un doublement des moyens de TRANSPORTS EN COMMUN (cars & bus) : ils atteindront 2000 km. par an et par citadin.
- les déplacements à distance (plus de 100 km) réalisés à l'aide des CHEMINS DE FER (T3). Nous préconisons la remise en état des lignes intérieures : Auray-Saint-Brieuc, Carhaix-Rosporden, Châteaulin-Carhaix-Rennes, Châteaulin-Camaret, Morlaix-Roscoff etc. Nous resterons sur la base actuelle de 3000 km par an et par habitant (875 km en 1973).
- les déplacements par voies aériennes (T4) : ils resteront limités aux très longues distances, et en raison de leur coût énergétique, nous ne prévoyons que 800 km par an et par habitant, soit une réduction de 2/3.

AU TOTAL : $T1 + T2 + T3 + T4 = 0,631 + 0,056 + 0,173 + 0,396 = 1,256$ MTEP
(dont 0,452 en combustible et 0,804 en électricité) soit 0,221 TEP/an/habitant.

Transport de personnes : 1,256 Mtep



Transports routiers

Selon les mêmes sources qu'au chapitre précédent, le parc de véhicules de transport de marchandises en Bretagne est composé des divers engins motorisés ou non suivants :

- 74 850 véhicules spécialisés
- 5 626 véhicules spécialisés lourds
- 246 957 camionnettes < 2.5 t.
- 271 381 camions > 2.5 t.
- 20 286 tracteurs routiers
- 30 504 semi-remorques
- 4 553 remorques:

Les kilométrages annuels moyens respectifs actuels sont les suivants :

- véhicules utilitaires légers 14 678 km/an
- véhicules lourds 43 057 km/an

La masse de transport routier de marchandise est évalué **219,5 M.tonnes** en 2019.

Transports ferroviaires

Tonnage de fret calculé à partir des données globale en raison de la longueur de voies : 4,845 M.tonnes ou en raison de la population : **6,453 M.tonnes** en 2019. (dans l'attente de données détaillées de la SNCF).

Transports aériens

Le transport de fret aérien reste marginal aujourd'hui puisque le total des trois aéroports bretons concernés s'est établi à **17 671 tonnes** en 2019. Il pourra rester à ce niveau en 2050. Il n'existe plus de fret postal aérien depuis 2014.

Transports maritimes

Les données ci dessous sont données à titre indicatif afin de rendre compte des ordres de grandeurs au sein du trafic maritime actuel.

2019	Navires entrés	Passagers		Marchandises	
		débarqués	embarqués	débarquées	embarquées
Ports de Bretagne	nombre	nombre	nombre	K tonne	K tonne
Brest	755	15 125	3 508	2 064	578
Concarneau	4	0	0	0	0
Douarnenez	32	0	0	0	0
Le Légué	135	0	0	250	32
Lorient	623	0	0	2 598	87
Nantes - Saint-Nazaire	2 592	1 724	0	22 472	8 211
Quimper	0	0	0	0	0
Roscoff	541	185 470	169 050	252	171
Saint-Malo	1 318	404 721	333 544	1 018	247
Tréguier	36	0	0	67	2
Total des ports bretons	6 036	607 040	506 102	28 721	9 328
part dans l'hexagone en %	10,69	3,87	4,73	12,84	7,59
Évolution / (2018) en %	-4,27	-15,18	-21,52	1,81	-19,82

Les besoins futurs en transports de marchandises (fer, mer, route) découleront des hypothèses retenues pour l'activité des secteurs productifs (industrie, pêche, agriculture,). En prenant les bases du PAB 79, la dépense énergétique de ce poste devait s'établir à 0,53 MTEP, pêche et transport maritimes inclus. Mais en raison du potentiel particulier des transports maritimes en Bretagne, les besoins affectés à ceux-ci seront augmentés notamment pour développer le cabotage et les travaux maritimes. Compte-tenu de la structure de production prévue, très décentralisée, nous retiendrons pour le poste "transport de marchandises" **la valeur de 0,720 MTEP**, pour 2050.

Transport de marchandises : 0,720 Mtep

Les consommations envisagées pour 2050

AU TOTAL LE SECTEUR TRANSPORTS demandera 1,976 MTEP (dont 0,444 en combustibles et 1,532 en électricité) soit 0,348 TEP PAR HABITANT

Secteur des transports : 1,976 Mtep

d) la pêche

Le niveau actuel de consommation (0,129 MTEP) est important, et il est nécessaire d'introduire de "nouveaux" modes de production et de locomotion pour une gestion plus rationnelle de cette dépense énergétique. La mise en œuvre par exemple de chalutiers mixtes, à moteur et à voile, paraît prometteuse.

Il faut cependant prendre conscience que l'activité du secteur pêche a été fortement touchée par le modèle de société actuel qui accélère sa marginalisation. Il faut renverser cette tendance : son développement nous paraît essentiel pour l'avenir, dans le cadre d'une véritable gestion des ressources de la mer. Plusieurs voies sont offertes : repeuplement des fonds marins, aquaculture, gestion rationnelle des pêches en sauvegardant l'équilibre des écosystèmes, etc...

Compte tenu des gains qui pourront être obtenus par des modes de propulsion moins gourmands en énergie, il nous paraît plausible de prévoir une diminution sensible dans ce secteur. Nous avons retenu le chiffre de 0,108 MTEP, correspondant à une dépense énergétique de 0,019 TEP par hab.

Sous secteur pêche : 0,108 Mtep

e) l'agriculture

Différents scénarios ont été étudiés pour l'utilisation des terres agricoles. Le scénario retenu assure :

- 1 - les besoins alimentaires des bretons en produits végétaux et animaux : nous préconisons un régime un peu moins carné qu'actuellement ;
- 2 - les besoins des troupeaux (arrêt des importations de tourteaux) ;
- 3 - un niveau d'exportation égal à la consommation de protéines végétales et animales ;
- 4 - une production énergétique (qui s'élève dans le scénario proposé à 3,96 MTEP).

On notera l'utilisation de 5800 km² de terres pour les cultures convertibles en énergie, dont 1800 km² pour la production énergétique nécessaire à exploiter l'ensemble de la SAU en Bretagne et 3300 km² de surfaces boisées pour les plantations énergétiques.

Les besoins de l'agriculture en énergie s'établissent ainsi (voir annexe "Besoins - Modèle de société") :

Chaleur : 0,133 MTEP, Combustibles 0,185 MTEP, Electricité spécifique : 0,162 MTEP.

Les besoins de l'agriculture s'élèvent **au total à 0,480 MTEP soit à 0,085 TEP par habitant** (+29 % par rapport à 1975). C'est le secteur pour lequel la plus forte augmentation de la dépense énergétique est prévue ; mais on verra qu'il fournira à lui seul 39 % du total en énergie primaire.

Sous secteur agriculture : 0,480 Mtep

TABLEAU 9 – La répartition des sols
(en hectares)

CORINE Land Covert	Situation 1975	Situation 1990	Situation 2006	Situation 2018	Prévision 2050
Surface agricole utilisée (SAU)	2 474 000	2 709 740	2 651 806	2 618 293	2 638 000
Zones interdites	3 550	2 110	2 110	2 110	2 110
Zones naturelles		512 029	535 616	543 661	512 000
Zones agricoles	2 474 000	2 709 740	2 651 806	2 618 293	2 308 000
Plantations énergétiques					330 000
Zones artificielles		210 104	244 450	269 918	281 890
Surface totale		3 433 982	3 433 982	3 433 982	3 434 000
Roches, marais, eau	98 000	47 300	50 952	51 813	52 000
Landes		110 631	132 635	141 147	110 000
Forêts	548 000	354 098	352 028	350 701	250 000
Systèmes complexes		1 072 990	981 578	955 195	900 000
Prairies	560 000	477 230	417 421	419 055	360 000
Vignes, vergers		17 892	17 093	17 169	18 000
Cultures annuelles	1 910 000	1 141 627	1 235 715	1 226 874	880 000
cultures énergétiques					550 000
cultures industrielles					30 000
Sous total		3 221 769	3 187 422	3 161 954	3 150 000
Sols artificiels bâtis		85 406	97 113	106 724	120 000
Sols artif. non bâtis	318 000	28 506	37 117	43 277	44 000
Routes et parkings		98 301	112 330	122 028	120 000
Sous total		212 214	246 560	272 028	284 000
Surface totale	3 434 000	3 433 982	3 433 982	3 433 982	3 434 000



Secteur primaire : 0,588 Mtep

f) l'industrie

En raison du déséquilibre structurel de l'économie bretonne actuelle, toute évaluation correcte de nos besoins énergétiques pour l'industrie de l'avenir est délicate.

Nous considérons qu'il faudra maintenir durant 25 ans une consommation par tête de 0,385 TEP pour permettre la mutation technologique (contre 0,309 actuellement). Ceci correspond à une dépense énergétique globale de **2,186 MTEP en 2050**.

L'évaluation par vecteur d'énergie est : 18,30 % en chaleur BT, MT et HT soit 0,400 MTEP (dont 0,10 en très haute température obtenue par la combustion d'hydrogène) ; 38,70 % en combustibles soit 0,846 MTEP et 43 % en électricité soit 0,940 MTEP.

Aucune comparaison valable avec la situation actuelle de l'industrie ne peut être tentée. Nous pensons qu'il faut **totale**ment remodeler notre **APPAREIL DE PRODUCTION**. Le nouveau pari énergétique breton peut d'ailleurs être un excellent stimulant pour la **reconversion de l'industrie en Bretagne**.

Secteur secondaire : **2,186 Mtep**

Suggérons quelques pistes pour la phase de transition, d'ici à 2050 :

- reconversion du potentiel métallurgique (dont les arsenaux) pour la fabrication des éoliennes, des centrales houlomotrices, marémotrices. La construction de plateformes pour les centrales énergétiques off-shore exigera la mise en œuvre de technologies de pointe ;
- création d'industries chimiques utilisant nos ressources naturelles (cultures énergétiques, extraits d'algues), soit pour les besoins de l'agriculture, soit pour les besoins de la consommation courante ;
- production par petites unités, avec surveillance étroite de l'impact sur l'environnement ;
- traitements systématiques des déchets industriels, effluents...

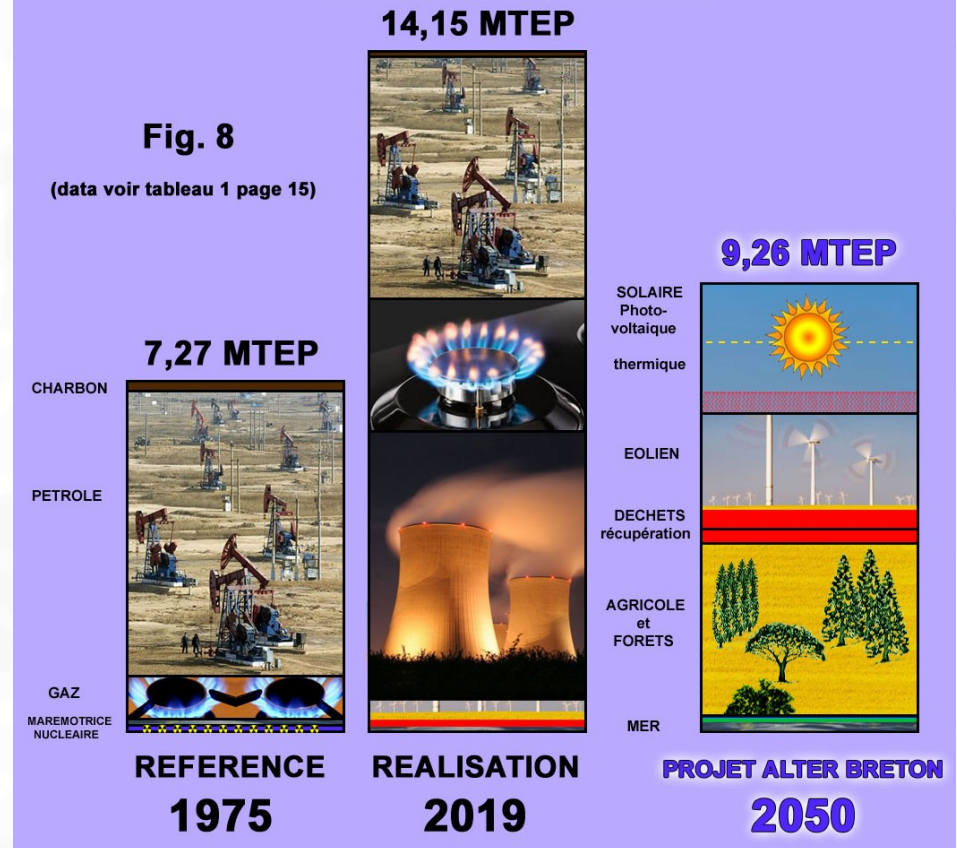
Dans le domaine de l'industrie, un important effort de recherche est nécessaire pour préparer une structure de production industrielle compatible avec le nouveau modèle de développement dont nous avons défini les grandes lignes. Nous sommes bien sûr ouverts à toute proposition.

g) Récapitulatif

- L'évolution proposée de 2005 à 2050 (fig 8) permet **d'accroître sensiblement le niveau de vie moyen des bretons** et permet **une refonte de notre économie**, en tenant compte d'une augmentation sensible des besoins en énergie dans le domaine de l'industrie (+ 56 %), de la pêche et de l'agriculture (+ 20 %). La profonde modification des habitudes actuelles en matière de transports permet de réaliser de fortes économies.

Au total la structure de notre consommation énergétique en 2050, comparée à celles de 1975 et de 2019, se présente ainsi (voir l'illustration ci contre) :

UNE ALTERNATIVE ENERGETIQUE POUR LA BRETAGNE



L'augmentation de consommation d'énergie finale par habitant est de 14 % entre 1975 et 2019, mais en 2050 elle sera en diminution de 43 % par rapport à 2019. Rappelons à titre de comparaison que les hypothèses officielles actuelles prévoient au contraire une augmentation d'environ 1,6 % des besoins énergétiques par habitant d'ici 2028.

Par rapport à l'évolution à long terme exposée pour l'hexagone dans le rapport intitulé "Perspectives énergétiques pour la France" réalisée par la DGEMP, le nouveau type de développement recherché en Bretagne est davantage centré sur l'exploitation de nos ressources naturelles (agriculture, pêche). La dispersion de notre habitat, favorable à une évolution plus équilibrée de l'occupation du territoire, maintient une dépense **relativement forte en transports**.

2) Un scénario de production d'énergies renouvelables

Le niveau des besoins étant précisé (8,004 Mtep en énergie finale), il faut prévoir la production de l'équivalent de 9,264 Mtep/an (108 TWh/an) en énergie primaire en 2050.

Il faut noter que nous n'avons pas cherché à exploiter à 100 % le potentiel énergétique breton, Le niveau retenu reste compatible avec le respect des grands équilibres naturels.

Les filières suivantes sont successivement décrites :

- les filières marines (l'éolien maritime posé ou flottant, la houle & les courants)
- les filières de la biomasse terrestre (bois, cultures énergétiques, déchets d'élevage & domestiques)
- la filière éolienne (terrestre)
- les filières solaires thermique et photovoltaïque
- la filière hydraulique.

Les transformations et pertes des énergies primaires ainsi produites seront également précisées pour parvenir aux énergies finales et faire coïncider l'offre et la demande.

a) les filières marines

La situation océanographique de la Bretagne est à maints égards exceptionnelle, avec son large plateau continental, ses marées à fortes amplitudes, ses rivages battus par la houle et son littoral découpé propre au développement de la flore et de la faune marine.

Trois filières ont été retenues pour l'exploitation du potentiel marin ;

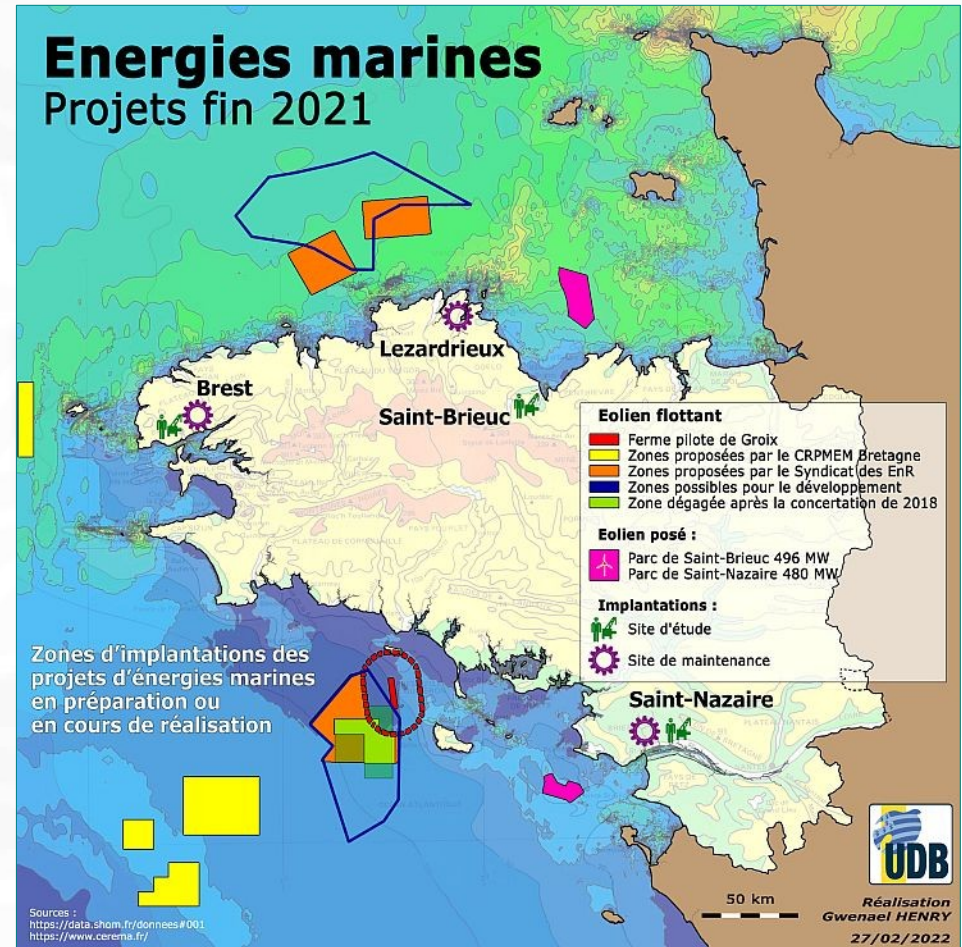
- **"l'éolien marin"** : posé ou flottant, c'est la part maritime de l'éolien dont certaines compétences professionnelles nécessaires à leur déploiement, requièrent celles que l'on trouve dans les grands chantiers navals des ports industriels.
- **"la houille blanche marine"** : elle représente l'énergie récupérable à partir des courants dus aux marées. C'est donc une énergie d'origine lunaire et solaire.
- **"l'or bleu"** : il représente l'énergie récupérable à partir des vagues, de la houle. C'est une forme particulière d'énergie éolienne.

a1 • l'éolien marin :

L'éolien en mer n'est pas à proprement parler une énergie marine, cependant compte tenu de l'implantation de ces parcs éoliens, tous les stades d'intervention sur site font appel à des compétences spécifiques de la construction navale et de la navigation.

Il existe deux types d'éoliennes ; le type posé qui partage avec l'éolien terrestre un ancrage direct dans le sol et le type flottant qui se range clairement dans le domaine maritime, mais qui se trouve toujours en phase de recherche-développement.

En 2022, seuls deux parcs éoliens marins posés sont en cours de construction. Sur la côte septentrionale, au large du cap Fréhel au nord-est de la baie de Saint-Brieuc, un parc de 62 machines de 8 MW devrait produire 1 141 GWh d'énergie électrique chaque année.



Sur la côte méridionale en face de Saint-Nazaire sur le banc de Guérande, le premier parc éolien marin de Bretagne devrait être opérationnel à la fin de l'année. Ce sont 80 machines de 6 MW qui sont calibrées pour produire 1 104 GWh par an.

En recherchant de nouveaux sites, assez rares, pour l'implantation de fermes éoliennes posées et/ou en développant les éoliennes flottantes, il faut planifier le triplement de la puissance actuellement en cours d'installation. Soit $((62 \times 8) + (80 \times 6)) \times 3 = 2\,928$ MW.

L'éolien marin nous permettra ainsi de produire environ 7 105 GWh/an, (capacité de charge 28 % = 2 450 h/an) soit l'équivalent annuel en pétrole de :

Eolien marin : 0,611 MTEP

a2 • la houille blanche : l'énergie marémotrice

Les courants sont provoqués par l'élévation et la baisse quotidiennes des marées, qui se produit deux fois par jour autour des côtes de Bretagne. Pendant que l'eau s'écoule et remplit ou vide des baies et des estuaires, elle transporte de l'énergie. La quantité d'énergie qu'il est possible d'extraire dépend de la vitesse du courant et de la section du flux capté.

C'est une technique semblable à l'extraction de la puissance éolienne. Mais parce que l'eau est beaucoup plus dense que l'air, une puissance équivalente peut être extraite à partir du traitement d'une section de flux plus faible et avec une vitesse d'écoulement plus lente. Le pic de vitesse du courant au printemps est un premier indicateur de la valeur énergétique d'un site marémoteur. La rotation des pâles d'une hydrolienne convertit l'énergie cinétique du courant en énergie de rotation. Cette dernière est transformée en énergie électrique par des générateurs. La distribution aux foyers se fait après grâce à des câbles reliés au rivage.

Les caractéristiques de cette hydrolienne la positionnent parmi les machines les plus puissantes développées à ce jour et testées en conditions réelles d'exploitation

Posée sur le fond marin et maintenue en position par son embase gravitaire, l'hydrolienne n'occasionne aucun impact visuel ou sonore en surface.

En outre, de par la localisation des hydroliennes en profondeur et dans les zones de fort courant, ni le trafic maritime ni les activités de pêche ne sont perturbés, prévenant les conflits d'usage usuellement rencontrés lors du déploiement de technologies marines.

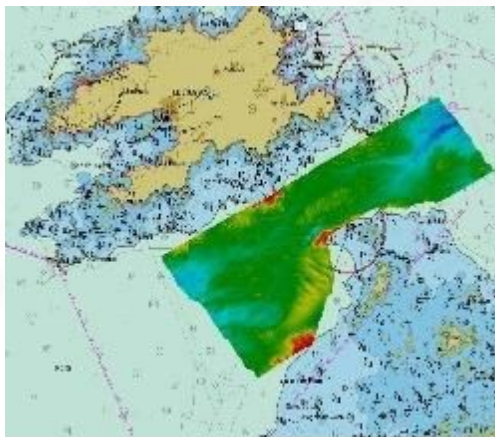
Sur la page précédente, le fond de carte met en évidence les zones de fort courant, qui sont situées majoritairement dans la manche. La force des courants est indiquée par la couleur qui s'étale du bleu au jaune. La zone au nord-est de l'île de Bréhat est particulièrement propice à ce type de machines.

Mais dans certains cas l'extraction de l'énergie marémotrice exige la construction de barrages comme sur la Rance qui modifient fortement les écosystèmes. Seules des réalisations à petite échelle sont socialement acceptables aujourd'hui.

Barrage de la Rance (540 GWh/an)	0,046 MTEP
100 unités Sabella D10 de 540 MWh	0,005 MTEP

La filière marémotrice nous permet de produire : 0,051 MTEP

Marémotrice : 0,051 MTEP



Passage du Fromveur - Ile d'Ouessant

sabella

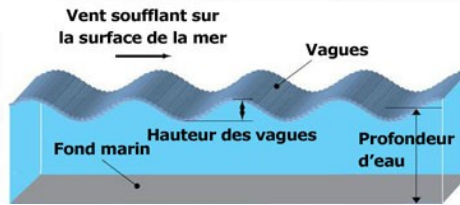
ride the tide

Sabella D10

Diamètre du rotor	10 mètres
Vitesse de rotation	5 à 20 tours par minute
Puissance maximale	1 MW 4 m/s
Embase	Gravitaire
Hauteur	17 mètres
Masse	450 tonnes
Emprise	20 x 20 mètres

a3 • or bleu : l'énergie houlomotrice

Les vagues et la houle se forment suite à la dissipation par frottement de l'énergie du vent qui souffle sur la mer. La puissance mécanique de ce phénomène s'exprime en kW par mètre de largeur de crête. Chaque année, environ 180 TWh sont dissipés sur les 2800 km de côtes de Bretagne.



L'eau agit comme transporteur d'énergie.

La quantité d'énergie des vagues dépend de leur taille et de leur période (le temps entre crêtes successives). La puissance moyenne annuelle par unité de largeur de crête de vague (par exemple 40 kW/m) est un premier indicateur de la valeur énergétique d'un emplacement particulier. Les systèmes pour convertir l'énergie houlomotrice en électricité sont souvent classés par catégories d'après leur positionnement en mer, en particulier selon la profondeur de l'eau du site, parce que celle-ci conditionne la taille des vagues et donc la quantité d'énergie. Il existe trois types d'implantation : au large, côtière ou directement intégrée sur la rive.

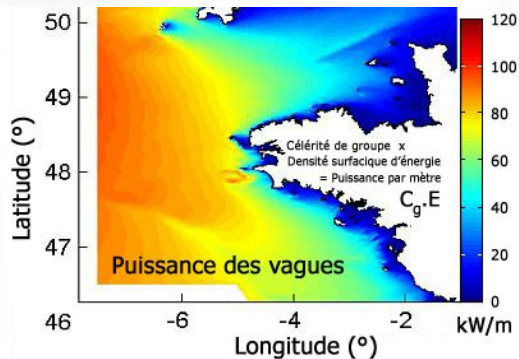
Bien que le potentiel soit important et que de nombreuses recherches soient menées en Europe, la filière peine encore à produire des équipements pouvant fonctionner dans des conditions extrêmes.

Waves Energy une société qui développait le procédé prometteur : Pelamis, au tournant des années 2010, pourtant parvenu jusqu'au stade pré industriel a dû stopper son activité en 2014 en raison de faiblesses irrémédiables affectant son matériel.

Cependant au Royaume-Uni qui dispose d'un fort potentiel houlomoteur, l'Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) a tout de même alloué en 2021 près de 9 Mio € (7.5 Mio £) à huit projets de convertisseur d'énergie des vagues, ou WEC (Waves Energy Converter). Le conseil estime que le Royaume-Uni dispose d'excellentes ressources houlomotrices et de techniques avancées qui doivent être rapidement développées pour atteindre l'objectif de 22 GW de capacité installée d'ici 2050.

Selon Ocean Energy Europe (OEE) et WindEurope en 2020, alors que dans l'éolien offshore 14.7 GW de puissance ont été installés, seulement 220 kW l'ont été dans le houlomoteur en Europe cette année là.

La Commission européenne, l'organe exécutif de l'Union européenne, souhaite que la capacité des technologies d'énergie houlomotrice atteigne 100 mégawatts d'ici 2025 et au moins 1 gigawatt d'ici 2030.



En Bretagne aussi la recherche se poursuit, on peut ainsi citer :

- le SEAREV, un projet lancé par l'École centrale de Nantes en 2003
- le WAVEGEM, plateforme issue du SEAREV installée au large du Croisic en 2019 ;
- le projet d'installation en Bretagne du système WaveRoller, développé par AW Energy

Cependant, il est encore prématuré d'établir des pronostics à moyen terme. Il vaut mieux considérer que les futurs apports de ces technologies constitueront un surplus pour pallier les aléas sur les prévisions actuelles dans le secteur des énergies marines.



WAVEGEM plateforme installée par le consortium IHES piloté par GEPS Techno au large du Croisic en 2019 sur le site SEM-REV opéré par Centrale Nantes.

Pour le moment il n'est pas possible de faire de prévisions, mais il est probable que d'ici quelques années ces technologies pourront apporter leur contribution.

Il existe encore d'autres types d'énergies marines mais nous considéreront qu'elles n'ont pas fait l'objet d'études sur leur installation en Bretagne, soit parce que les conditions locales ne s'y prêtent pas, soit parce qu'elles sont récentes et testées ailleurs ou enfin parce que des études démontrent justement une valorisation aléatoire.

a4 • l'énergie thermique des mers (gradient de température : fond / surface)

a5 • l'énergie osmotique (gradient de salinité dans un estuaire : fleuve / mer)

Energie houlomotrice : 0,000 MTEP

Total énergies marines : 0,662 MTEP

b) Les filières de la biomasse terrestre

Nous allons successivement évoquer :

- la production d'énergie par les surfaces boisées ; les déchets forestiers ; la forêt linéaire bocagère et les plantations énergétiques.
- La production des terres agricoles : cultures énergétiques et déchets d'élevage,

b1 • Production énergétique des surfaces boisées :

Nous donnons ici seulement les grands traits d'un scénario qui devra être détaillé.

- Nous nous sommes basés sur une répartition probable des différentes formations (landes, forêts, peupleraies, bosquets & haies...). selon la classification de l'enquête : "Utilisation du territoire – TERUTI – LUCAS 2018". (tableau 12a).
- Il faut toutefois noter que plus de 40 000 ha (-5,34%) des surfaces détaillées dans ce tableau ont disparu entre 2006 et 2018 et que des changements d'affectation se sont produits en faveur de la forêt (+38,21%) au détriment des landes (-39,6%) et du groupe bosquets et forêt linéaire (haies bocagères) (-45,1%)
- Les ressources des forêts seront exploitées à raison de 65 % du gisement par an.
- Les bosquets, taillis, haies seront partiellement convertis en plantations énergétiques (30 000 ha), destinées à la production de carburants et de combustibles,
- La moitié des anciennes landes (300 000 ha en 1976) qui avaient été converties en parcelles cultivables durant ces 44 dernières années (TAM), sera réaffectée à l'utilisation de la végétation naturelle : ajoncs, roseaux (zones humides) ou au reboisement (TTCR),
- L'entretien de la forêt linéaire (haies, talus, etc.) permettra la production de plaquettes de bois déchiqueté (rotation 9 ans).

• Rendements :

Nous retenons des rendements de 10 tMS/ha pour les plantations énergétiques, et de 7.5 tMS/ha pour les bosquets, taillis, ainsi que pour la forêt linéaire (rendement moyen de la forêt française exploitée : 10 tMS/ha l'an ; tMS = tonne de Matière Sèche)

• Production de bois d'œuvre et d'industrie :

Dans ce scénario, les besoins de la Bretagne en 2050 seraient couverts à 60 % pour le bois d'œuvre, et 75 % pour le bois d'industrie.

• Production d'énergie à partir des surfaces boisées.

Les chiffres sont présentés nets de l'autoconsommation de la filière : 1,5 TEP/km/an pour les 153 000 km de haies et 1,9 TEP/ha/an pour l'exploitation des plantations énergétiques et pour les futaies (forêts ± jeunes) et les taillis sous futaie.

TABLEAU 12a - Les surfaces naturelles (en hectares)

Data 2018	Landes		Forêts		Peupleraies		Bosquets, haies		Surfaces exploitables	
	Superficie	Part / Total	Superficie	Part / Total	Superficie	Part / Total	Superficie	Part / Total	Superficie	Part / Total
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
COTES-D'ARMOR	13 658	8,78	108 109	69,47	2 472	1,59	31 372	20,16	155 611	100
FINISTERE	27 658	17,36	105 307	66,09	615	0,39	25 769	16,17	159 349	100
ILLE-ET-VILAINE	5 315	4,71	84 717	75,00	501	0,44	22 419	19,85	112 952	100
LOIRE-ATLANTIQUE	13 155	11,17	63 031	53,52	1 096	0,93	40 491	34,38	117 773	100
MORBIHAN	21 708	11,66	134 683	72,37	624	0,34	29 086	15,63	186 101	100
BRETAGNE	81 494	11,14	495 847	67,76	5 308	0,73	149 137	20,38	731 786	100

Potentiel du linéaire bocager en Bretagne

	km	tMS
22	32 810	69 282
29	31 360	72 625
35	27 700	61 590
44	39 000	80 052
56	22 260	58 562
Bretagne	153 130	339 051

Récolte potentielle en tMS/km² par EPCI

(8)	13,026 à 14,126
(8)	11,945 à 12,982
(9)	11,227 à 11,878
(8)	10,338 à 11,098
(8)	9,936 à 10,278
(9)	8,792 à 9,835
(8)	8,318 à 8,777
(8)	7,512 à 8,186
(9)	4,664 à 7,214

Sources :
<https://bretagne-environnement.fr/gisement-bocager-bois-energie-bretagne-datavisualisation>
https://www.sudre-atlantique.gouv.fr/content/download/33050/228181/file/plaquette_haies_defm44_2018juin_vf.pdf
<https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/superficie>
https://geo-paysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2019/04/VCC_de_Nozay.pdf (exemple)



Réalisation
Gwenael HENRY
22/03/2022

Cette carte met en valeur la densité de la récolte potentielle sur les haies bocagères dans 75 EPCI de Bretagne (2021). Cette densité est étagée entre 4,664 et 14,126 tMS/km². Les longueurs de haies et les tonnages potentiels annuels sont donnés par département.

Producteur : Ministère chargé de l'Agriculture (AGRESTE).
Source : Enquête "Utilisation du territoire TERUTI- LUCAS".
L'occupation naturelle des sols source TERUTI-LUCAS 2018

Nous pouvons noter que le rendement moyen de la transformation de la biomasse sèche en combustibles solides est de 72 % et de 56 % en carburants.

TABLEAU 13 - Répartition des surfaces boisées en 2050 (en hectares)

	Lande	Forêt	Peupler.	Bosquet	Terres	Plantations
	(L)	(F)	(P)	Haies	Agri. Marg.	énergétiques
	(L)	(F)	(P)	(H)	(TAM)*	ou exploitation
Surfaces prévues	70 000	325 000	3 300	140 000		289 000
Solde des						10 000 (H)
transformations	-10 000	-170 000	-2 000	-10 000	-97 000	172 000 (F) (P)
(2050 / 2018)						107 000 (L) (TAM)*

*TAM terres agricoles marginales

En ce qui concerne les futaies et les taillis, seuls les déchets d'élagage et de scierie sont destinés à des fins énergétiques (les grumes fournissant le bois d'œuvre et d'industrie).

Production de la filière forêt, forêt linéaire, landes et plantations énergétiques (TTFR) :

nota : pour les plantations énergétiques, on ne retiendra que le tiers de la surface prévue, soit 96 000 ha, afin de ne récolter qu'une année sur trois.

	2019		2050
Gisement futaies BE+	0,065 MTEP		0,098 MTEP
Bois fin de vie & connexes.	0,056 MTEP		0,084 MTEP
Forêt linéaire	0,148 MTEP		0,167 MTEP
Déchets de scierie	0,078 MTEP		0,118 MTEP
Plantations énergétiques...			0,480 MTEP
Chaleur récupérée			0,084 MTEP

Energie bois : 0,871 MTEP

b2 • Production énergétique des terres agricoles :

Il ne s'agit pas ici de proposer un projet d'orientation du secteur agricole et agro-alimentaire en Bretagne à l'horizon 2050. Ce thème mériterait à lui seul une étude dédiée. Le but de ce paragraphe est d'évaluer l'emprise de SAU nécessaire à une production énergétique agricole autosuffisante en fixant quelques paramètres simples.

Il appartiendra à la profession, si elle le souhaite, de s'emparer de ces modestes propositions pour les critiquer et les améliorer. L'autonomie énergétique de l'agriculture bretonne est un enjeu vital pour l'ensemble de la population en Bretagne et ailleurs.

nota : pour accéder aux détails des calculs (fastidieux) des pages suivantes, il faudra télécharger un tableau open office dont le lien sera fourni en annexe. Les liens vers les sources sont également insérés dans ce tableur (SAANR – AGRESTE & divers).

Répartition de la SAU en Bretagne

Nous avons tenu compte des objectifs prioritaires : alimentation de la population bretonne et assurance d'un certain niveau d'exportation de produits alimentaires.

Les modifications que nous nous proposons d'apporter à l'agriculture bretonne peuvent se résumer ainsi :

- L'agriculture restera axée sur la production de protéines animales et végétales
- Le cheptel sera entièrement nourri par la production régionale

Une partie des surfaces fourragères sera convertie en cultures énergétiques et industrielles. Il conviendra donc soit de limiter le niveau d'exportation de protéines animales, soit de généraliser un régime alimentaire moins carné.

Nous envisageons un régime moyen de 2700 calories par jour et par habitant, incluant 90 grammes de protéines, dont 50 % d'origine animale.

Il faut espérer que la Bretagne restera en mesure d'exporter au moins une masse égale à la consommation de sa population en **protéines animales** ; l'agriculture bretonne devra en fournir **1,866 x 10⁵ tonnes** au tournant de l'année 2050 (contre 5,570 x 10⁵ tonnes actuellement) rien que pour l'alimentation humaine (dont 50 % pour les bretons).

Les tensions sur la disponibilité des engrais et notamment des phosphates, la production de nitrates dépendante du gaz naturel et le renforcement prévisible de la réglementation sur l'usage des pesticides pourraient conduire à une baisse de la production à 34 % de sa valeur actuelle, ce qui permettrait tout de même de continuer à exporter en 2050. **Des réponses apportées à ces contraintes** dépendra l'usage qui sera fait des terres agricoles (préparation, intrants, épandages), l'énergie consommée dans la production et les transports mais aussi la disponibilité des déchets pour produire de l'énergie ...etc. Le risque, si la situation n'est pas anticipée, c'est de devoir subir la rareté des intrants agricoles ce qui provoquera une désorganisation totale de la chaîne de production.

La ventilation des **protéines d'origine animale** destinés aux humains s'établirait ainsi :

Œufs	0,132 x 10 ⁵ tonnes
Lait	1,214 x 10 ⁵ tonnes
Viande de bœuf	0,221 x 10 ⁵ tonnes
Viande de porc	0,221 x 10 ⁵ tonnes
Poulet	0,077 x 10 ⁵ tonnes
Total	1,866 x 10⁵ tonnes = 186 555 tonnes



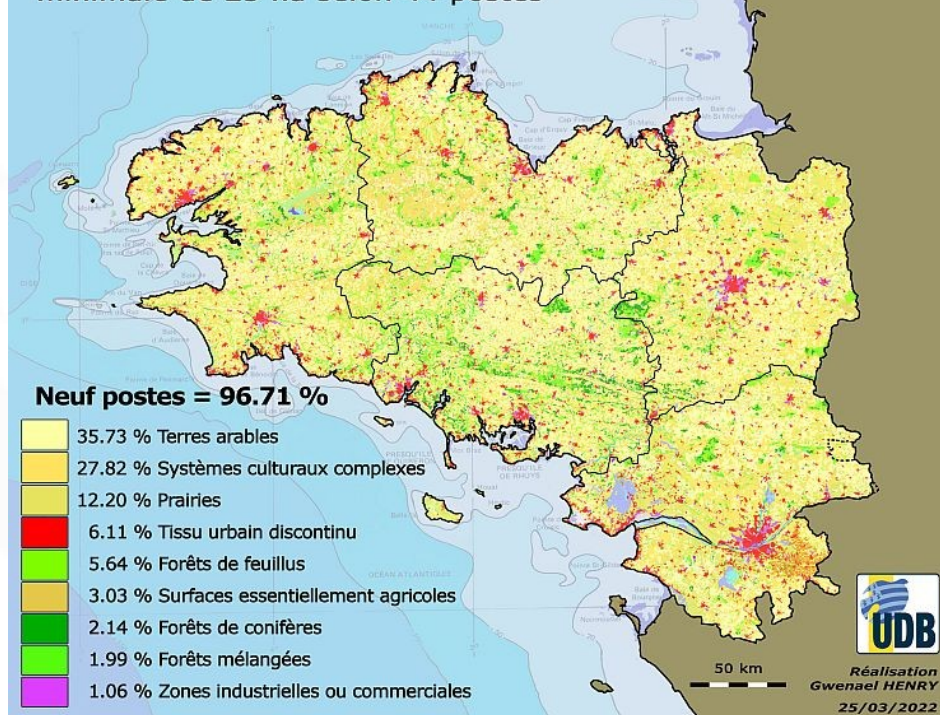
Les surfaces nécessaires à la production d'aliments se répartiraient donc entre :

cultures fourragères	1,456 millions ha
cultures pour l'alimentation humaine	0,808 millions ha
soit au total	2,264 millions ha

La fonction essentielle de production alimentaire étant assurée, il ne demeurerait donc que 464 000 hectares (20,05%) de SAU disponibles pour d'éventuelles cultures énergétiques.

Inventaire biophysique Corine land cover 2018

Cartographie des unités homogènes
d'occupation des sols d'une surface
minimale de 25 ha selon 44 postes



Légende : CORINE Land Cover (CLC) est un inventaire biophysique de l'occupation des sols et de son évolution selon une nomenclature en 44 postes. Cet inventaire est produit par interprétation visuelle d'images satellite. L'échelle de production est le 1/100 000. CLC permet de cartographier des unités homogènes d'occupation des sols d'une surface minimale de 25 ha. Cette base de données a été initiée en 1985. En Bretagne, on ne rencontre que 34 postes sur les 44 que compte la nomenclature et les 9 premiers englobent 96,71 % du territoire.

b21 • Production de carburant dédié à la motorisation de l'agriculture :

Selon un article paru dans l'hebdomadaire Paysan Breton en 2015, les consommations d'énergie directe (fioul, électricité, gaz, bois) de l'agriculture bretonne se répartissent entre les bâtiments d'élevage (39 %), les serres (33 %) et les **cultures (28 %)**.

Avant tout il est important d'insister sur le point suivant : à moins de passer au travail humain à 100 %, il ne reste que le travail animal ou le travail mécanique pour réaliser les tâches agricoles.

Le regain pour la traction animale.

La traction animale connaît certes un timide engouement depuis une vingtaine d'années pour autant est il possible d'envisager un retour généralisé à cette pratique ?

Il faut garder à l'esprit qu'un cheval, pour réaliser un travail, doit être nourri correctement et qu'il faut donc réserver une part de la SAU pour produire son alimentation. En gros, un cheval de trait de 900 kg qui pourra travailler 7 h dans sa journée de travail de 9h devra pouvoir compter chaque jour sur 6,4 d'UFC pour son entretien plus 3 à 4 UFC pour sa production. (unité fourragère chevaline = 1 kg d'orge à 2250 cal d'énergie nette).

On considérera qu'un cheval peut se contenter d'herbe fraîche, de foin et d'avoine ou de tourteaux de tournesol ou de lin (mais pas de colza parce qu'ils n'aiment pas trop ça) plus quelques friandises occasionnellement, pommes, poires, carottes et ajoncs broyés.

Mais pour lui fournir sa ration, il faudra mobiliser environ 1 ha de SAU à l'année.

Une étude estimait encore le nombre de chevaux de trait dans l'hexagone à 1 700 000 en 1959 soit 119 000 en Bretagne au prorata de la SAU (et il y avait déjà des tracteurs). En général, il fallait plutôt un cheval pour chaque tranche de 8 ha d'une exploitation dont l'un était utilisé pour la subsistance du cheval, soit 12,5 % de la surface cultivable.

Aujourd'hui il faudrait donc 327 000 chevaux et au moins 150 000 conducteurs (il n'y avait déjà plus que 72 000 emplois agricole en 2018), mais aussi réserver 327 000 ha pour l'alimentation des chevaux exploitant les 26 183 km² de SAU en Bretagne. Or en 2018, il ne restait qu'environ 5 000 chevaux de traits bretons, dont 495 étalons (reproducteurs) et l'on n'a compté que 2 350 poulins annuels en moyenne entre 2015 et 2018. Dans ces conditions, difficile et surtout chronophage (plusieurs demi-siècles) de reconstituer un cheptel équin suffisant pour réaliser le travail agricole estimé.

Reste donc le travail mécanisé avec un tracteur.

Il faut aujourd'hui environ 100 litres de carburant par hectare et par an pour travailler la terre (dans les conditions techniques actuelles caractérisées par une sur motorisation à l'hectare, car il est gratifiant de posséder un tracteur plus gros que celui de son voisin, même si ce n'est pas forcément très utile).

Alors quand le gasoil viendra à se faire rare et cher, il faudra envisager de tourner à l'huile végétale. Un hectare de colza par exemple, avec un rendement moyen de 30 qx/ha permet de produire 2000 kg de tourteaux et 1000 kg d'huile par pressage mécanique uniquement (sans recours à la chimie), soit 1090 litres d'huile par tonne.

Ainsi pour une exploitation de 48 ha (4 800 litres / an), il faudra réserver 4,4 ha de culture de colza soit 9,2 % de la SAU pour disposer du carburant nécessaire à cultiver la terre, là où il faudrait 6 ha pour des chevaux.

Enfin ces 4,4 ha permettraient de produire, en même temps, 8,8 tonnes de tourteaux de colza, riches en protéines, destinés à l'alimentation du bétail (bovins et porcins) là où les chevaux rendraient uniquement du crottin en quantité variable.

Le passage à l'agro-carburant (et non pas au bio-carburant) est au moins une solution technique réalisable rapidement pour continuer à disposer d'une production agricole auto-suffisante en Bretagne et pour l'export des surplus. Et il sera plus rapide et aisé de convertir le parc de tracteurs du diesel à l'huile que d'augmenter le cheptel équin.

Le projet Menergol : de l'agriculteur à "l'énergieculteur"

Les contraintes diverses sur les prix des hydrocarbures vont conduire inexorablement à un renchérissement des coûts de l'énergie indispensable dans l'agriculture et la pêche, qui sont des industries prioritaires, car la première des nécessités est de rendre accessibles à tous les citoyens des denrées alimentaires en qualité et quantité suffisantes.

Recherche d'autonomie

Face à ce problème très largement anticipé, la communauté de communes du Mené (22) a réagi, il y a déjà une quinzaine d'années. Son vice-président, Jacky Aignel (maire de St Gouéno à l'époque), ainsi que l'association MIR (Mené Initiatives Rurales), ont lancé plusieurs projets de production d'énergie, dont Menergol (Mené Energie Oléo protéagineux).



Menergol est une CUMA qui regroupait à l'origine une quarantaine d'agriculteurs des communes avoisinantes. La plupart de ces agriculteurs avait essayé de développer une huilerie en individuel, sans véritable succès. A St Gouéno, une huilerie fixe destinée à la transformation de la production de 1 200 ha de colza a vu le jour dès 2007.

L'objectif, était que les agriculteurs de la CUMA deviennent autonomes en carburant dans leurs exploitations.

Aujourd'hui en 2022, le prix de revient du litre d'huile devrait avoisiner les 54 c€.

Le différentiel avec le prix d'un gas-oil détaxé actuel devient donc important.

À noter que certains adhérents de la CUMA ont déjà utilisé l'huile dans leur tracteur, soit après l'avoir équipé d'un kit qui permet une utilisation à 100 % (6000 €), soit sans modification en complément avec 30 % de gas-oil. Plusieurs éleveurs utilisent également le tourteau avec satisfaction, pour l'alimentation des porcs comme des bovins.



La coopérative Coop Ménergol pourrait accueillir de nouveaux adhérents

Vue 3D intérieure (dynamique, avec le logiciel idoine) réalisée à partir de photos prises sur place en 2014 lors d'une visite guidée par Marc Théry. Les parois du hangar ont été rendues transparentes de façon à entrevoir les silos de stockage des graines de colza avant traitement, situés au sud-ouest à l'arrière du bâtiment (voir sur la photo ci-contre).

Disposant d'un pan de toiture de 150 m² orienté pratiquement au sud (coté gauche de la photo) cette surface pourrait accueillir une centrale photovoltaïque susceptible de produire 16 000 kWh par an pour contribuer à la production d'énergie nécessaire à la trituration des graines.

Une telle unité peut donc effectivement produire $1200 \times 1.091 = 1\,309 \text{ m}^3$ de carburant chaque année. Il suffirait donc de créer environ 200 unités de cette taille (modeste : 300 m²) soit environ, pour donner une idée de l'implantation nécessaire, huit pour cinq cantons ou trois par EPCI pour sécuriser la fourniture de 0,211 Mtep par an (1 tonne d'huile de colza équivaut à 0,881 tep). C'est la part d'énergie indispensable et spécifique au seul travail de la terre (28 % de la dépense énergétique agricole actuelle) dans le secteur agricole breton et ainsi garantir l'autonomie alimentaire de la Bretagne. Par ailleurs les toitures de ces quelques 200 huileries pourvu qu'elles soient bien orientées, mono pente (à 20°) ou plates et équipées de panneaux photovoltaïques permettraient la production de 6,4 GWh d'énergie électrique (non comptabilisée ici). Enfin il faut tenir compte des 480 000 tonnes de tourteaux coproduits pour l'élevage dont 1/3 de protéines brutes.

Huileries : 0,211 MTEP

b2.2 • Production d'énergie à partir des matières fermentescibles :

Il pourrait être particulièrement judicieux d'établir localement, au niveau des EPCI et peut être même au niveau des pays ; qui restent des acteurs centraux en matière de développement local en milieu rural ; des audits recensant les tonnages des diverses matières fermentescibles disponibles sur les territoires concernés. Ce sont des préalables nécessaires pour permettre l'implantation efficace d'unités de méthanisation.

b2.2.1 - Les cultures énergétiques :

Un impératif : préserver la biodiversité cultivée et sauvage

Les débouchés non alimentaires de l'agriculture offrent une opportunité de diversifier les espèces cultivées. Cette diversification sera la bienvenue, car la spécialisation régionale actuelle favorise le développement des adventices et des parasites des cultures (donc l'usage des pesticides) et réduit les habitats pour la faune sauvage.

Avantages :

- l'ensemble de la plante est utilisable : tiges, feuilles et pas seulement les graines. Cela augmente la biomasse collectée
- à productivité égale, les ressources lignocellulosiques pérennes, nécessitent moins d'intrants fossiles que les cultures annuelles.
- le fait que la matière première lignocellulosique soit cultivable dans toutes les régions représente un atout majeur en terme d'aménagement du territoire.

La transformation de la lignocellulose en agro-carburant nécessitera la mise au point d'usines et de processus industriels novateurs. La polyvalence des usines, leur taille, leur répartition géographique seront des paramètres essentiels de l'impact des agro-carburants sur la biodiversité et sur l'aménagement du territoire.

A l'interface entre économie, agronomie et écologie, il y a donc une réflexion à mener pour organiser les bassins de production tout en préservant la biodiversité.

Il faudra organiser la coexistence de toutes les filières sur le territoire agricole

Gérer les dynamiques territoriales

Parmi les exemples de dynamiques territoriales déjà à l'œuvre, on voit émerger des collectifs réunissant des agriculteurs et souvent leurs voisins non-agriculteurs, organisés autour de la production locale d'énergie, pour le chauffage collectif ou l'agro-carburant.

On voit aussi des collectivités locales promouvoir le développement des agro-ressources sur leur territoire, en valorisant de la biomasse, en utilisant des terrains contaminés par les métaux lourds pour les cultures non alimentaires.

Plus généralement, on a vu ces dernières années émerger des dispositifs collectifs pour la gestion des paysages incluant cultures, forêts, parcours et espaces interstitiels où agriculteurs et autres acteurs du territoire se concertent pour la ressource en eau ou la protection d'espèces (Fertimieux, SAGE, Natura2000...). Pourquoi pas pour l'accompagnement du développement des agro-ressources ?

Miscanthus



Cette culture implique un important investissement lors de sa mise en place : 3500 €/ha, en raison de la technique et du matériel spécifique employés. Cependant, étant pérenne, elle donnera des récoltes de la troisième à la quinzième année. Durant cette période il n'y aura pas de grands besoins en intrants (engrais, carburant, traitement ...etc.).

Switchgrass



Cette culture est réalisable avec du matériel agricole tout à fait classique sans investissement spécifique.

A raison de 15 tonnes de matière sèche par hectare, elles pourraient fournir **4,720 Tép/ha/an.** (net)

La production serait répartie : à raison de 55 % de combustible solide et de 45 % de carburant liquide.

La SAU mobilisée serait limitée à 75 % des surfaces restant disponibles après avoir réservé celles nécessaires à la production alimentaire, soit 348 000 ha. Les 116 000 ha restants (5,00 %) seront utilisés en fonctions des aléas.

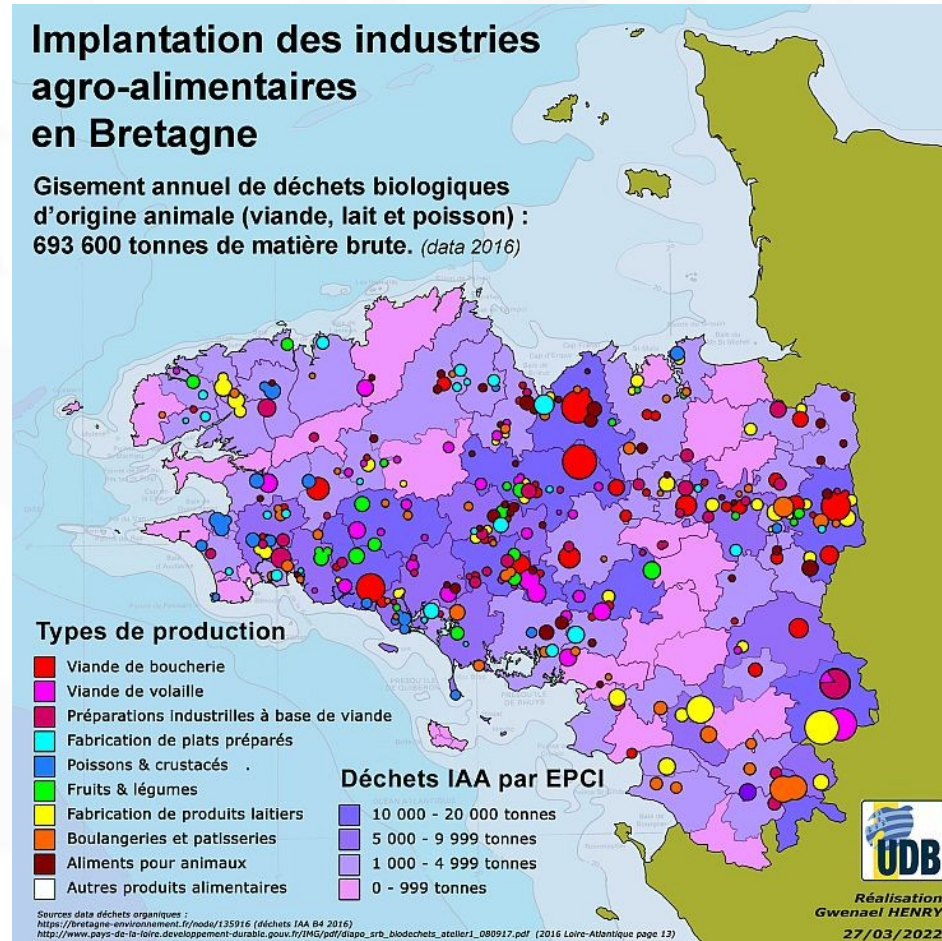
L'énergie produite annuellement serait donc équivalente à **1,639 Mtep** sous forme de combustibles et carburants plus 0,070 Mtep en chaleur.

Cultures énergétiques : 1,709 MTEP

b2.2.2. - Les déchets biologiques des IAA :

Un gisement important qui reste à valoriser

En 2016, les industries agro-alimentaires (IAA) de Bretagne ont généré 872 600 tonnes de biodéchets. Seules 178 400 tonnes ne constituent pas des sous produits animaux issus des secteurs de la viande, du lait ou de la transformation des produits issus de la pêche. Ces trois secteurs principaux produisent donc une part de 693 600 tonnes, soit 79.49 % de l'ensemble. (nota : les 87 500 tonnes de résidus laitiers relevés en Loire Atlantique ne proviennent pas uniquement du lait collecté dans ce département).



Cependant pour rester cohérents avec l'objectif de réadaptation de la production de protéines animales exposé au chapitre précédent, il ne faudra compter que sur 30 % du gisement actuel, soit un peu plus de 200 000 tonnes de résidus exploitables.

Ces déchets pourront servir d'apports dans des unités de méthanisation dédiées à d'autres sources méthanogènes telles que les résidus d'élevages (voir chapitre suivant).

Production d'énergie par la méthanisation des résidus d'élevage :

Vue la part importante des productions végétales envisagées, la fourniture de paille (matières cellulosiques) sera suffisante pour optimiser le rendement de la méthanisation.



Avec la structure d'élevage de 2050, il faudra environ 1,724 M.UGB (Million d'Unité de Gros Bétail : 0,544 M.UGB de bovins, 0,498 M.UGB de porcins et 0,682 M.UGB de volailles) pour fournir les $1,866 \times 10^5$ tonnes de protéines (lait, viandes de bœuf, de porc et de volaille). Les effluents de ces cheptels et les rebuts des IAA induits donneront **0,894 MTEP** issues de l'agro-gaz. **Nota : c'est un cheptel légèrement plus réduit que celui qui était envisagé en 1979 (2 millions d'UGB).**

Méthanisation effluents et IAA : 0,894 MTEP

b3 • Les ordures ménagères :

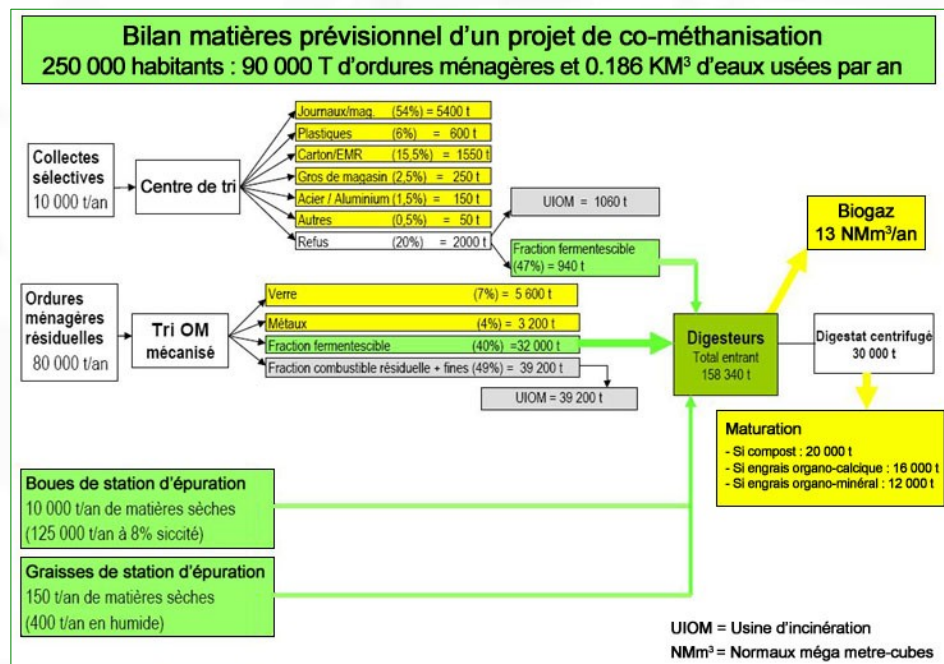
En 2019, les 4 784 milliers d'habitants de Bretagne ont généré environ 900 000 tonnes d'ordures ménagères (OM), soit environ 190 kg / an / habitant.

D'ici 2050 il conviendra de réduire cette masse sans qu'il soit facile de proposer un objectif optimal. L'énergie issue de la méthanisation de ce gisement sera évidemment liée à la réalisation de cet objectif.



Nous avons pris comme référence pour évaluer leur potentiel énergétique les données du procédé **VALORGA**, qui est en réalité une filière complète et intégrée, de traitement des déchets ménagers, qui inclut (ou peut inclure suivant les cas) un tri des déchets à l'entrée, une méthanisation de la part fermentescible, un compostage du résidu de fermentation, une incinération des refus de tri combustibles et une mise à la décharge des résidus ultimes. Ce procédé permet de traiter les ordures ménagères dans des unités de capacités variables de 10 000 à 300 000 T/an. Il est mis en œuvre depuis une trentaine d'années et constamment optimisé.

Exemple d'une unité de traitement pour la production de gaz et de compost



Sur quelles quantités de gaz et de compost la Bretagne pourrait compter si la production globale d'ordures ménagère était réduite de moitié en 2050.

Donc en partant de cet objectif, comment traiter ces 450 000 tonnes ?

Prenons pour exemple les flux existants à l'heure actuelle dans le Tregor, dans les EPCI de Lannion Trégor Communauté et de Guingamp Paimpol Agglomération regroupant une population de 174 000 habitants répartis dans 118 communes.

Le bilan annuel de l'année 2019 de **Valorys** (l'organisme de collecte) fait apparaître la collecte de 164 211 tonnes.

Dans le paragraphe suivant nous allons exposer la ventilation par type de déchets d'une masse réduite de 50 %, qui est l'objectif théorique poursuivi pour 2050. Puis les résultats seront extrapolés en tenant compte des 5 679 000 habitants attendus en Bretagne.



Le site de Valorys à Pluzunet (22)

Sur ce site, à l'heure actuelle, **il ne s'agit pas de méthanisation mais d'incinération**. Une partie de l'énergie dégagée par le processus est utilisée dans des serres agricoles situées à proximité. Mais ce qui nous intéresse avant tout ici, c'est la **ventilation des flux dans un territoire bien identifié**.



Les flux détaillés ci dessous représentent la moitié de ce qui a été collecté en 2019 augmentés de 18,7 % pour tenir compte de l'augmentation de la population en 2050.

La population du secteur pourrait augmenter de 18.71 % d'ici 2050 et s'établir à 206 500 habitants. Si la production d'ordures ménagères par habitant diminuait de moitié entre 2019 et 2050, la collecte d'OM devrait se situer autour de 23 000 tonnes. La production de boues de STEP devrait suivre l'augmentation de la population et passer de 3 090 à 3 668 tonnes ("sèches"), mais il n'y aurait pas besoin de les déshydrater puisque que le processus de méthanisation exige un substrat contenant au plus 25 % de matières sèches, il conviendrait donc de ne pas retirer les 45 848 tonnes d'eau de la masse des boues récoltées exprimée en valeur "sèche". Par ailleurs il n'y a pas de raison de penser que la collecte de végétaux diminuera, elle devrait donc rester à son niveau de 2019, soit 62 127 tonnes, mais 63 000 tonnes d'eau supplémentaires devront être apportées.

La masse totale de substrat fermentescible fluide s'élèverait alors à 197 644 tonnes conduisant à la production d'environ 16,23 NMm³ de gaz brut par an et à la récupération de 25 000 tonnes de compost.

Extrapolé à la population de la Bretagne en 2050, on obtiendrait donc 440 NMm³ de gaz brut par an et 680 000 tonnes de compost. En considérant une teneur de 60 % de méthane dans le gaz brut, on peut évaluer la valeur énergétique à 2 963 GWh PCI.

Par ailleurs une part résiduelle des déchets collectés pourrait continuer à être valorisée sous forme thermique en pérennisant certains des incinérateurs existants.

Déchets ménagers & boues de STEP : 0,255 MTEP

Cette valeur dépendra d'une part de l'évolution du traitement des déchets verts des ménages qui pourraient aussi rejoindre des unités de méthanisation agricole et de la capacité de collecter et transporter les eaux usées des stations d'épuration.

Récapitulatif filières biomasse & déchets organiques

Informations sur la SAU utilisée

496 000 ha de forêts
289 000 ha de plantations énergétiques
153 000 km de haies bocagères



240 000 ha de culture de colza
Seulement un tiers de la production sera utilisée sous forme d'huile carburant et les deux autres sous forme de protéines pour le bétail



464 000 ha de SAU restent disponibles pour les cultures énergétiques.
Dans la projection actuelle, la part de terres utilisées s'élève à 348 000 ha.
116 000 ha restent donc disponibles.



1,456 mio d'ha seront cultivés pour produire l'alimentation destinée au bétail.
Les productions végétales consommées par le bétail généreront des effluents exploitables dans un objectif énergétique.



0,808 mio d'ha seront cultivés pour produire l'alimentation destinée aux humains.
Les productions végétales et animales consommées généreront des effluents exploitables.



Quelques repères :

- 1 NMm³ de méthane CH₄ = 11,05 GWh (M = 10⁶)
- 11,63 GWh = 1 000 tep
- l'énergie de l'agrogaz est proportionnelle à sa teneur en méthane
- la teneur moyenne de l'agrogaz en méthane est d'environ 60 %

donc concernant l'agrogaz : 1000 NMm³ = 11,05 x 0,60 / 11,63 = 0,570 Mtep

Energie bois : 0,871 MTEP

Huileries : 0,211 MTEP

Cultures énergétiques : 1,709 MTEP

Méthanisation effluents et IAA : 0,894 MTEP

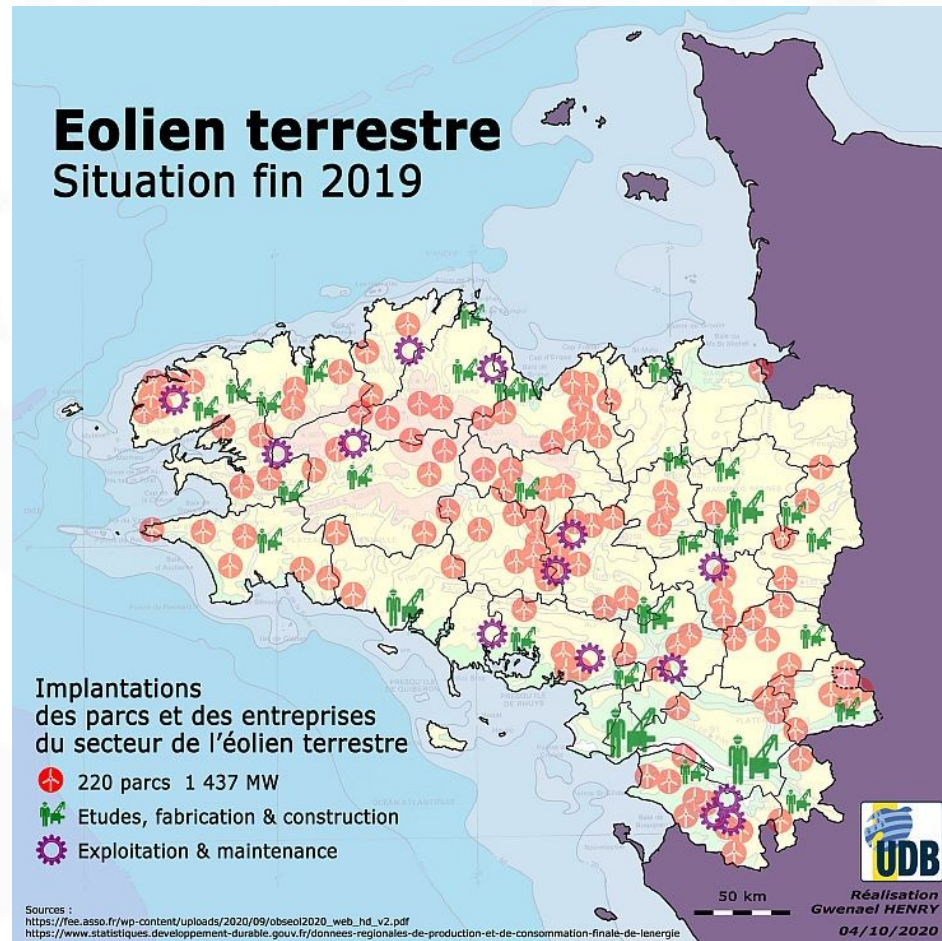
Déchets ménagers & boues de STEP : 0,255 MTEP

Chaleur récupérable : 0,083 MTEP

TOTAL BIOMASSE : 4,098 MTEP

c) La filière éolienne terrestre

Le Bretagne est la région de l'hexagone la plus favorisée en ce qui concerne l'énergie éolienne. Dans la zone côtière, l'énergie potentielle disponible annuellement, peut être estimée théoriquement à 4000 kWh/m². Dans l'espace intérieur, elle est deux fois moindre en moyenne. (exemple : $S = \pi.D^2/4$ soit une éolienne avec des pales de 50 m => production d'énergie potentielle : 31,416 GWh/an en mer et 15,708 GWh/an à terre)



Le maximum d'énergie potentiellement récupérable chaque année en Bretagne est de l'ordre de 69,78 TWh, soit 6 MTEP. Les écarts par rapport à ce potentiel dépendront du type de réseau et de la puissance des aéro-générateurs utilisés.

Nous prendrons comme machines de base, à terre, des éoliennes de 2,0 MW du type de celles qui sont le plus souvent installées en Bretagne aujourd'hui. (diamètre : 65 m ; axe horizontal à 50 m au-dessus du sol ; surface : 3300 m² ; fonctionnement 2300 heures/an équivalent plein régime). La densité maximale admissible est de 4 machines au km².

UNE TECHNOLOGIE QUI A FAIT SES PREUVES

Fin 2019, on dénombrait 811 éoliennes terrestres en Bretagne.

Un objectif raisonnable consisterait à doubler la puissance installée et le nombre de machine tout en augmentant la puissance unitaire des éoliennes remplacées après 25 années de service. La seconde option sera socialement la plus acceptable dans les premières années puis les besoins croissants alliés au rejet du nucléaire et à la fin des hydrocarbures, la compréhension et l'adhésion des nouvelles générations aux innovations techniques permettront d'atteindre cet objectif ambitieux, voire faire plus.

La puissance unitaire moyenne par machine installée en 2019, s'établissait à 1,718 MW.

Après cette montée en puissance progressive de 30 à 200 machines par an lors de leur remplacement (il y a 25 ans le nombre d'installations annuelles était moins important qu'aujourd'hui), et cela jusqu'en 2050 ; la répartition finale pourrait s'établir ainsi :

Dans les zones côtières, une machine de 4 MW de puissance fournira une quantité d'énergie de 9,8 GWh par an (2 450 h/an). Nous proposons la remise à niveau de 200 éoliennes et l'implantation de 200 machines supplémentaires permettant de récupérer **3,920 TWh soit 0,337 MTEP** (il faudra adapter la loi littorale).

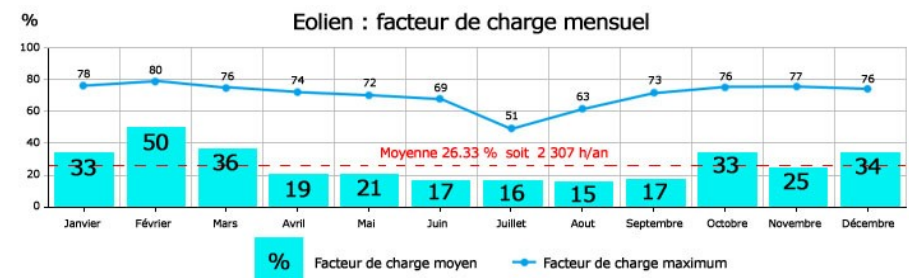
- Dans l'intérieur : une machine de 4 MW de puissance fournira annuellement une quantité d'énergie de 8,0 GWh. Nous proposons la remise à niveau de 600 éoliennes et l'implantation de 600 machines supplémentaires permettant de récupérer **11,040 TWh soit 0,949 MTEP**.

La répartition des unités de production pourrait être :

- 600 pour les Monts d'Arrée (150 km²),
- 400 pour les Montagnes Noires (100 km²),
- 200 pour chacune des autres zones : Méné; Landes de Lanveaux ; Sillon de Bretagne,

A terme, 1 600 machines devront être opérationnelles en 2050 afin de produire chaque année **14,960 TWh soit 1,286 MTEP**. Leur implantation nécessitera 500 km² d'espace.

- Production décentralisée : A cette production industrielle, il convient d'associer une production décentralisée (1 kW / 20 kW) obtenue à partir de 750 000 éoliennes domestiques de 5 kW de puissance moyenne (fonctionnant 2300 heures par an), équipant des habitations, des exploitations agricoles, des entrepôts et des ateliers, disposant d'un terrain adéquat, en zone rurale, péri-urbaine, urbaine ou artisanale.



Facteur de charge = équivalent temps de fonctionnement à pleine puissance 2 307 h/an. Ainsi en équipant le tiers de la part du parc de résidences principales rurales constitué

de maisons individuelles (voir la méthode d'évaluation du parc au chapitre suivant) :

750 000 éoliennes permettront de produire **8,625 TWh soit 0,742 MTEP**.

Zones côtières (400 éoliennes)	0,337 MTEP
Zone intérieure (1 200 éoliennes) ..	0,949 MTEP
Production domestique (5 kW)	0,742 MTEP

La filière éolienne terrestre permet de produire au total l'équivalent de 2,028 MTEP.

Eolien terrestre : 2,028 MTEP

Il convient maintenant d'estimer la faisabilité d'un tel projet dans le temps imparti. La Bretagne comptait ainsi 811 éoliennes dans 220 parcs en 2019, développant une puissance de **1 355 MW pour une production effective de 2,715 TWh équivalent à 0,233 MTEP**.

Le résultat fût donc assez décevant dans la mesure où dès 2009, une étude prospective à l'horizon 2015 de la région administrative B4 prévoyait d'atteindre un objectif de puissance éolienne installée de 1,5 GW pour une production escomptée de 3,450 TWh soit l'équivalent de 0,297 MTEP par an.

On a hélas pu constater depuis que le compte n'y était pas .

Cependant il y a quelques raisons d'espérer car rien qu'en Loire-Atlantique 89 machines disposaient d'un permis fin 2019 mais n'étaient pas encore installées pendant que 43 machines supplémentaires figuraient dans des dossiers en cours d'instruction à la même période pour une puissance nominale de 339 MW.

L'objectif de 1600 éoliennes en Bretagne n'est donc pas irréaliste et pourrait être atteint d'ici 2050 à raison de 40 nouvelles installations d'éoliennes par an en moyenne. (soit 8 machines supplémentaires par an et par département)

Un exemple européen

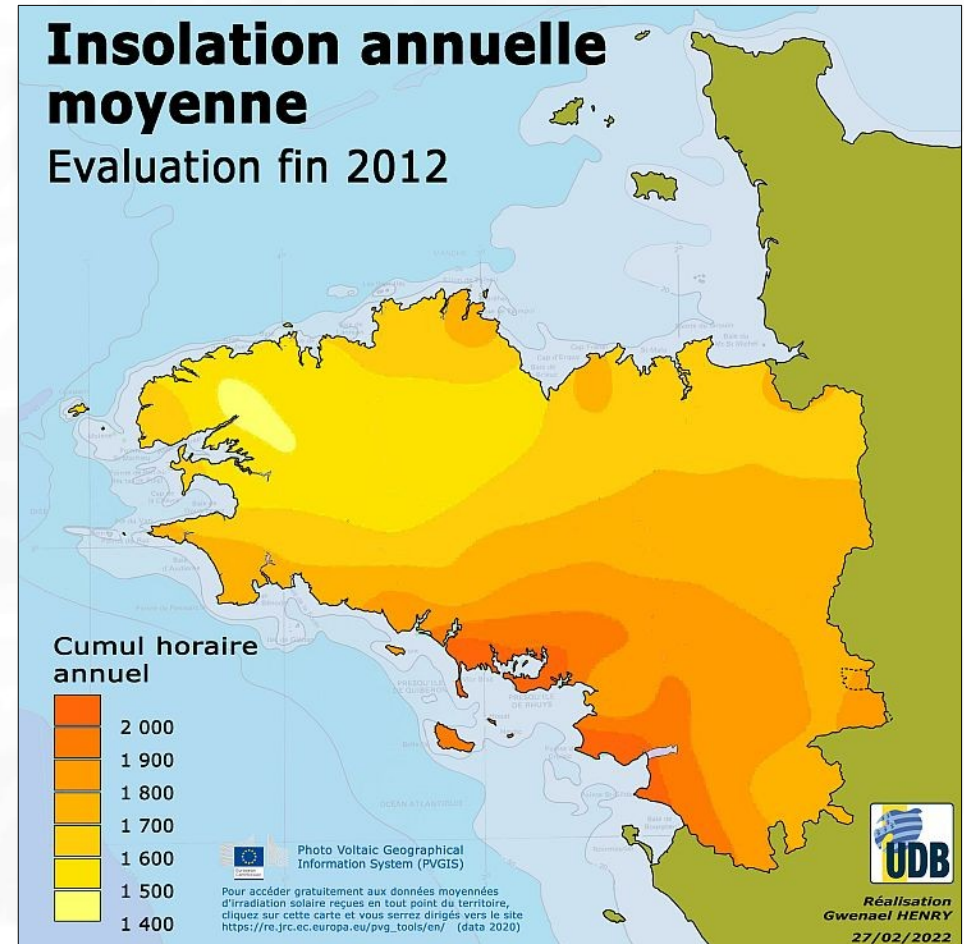
Au Danemark (5,6 Mio. d'habitants) l'énergie éolienne est développée depuis plus de 40 ans. En 2019 les 5 500 éoliennes développant une puissance installée de 6,128 GW ont fourni **16,15 TWh équivalent à 1,389 MTEP** (cela correspond à un fonctionnement à plein régime de 2637 h / an, soit un facteur de charge de 30,1%). La part de l'éolien dans la fourniture d'électricité a atteint 48 % en 2019.

Parallèlement, le Danemark a développé une industrie éolienne qui employait encore 32 721 personnes à plein temps en 2020 (en baisse de 2 % par rapport à 2019).

d) Filière solaire directe (thermique)

Elle permet de récupérer la chaleur BT pour la consommation directe. L'irradiation (kWh/m²/an) sur la Bretagne se situe entre celle du Vestland (N) et celle de l'Andalousie (E). Quant à l'insolation (h/an), on distingue 3 zones :

- la zone littorale (d'Auray à Pornic) qui bénéficie de 1900 heures d'ensoleillement.
- La zone intérieure (Pleyben – Pontivy – Saint-Brieuc) moins de 1600 heures par an.
- Le reste de la Bretagne bénéficie d'au moins 1800 heures d'ensoleillement.



L'énergie solaire récupérable dépendra de l'exposition des résidences principales.

Rappelons déjà la répartition territoriale des différents types de résidences principales, dont il faudra faire monter en gamme énergétique les différents édifices, puisque depuis janvier 2022 les constructions neuves doivent intégrer l'installation de systèmes de production d'énergie domestiques individuelles.

L'INSEE produit de nombreuses data-bases qui permettent d'évaluer la composition et la localisation de l'ensemble des résidences principales à partir desquelles, il est possible d'extraire de nouvelles données adaptées spécifiquement aux 5 départements bretons.

Ainsi en agrégeant les données de la grille communale de densité, des catégories du rural et de l'urbain avec celles des types de logement ; il devient possible de dégager des catégories de logement au moyen de simples opérations de tri selon 4 critères de densité de population (de 1 pour la plus faible à 4), selon 6 catégories du rural isolé à l'hyper urbain concentré et selon 3 types d'habitations (maisons, appartements, autres).

Mais afin de simplifier la présentation des résultats, ne seront retenues ci-dessous que trois grandes catégories (mais chacun peut réaliser ses propres recherches à partir du [fichier téléchargeable](#) en intégrant encore plus de critères de tri : 6 pour le nombre de pièces et 6 pour le type de combustible de chauffage utilisé, si nécessaire).

- Habitat rural ou en hameaux	877 965 maisons	70 872 appartements
- Bourgs et villes moyennes	432 901 maisons	183 908 appartements
- Villes centre	178 916 maisons	408 682 appartements



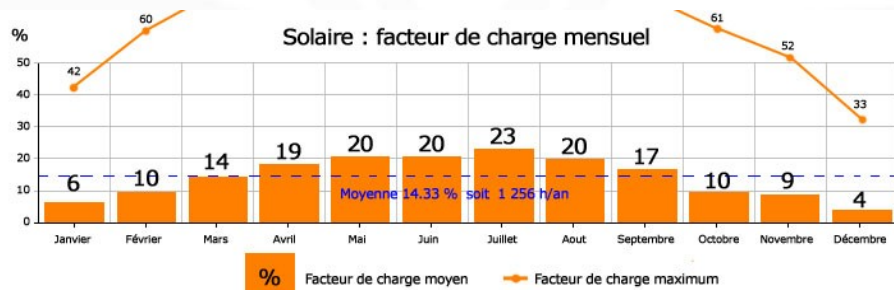
Les travaux de mise aux normes RE 2020, qu'il faudra réaliser, restent très importants. C'est un gisement d'emploi qui nécessitera d'augmenter les effectifs tout en renforçant la formation préalable de jeunes professionnels du bâtiment.

Les installations solaires qui fournissent à la fois l'eau chaude sanitaire et une partie du chauffage sont appelées "Combi-Systèmes" ou SSC (Systèmes solaires combinés).

Une installation familiale est composée de 10 à 50 m² de capteurs, pour couvrir de 15 à 60 % des besoins en chauffage, en plus de l'eau chaude sanitaire.

La plupart des "combi-systèmes" fonctionnent en liaison avec un système de chauffage central classique, utilisant l'eau pré-chauffée par le soleil dans la chaudière. Ou, pour le chauffage direct, en faisant circuler l'eau chaude solaire (à basse température) dans les murs ou dans le plancher d'une maison.

De manière très globale, pour les installations les plus performantes, on peut retenir l'ordre de grandeur suivant : une installation qui fonctionne bien et qui est dimensionnée correctement permet d'économiser de l'ordre de 350 kWh/m².an. Pour un projet moyen comportant une surface de capteurs solaire de l'ordre de 20 m², situé sous un ensoleillement moyen, ce sont 7000 kWh qui sont économisés annuellement.



L'ensoleillement est évidemment plus important l'été, il faut donc profiter de cette période pour stocker de la chaleur dans des cuves isolées en sous sol.

• Production solaire des maisons dans le rural isolé et les hameaux :

Un maison de 150 m² pour trois personnes peut être équipée de 30 m² de capteurs, ce qui permet de couvrir environ 30 % des besoins pour une maison de DPE type C.



Ce mode de production individuel permet de produire annuellement l'équivalent de 0,903 tep par logement. En estimant un équipement de la moitié de ce type de logement (440 000), c'est l'équivalent de **0,397 MTEP** qui est récupérable.

• Production solaire des bourgs et villes moyennes :

La solution retenue est ici le chauffage collectif (centrale solaire + stockage + distribution canalisée d'eau chaude). Le chauffage d'une petite ville de 2000 habitants peut être intégralement assuré grâce à une installation de capteurs solaires et une cuve de stockage souterraine. Nous considérons que le tiers des 617 000 logements (ensemble) de cette catégorie sont chauffés à 100 % par la chaleur solaire (30 m² de panneaux par logement) : à raison de 0,903 tep par logement, la production globale annuelle attendue est de **0,186 MTEP**.

• Production solaire dans les villes importantes :



Si le type de chauffage décrit ci-dessus s'applique aisément aux quartiers périphériques et aux lotissements neufs des plus grandes villes, on conçoit aisément qu'il soit d'utilisation malaisée dans le cadre des villes (encombrement, unité de style. Etc.).

Nous considérons que le quart des 588 000 logements de nos "villes" en 2050 (soit 147 milliers d'unités) pourront être chauffés grâce aux capteurs solaires. La production de chaleur sera donc de **0,133 MTEP**.

Solaire thermique résidentiel : 0,716 MTEP

<= nota à propos de ce graphique

à comparer avec le graphique du même type de la page 48
les productions éoliennes et solaires se compensent au cours de l'année

• Le secteur tertiaire :

De même que le cas précédent, nous considérons que la moitié des besoins en chaleur BT des locaux tertiaires en 2050, qui disposent pour la plupart de surfaces de toitures importantes, et/ou de terrains à couvrir aménageables (usines, ateliers, hôpitaux, centre commerciaux et tous leurs parkings), proviendront de capteurs solaires soit **0,350 Mtep**.

Solaire thermique tertiaire : 0,350 MTEP

La filière solaire (thermique) produit au total **2,41 Mtep**. La surface totale nécessaire aux capteurs solaires est d'environ 100 km², soit 0,3 % de la surface totale du territoire, en plus grande partie à usage mixte (toitures des habitations).

Solaire thermique global : 1,066 MTEP

e) Filière solaire photovoltaïque

La filière photovoltaïque est actuellement la plus rentable des sources de production d'énergie électrique renouvelable et sa rentabilité devrait augmenter dans les prochaines années. Selon l'**IRENA** les coûts de production ont diminué de 82 % entre 2010 et 2019 faisant passer le coût du kWh de 0,358 à 0,064 €. De plus, l'intérêt à long terme est lié à la recherche d'efficacité et au développement du savoir faire industriel indispensable pour créer une source d'énergie électrique inépuisable et propre pour l'avenir.



Les systèmes photovoltaïques peuvent compléter le mix énergétique d'un bâtiment en permettant la production d'électricité destinée à l'autoconsommation, tout en utilisant le réseau (smart grid) pour le stockage et la distribution, suivant la demande.

Un générateur photovoltaïque connecté au réseau n'a pas besoin de stockage d'énergie et élimine donc le maillon le plus problématique (et le plus cher) d'une installation autonome. C'est en fait le réseau dans son ensemble qui sert de réservoir d'énergie.

A la fin de l'année 2019 la production électrique photovoltaïque en Bretagne reste assez anecdotique puisque celle relevée par Enedis (cliquez sur l'icône) s'élevait à 319 637 MWh soit l'équivalent de 0,027 Mtep

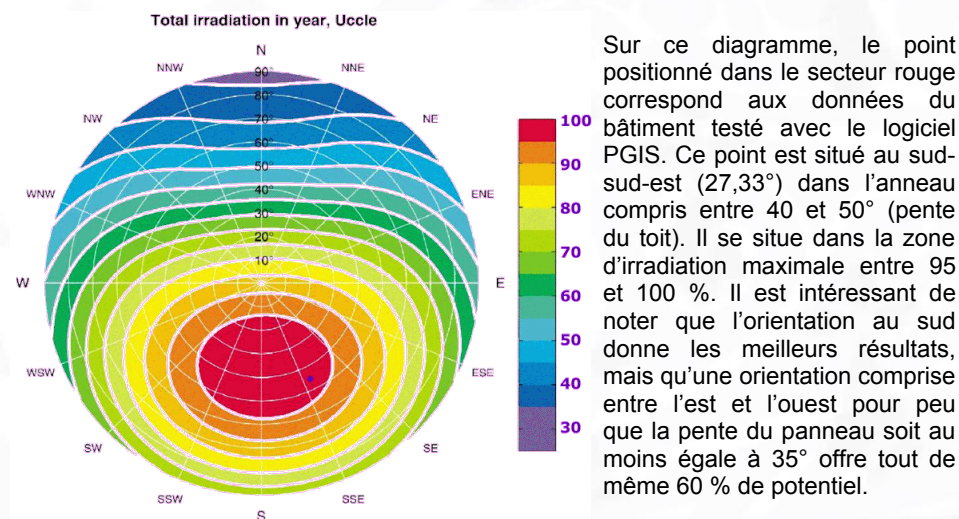


Pour comprendre le calcul conduisant à la production de 15,817 TWh/an en 2050, prenons un exemple :

Cet outil proposé gratuitement en ligne (cliquez sur l'image) sur une page web d'un site de la commission européenne permet d'estimer le potentiel photovoltaïque de tout bâtiment européen si l'on dispose des informations de base le concernant. La carte sur le côté gauche permet d'en extraire la position facilement, mais il faut connaître la pente de la toiture en degrés et l'azimut de son exposition (l'écart entre la direction du sud 180° et une perpendiculaire à la toiture ici : -27,33° en degrés décimaux).

Une fois ces informations saisies, le plus simple consiste à rechercher une estimation de la production annuelle d'énergie électrique pour une "centrale" installée de 1 kWp(c) (kilowatt crête) ou d'un m² de toiture, **soit : 1 089 kWh/kWp/an ou 204 kWh/m²/an.**

Un panneau photovoltaïque de milieu de gamme actuel, d'une surface de 1,60 m², procure selon les constructeurs, une puissance crête moyenne de 250 à 350 Wc. Il ne subsiste aucun doute que d'ici 2050 les performances moyennes auront augmenté mais pour le calcul qui nous intéresse ici nous nous contenterons de la valeur de 300 Wc par panneau, soit rapporté au m², une puissance moyenne de 187,5 Wc/m², qui produira à cet endroit 0,204 MWh/m²/an (c'est le logiciel qui permet d'obtenir ce résultat).



Nous proposons alors d'atteindre en 2050, en multipliant par un facteur 50, la surface installée pour exposer une surface cumulée de 77,5 millions de m² afin de produire les **15,817 TWh soit 1,360 Mtep** planifiés. Evidemment cela peut paraître conséquent mais cela ne représente plus que 7 750 ha ou 77,5 km². Afin d'en considérer l'importance relative, on se reportera au tableau accessible à la page 35 (Corine land cover) qui compile la surface de sols artificiels bâtis à hauteur de 1 067 km² dans les cinq départements bretons, sans même compter les aires de parkings qui pourraient aussi supporter des portiques photovoltaïques. Alors même si tous les bâtiments ne sont pas idéalement orientés ou sont occultés par des masques, il suffira d'équiper "seulement" 7,26 % de cette surface, soit en moyenne quatre bâtiments sur 55.

Solaire photovoltaïque : 1,360 MTEP

Le premier des deux grands problèmes qui subsistent, c'est qu'il faudra les fabriquer en 25 ans, puis recommencer ensuite pour remplacer les centrales dépréciées. Mais au rythme de production de l'usine de Lannion de 400 000 m² par an (40 ha), cela prendra tout de même 194 années pour y parvenir. Il faudra, donc dans l'intervalle, augmenter la capacité de production d'un facteur 10 pour garder un pied de pilote, soit deux usines de ce type par département. (Mais les panneaux peuvent en fait rester opérationnels durant 40 années et leur efficacité initiale aura été augmentée).

Le second concerne le bilan matière, compte tenu des quantités de modules à produire non seulement pour la Bretagne, mais aussi pour la planète entière. (voir ci contre).

Composition moyenne d'un module standard de 1,60 m²

Matériaux	Masse pour un module standard de 60 cellules pour 1,60 m ²	% de la masse totale	Notes	Equivalent en kg/kWp
	kg	%		kg/kWp
Verre	12,80	65,82		42,67
Aluminium	2,60	13,37	pour une installation intégrée en toiture	8,67
Polysilicium	1,13	5,79		3,77
EVA	1,54	7,92		5,13
PET	0,86	4,42	Pour la boîte de jonction	2,87
Polypropylène	0,25	1,29		0,83
Plomb	0,0130	0,07	Approximation	0,0433
Cuivre	0,2500	1,2900	Approximation	0,8333
Argent	0,0069	0,0350	Moyenne	0,0230
Total	19,45	100,00		64,83

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20ressources%20Photovoltaïque.pdf> page 32

Le bilan matière global de la filière sera présenté dans un chapitre dédié à suivre.

Total énergie solaire : 2,426 MTEP

f) Energie hydraulique

Contrairement à une idée répandue, les possibilités de production d'énergie électrique par l'équipement du réseau hydraulique breton restent très limitées.

Le débit moyen annuel total arrivant à la mer (hors Loire Atlantique) avoisine 186 m³/s. Il autorise un potentiel théorique de 0,815 TWh dont une faible partie est récupérable. Il faut noter cependant l'intérêt de l'énergie hydraulique pour de rares sites particuliers.

Nous ne retiendrons donc qu'un objectif de **0,050 Mtep** (70 % du potentiel) d'énergie d'origine hydraulique exploitable pour la Bretagne.

Energie hydraulique : 0,050 MTEP

g) Récapitulatif : Filières d'énergies renouvelables

Il faut noter la part importante du poste biomasse terrestre (44% du total). Le scénario retenu laisse toutefois la place à la satisfaction des besoins alimentaires complets des Bretons et à l'exportation.

La contribution des postes énergie éolienne terrestre (22%) et solaire directe (26%) est également sensible.

Nous n'avons par contre, proposé qu'une contribution modeste des énergies marines (7%) en raison des difficultés de mise en œuvre de ces technologies pourtant éprouvées ailleurs en Europe. Nous avons rejeté résolument tout projet gigantesque aboutissant à de profondes modifications des écosystèmes côtiers.

Total production énergie primaire : 9,264 MTEP

3) Les filières de transformations

Le scénario de production d'énergies primaires étant précisé, il importe de le faire correspondre aux besoins effectifs en chaleur (BT, MT, HT), en combustibles (CS, CL, CG) et en électricité spécifique, d'adapter l'offre à la demande (tableau 17), de permettre un régime de production stable dans le temps.

a) Les pertes en distribution

Elles sont évaluées à 20 % en chaleur basse température, 3,5 % en combustible et 10 % en électricité, ce qui correspond aux normes habituelles.

Compte tenu des pertes obligatoires, il nous reste des surplus de 0,078 Mtep en chaleur (dont une partie évaluée à 0,08 Mtep - en H.T. pour l'industrie) ; un excès de 0,353 Mtep en combustibles et de 0,087 Mtep en électricité, soit au total 5,59% de la production.

b) Régulation saisonnière et journalière de la production d'électricité

La production d'électricité par voie éolienne est soumise à une variation saisonnière non négligeable (30 % de la production en hiver, 26 en automne, 24 au printemps, 20 en été). Il sera donc nécessaire d'articuler la production avec celle de la filière photovoltaïque qui permettra une régulation saisonnière pour l'offre à la demande. Ceci pourra être réalisé en recourant également à des techniques de stockage, à des centrales thermiques classiques brûlant une partie de l'excès de combustibles ou des centrales thermiques d'un nouveau type qui n'émettront pas de CO₂. Ces dernières centrales sont au point à l'heure actuelle, seul le recyclage du carburant ne l'est pas encore tout à fait (présentation dans le chapitre des technologies en devenir).

L'adaptation parfaite de l'offre à la demande dans la journée sera en outre assurée par l'interconnexion du réseau breton aux réseaux régionaux européens et grâce aux recours à l'IA au travers des smart grids.

c) La production de chaleur pour l'industrie

Nous indiquons, à titre d'information, cette utilisation particulière de l'hydrogène pour produire de la chaleur HT destinée à l'industrie. Cet hydrogène sera produit par électrolyse HT de l'eau. L'hydrogène sera ainsi utilisé pour stocker de l'énergie électrique excédentaire afin de disposer de chaleur ultérieurement, à la demande.

Le laboratoire de production d'hydrogène du CEA Liten a mis au point un système électrolyseur à haute température (700°C) produisant de l'hydrogène à partir de vapeur d'eau à 150°C et d'électricité avec une consommation électrique de 3,9 kWh par Nm³ d'hydrogène produit.

L'hydrogène possède une très grande densité massique d'énergie (1 kg d'hydrogène contient autant d'énergie qu'environ 3 kg de pétrole) mais il faut un peu plus de 11 Nm³ d'hydrogène pour en obtenir une masse d'un kilogramme dont le pouvoir calorifique inférieur (PCI) équivaut à 33.33 kWh et le PCS 39.41 kWh.

Dès lors s'il faut utiliser 3.9 kWh d'électricité pour obtenir 1 Nm³ d'hydrogène, il en faudra 43.82 kWh pour 1 kg soit un rendement théorique de 76 % (ce qui est excellent) qu'il sera possible d'améliorer, si l'on parvient à récupérer une partie de l'énergie contenue dans l'eau durant la combustion.

Pour obtenir 0,080 Mtep d'hydrogène, 0,105 Mtep d'électricité sont nécessaires. La combustion (au rendement de 0,80) permet de produire finalement l'équivalent de 0,064 Mtep de chaleur HT.

d) Le déficit de chaleur basse et moyenne température

Il est comblé par l'usage de :

- pompes à chaleur dont le coefficient de performance est de 3 : la consommation de 0,100 Mtep d'électricité permet ainsi de récupérer 0,300 Mtep de chaleur BT.
- combustion d'une partie de l'excédent de combustibles solides, liquides et gazeux (CSGL) soit 0,360 Mtep pour obtenir (rendement 0.83) 0,300 Mtep de chaleur BT, MT.

Les filières de transformation utilisées : centrales thermiques, hydrogène, pompes à chaleur, chaudières assurent le bouclage de notre bilan, soit la fourniture annuelle moyenne de 2,170 Mtep en chaleur ; 2,867 Mtep en combustibles et 3,485 Mtep en électricité.

e) Le surplus de production

Les surplus de 0,518 Mtep seront utilisés pour palier à des fluctuations climatiques éventuelles qui pourraient affecter certaines productions. Ils pourront être exportés ou stockés et/ou transformés pour servir de combustibles.

Disponible après transformations : 0,557 MTEP

TABLEAU 17 - Les filières de transformation (en Mtep)

SECTEUR		CHALEUR	COMBUSTIBLE	ELECTRICITE	Total	
UTILISATION	- Résidentiel	1,019	0,132	0,855	2,006	
	- Tertiaire	0,540	0,330	0,378	1,248	3,254
	Transports personnes		0,452	0,804	1,256	
	marchandises		0,461	0,259	0,720	1,976
	Agriculture	0,133	0,185	0,162		0,480
	Pêche, aquaculture		0,108			0,108
	Industrie	0,400	0,846	0,940		2,186
TOTAL besoins		2,092	2,514	3,398	8,004	
PRODUCTION	1 Eolien marin			0,611	0,611	
	marémotrices			0,051	0,051	
	houlomotrices			0,000	0,000	0,662
	2 forêts, talus, etc.	0,060	1,180		1,240	
	cultures énergétiques	0,070	1,639		1,709	
	déchets élevage		0,894		0,894	
	déchets domestiques	0,080	0,175		0,255	4,098
	3 éoliennes terrestres			2,028		2,028
	4 solaire thermique	1,066				1,066
	solaire photovoltaïque			1,360		1,360
5 hydraulique			0,050		0,050	
TOTAL primaire.....		1,276	3,888	4,100	9,264	
TRANSFORMATION ET PERTES	pertes distributions	-0,191	-0,136	-0,410	-0,737	
	production - besoins	-1,007	1,238	0,292		
	production hydrogène		0,064	-0,105	-0,041	
	combustion hydrogène	0,040	-0,050		-0,010	
	autres combustions	0,300	-0,360		-0,060	
	pompes à chaleur	0,300		-0,100	0,200	
	centrales thermiques	0,445	-0,500		-0,055	
	TOTAL FINAL.....		2,170	2,906	3,485	8,561
SURPLUS		0,078	0,392	0,087	0,557	

BT, MT, HT = basse, moyenne et haute températures.

CSGL = combustibles solides, gazeux, liquides.

H₂ = hydrogène Fe = poudre de fer

Il est nécessaire de disposer d'un "pied de pilote" en combustible pour palier aux variations de la production.

L'équilibre est donc atteignable



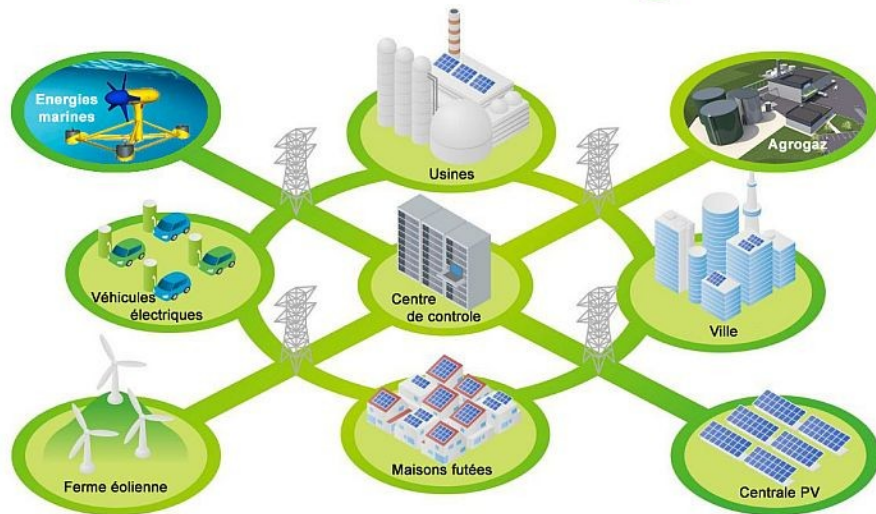
Il reste juste à le sécuriser !

4) Les technologies en développement

Jusqu'ici n'ont été présentées que des technologies matures dont les productions, hélas insuffisantes, sont cependant déjà injectées dans les réseaux de distribution existants.

Mais il va falloir faire mieux dans plusieurs domaines : d'une part dans la gestion de la production et de la distribution, d'autre part dans les technologies de stockage de l'énergie et enfin dans le développement de moyens de transports individuels qui ne pourront pas se résumer à la voiture électrique, à moins que la conception des batteries connaisse un saut technologique important et que leur production en masse le permette.

Réseaux intelligents



Principe général de fonctionnement des smart grids

On désigne par Smart grid un réseau d'énergie qui intègre des technologies de l'information et de la communication

Le smart grid repose sur une interface informatique placée sur la source d'approvisionnement (centrale électrique, éolienne...), laquelle sera en liaison avec une deuxième interface placée en général chez le client, qu'il soit un particulier ou un professionnel.

Les données recueillies par l'interface du client seront envoyées au GRD (Gestionnaire de Réseau de Distribution). Ce dernier ajustera l'approvisionnement en électricité.

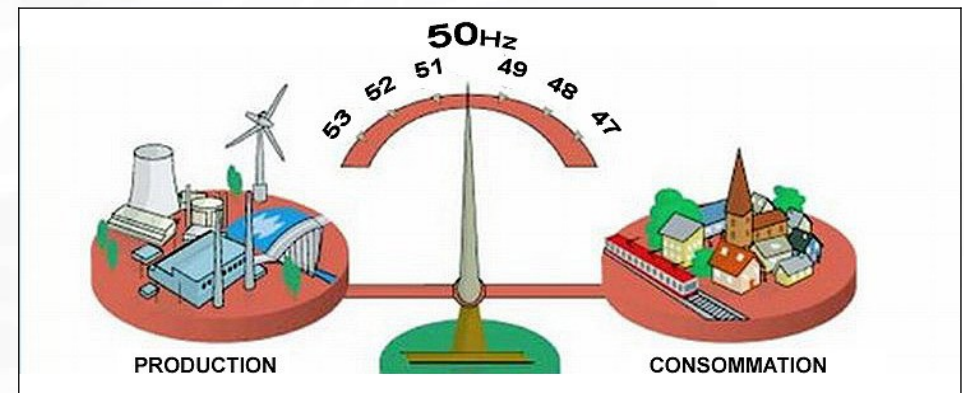
Ainsi, à la couche physique pour le transit d'énergie des réseaux vient se superposer une couche numérique qui joue un rôle de plus en plus important pour son pilotage. De nombreux points d'interface (capteurs, automates etc.) relient ces deux couches.

A côté des smart grids, l'**effacement de la consommation** est un autre moyen permettant de mieux faire correspondre la production et la consommation électrique.

Sur le réseau électrique, on trouve :

- des producteurs d'électricité : grosses centrales électriques, souvent nucléaires, des parcs éoliens, répartis sur le territoire, des centrales hydroélectriques, souvent lointaines, sauf les barrages de la Rance et de Guerlédan. Certaines de ces centrales produisent de manière très constantes et ont du mal à moduler (centrales nucléaires) ; d'autres produisent quand elles le peuvent (les éoliennes, selon le vent) ; très peu sont capables de faire varier très rapidement leur production pour s'adapter au besoin.

- des consommateurs d'électricité : nous tous, dans nos habitations et activités professionnelles ; les industries et activités économiques et tertiaires en tous genres. Nous entendons de pouvoir consommer quand nous en avons besoin et envie, pour toutes les applications, et notamment l'hiver, pour le chauffage qui pèse très (trop) lourd. En fait, beaucoup de ces consommations se déclenchent automatiquement, ce qui est le cas du chauffage, selon les températures.



Mais à tout instant, la production disponible doit rester égale à la consommation demandée. Il faut donc en permanence piloter un ajustement entre les deux, qui s'opère avec les moyens disponibles, et, en période de pointe, quand tous les sites de production tournent à un niveau proche du maximum, trouver un appoint coûte extrêmement cher. Par exemple, on doit acheter du courant à des centrales électriques hydrauliques en Suisse, ou bien installer des centrales dites "de pointe", dont la production est très coûteuse et qui ne tournent dans l'année que pour les périodes de pointe, à un prix très élevé.

Une autre piste peut être empruntée en sens inverse : plutôt que rajouter des productions vendues très cher, essayons de réduire la consommation de pointe, quand la production n'arrive pas à suivre à des coûts raisonnables. Il ne s'agit pas d'une suppression de consommation, mais un décalage dans le temps, à un moment proche où la production se fera dans des conditions normales. Cela va ainsi permettre de bâtir un système beaucoup plus flexible, où tout le monde va trouver son compte.

Les deux systèmes devront être pensés et pilotés localement pour donner les résultats les plus efficaces, développer l'emploi local et assurer un meilleur partage des gains. Il existe une tendance "française", poussée par notre champion hexagonal de la

fourniture d'électricité : les boîtiers sont français, les installateurs locaux, mais les effacements sont pilotés "de loin" et les bénéficiaires vont financer les aventures internationales de ce géant et, s'il en reste, ses actionnaires, dont l'état français. Le profit d'abord, Le consommateur reste bien étranger au partage, comme d'habitude.

A chacun de se positionner : de quel modèle avons nous aujourd'hui besoin pour faire face aux défis de demain en Bretagne, sur nos petits territoires ? Le modèle mondialisé/délocalisé, dont nous voyons tous les jours les effets dévastateurs ? Le modèle monopolistique, sous lequel nous sommes depuis des décennies, et qui nous laisse un système hypercentralisé fortement sclérosé dans la "pensée unique" ?

Le stockage de la surproduction d'énergie électrique

L'intermittence de la production des énergies renouvelables est le travers réel pointé par les opposants aux éoliennes, aux centrales solaires et autres unités de méthanisation.

Or tout problème à une solution, reste à la mettre en œuvre. Lorsqu'un trop plein d'énergie est produit dans un territoire mais que la consommation est insuffisante celle-ci est perdue à moins de pouvoir diffuser ce surplus d'énergie directement dans le réseau, c'est l'une des vocations des smart grids décrits au paragraphe précédant ou de la stocker d'une autre manière soit dans des batteries soit en convertissant l'électricité en "carburants" pour l'utiliser ultérieurement lors des pointes de consommation.

L'**hydrogène** reste le vecteur énergétique le plus connu, inutile de le présenter, certains exemples de bus à hydrogène ont été largement médiatisés.

Mais ce "carburant" s'il reste facile à produire de manière rentable (attention aujourd'hui 90% de l'hydrogène produit est extrait des hydrocarbures) ne jouit pas d'une souplesse d'utilisation extraordinaire. C'est un produit extrêmement explosif et dont le stockage étanche est difficile à garantir. Pour ces deux raisons son utilisation à une large échelle est difficilement envisageable. Il ne semble pas qu'il soit destiné à remplacer l'essence et le gasoil dans les moteurs thermiques de nos véhicules.

Les **batteries** procèdent de technologies qui attirent des ressources importantes en terme de recherche développement. Cependant l'un de leurs inconvénients majeurs consiste dans le recours à des quantités très importantes de matières premières rares. Ces quantités s'évaluent en dizaines de milliers de tonnes s'il s'agissait de devoir convertir le parc mondial de véhicules à moteur thermique.

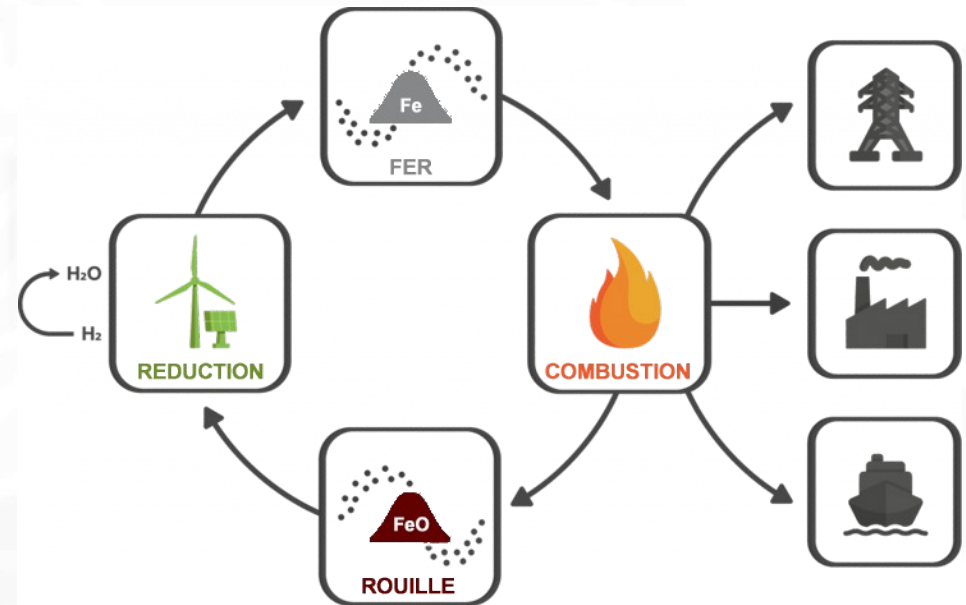
Iron fuel : évoquons maintenant une technologie qui ne fonctionne encore qu'à l'état de prototype, mais son potentiel est intéressant, il s'agit de la technologie du **fer carburant**.

De l'énergie thermique utilisable est produite lors de l'oxydation rapide de poudre de fer dans un four adapté à ce "carburant".

Les voitures ne sont donc pas prêtes de rouler au fer, par contre des unités industrielles nécessitant des procédés thermiques pourront l'utiliser sans problème. A l'heure actuelle au moins une chaudière industrielle de ce type fonctionne dans une brasserie des Pays Bas. Rappelons que la combustion de la poudre de fer ne dégage pas de CO₂.

Description du processus

Les diverses phases du processus nécessitent l'application d'énergie sur deux produits simples ; premièrement sur de l'eau (H₂O) pour obtenir par électrolyse des molécules de dihydrogène (H₂) (et de l'oxygène résiduel) puis en second lieu sur du Fer (Fe) pour le réduire mécaniquement en poudre de fines particules (20 µm).



Quelques explications sur les phases du cycle

- 1 - De l'énergie électrique excédentaire est utilisée d'une part pour obtenir de l'hydrogène et d'autre part pour produire de la poudre de fer.
- 2 - La poudre de fer injectée avec de l'air à haute température s'oxyde dans un four adapté, cette réaction chimique provoque un dégagement d'énergie sous forme de chaleur et produit un résidu, de la poudre de rouille (FeO).
- 3 - Cette poudre de rouille est récupérée pour être mélangée à de l'hydrogène sous haute température (de 600 à 1000 °C), la réaction chimique obtenue permet de lier les molécules de dihydrogène à des atomes d'oxygène contenus dans la poudre de rouille pour former de l'eau, libérant ainsi les atomes de fer.
- 4 - A condition que le taux de "dé-rouillage" soit très important (plus de 99%) et que les particules de fer ne s'agglomèrent pas lors du traitement, la poudre obtenue peut de nouveau être oxydée dans un four et dégager de l'énergie thermique

L'objectif du cycle aura bien été de stocker de l'énergie électrique excédentaire sous une forme exploitable thermiquement puis de recycler les résidus de combustion, constitués de particules de rouille et ceci de manière circulaire reproductible, si les pertes de fer sont maîtrisées.

AVANTAGES

Ce "carburant" inattendu présente des inconvénients mais aussi moult avantages :

- le fer est un métal très abondant sur la planète et peu cher,
- sa combustion ne dégage pas de CO₂, elle ne provoque donc pas d'effet sur le climat
- les résidus de combustion sont inertes et recyclables : de la simple rouille.
- la poudre de fer a une densité énergétique de 11,3 kWh/dm³, mieux que le gasoil
- sa combustion permet d'atteindre de hautes températures supérieures à 1800 °C
- il est possible de récupérer jusqu'à 80 % de l'énergie utilisée lors de la régénération

Par rapport à l'hydrogène

- son transport sa distribution et son stockage sont relativement aisés,
- la poudre de fer ne perd pas de capacité, même après une longue période de stockage
- il n'est pas nécessaire de la comprimer ou de la refroidir
- elle ne risque pas d'exploser à température ambiante

INCONVENIENTS :

- notamment lorsque l'on compare la poudre de fer aux hydrocarbures
- sa masse est très importante puisque qu'il faut compter seulement 1,4 kWh/kg
- pour disposer de la même énergie, il faut manipuler 10 fois plus de masse

Lorsque les procédés auront été finement réglés, fixations des températures de combustion et de réduction, méthode de récupération de la poudre de fer, taux de rouille résiduel après réduction, taux de récupération de matière à l'issue du cycle ; la poudre de fer pourra devenir un moyen de stockage et de distribution de l'énergie électrique excédentaire, pour des usages industriels sous forme de chaleur.

La rentabilité du procédé pourra être comparée avec celles d'autres technologies pour déterminer laquelle est la plus facile à développer massivement.

Les déplacements pendulaires en véhicules particuliers

La grande majorité des déplacements pendulaires pour aller au travail, mener les enfants à l'école ou pour faire les courses sont réalisés dans un rayon de 20 km autour du domicile. Pour réaliser cela, est il bien nécessaire de décaler avec soi la tonne d'acier constituant une voiture ?

Et ce n'est pas l'arrivée des voitures électriques dotées de batteries pesantes et composées pour partie de métaux rares qui risque d'arranger les choses.

Il faut trouver autre chose : des véhicules plus légers et une solution de remplacement pour les batteries. Il va falloir innover et changer de point de vue sur la voiture.

Une solution existe pourtant depuis le XIX^{ème} siècle, à Nantes par exemple, de 1879 à 1917 des tramways à air comprimé ont circulé sur 39 km de voies.



La motorisation automobile à l'air comprimé

Le moteur à air comprimé pour véhicule automobile est une solution prometteuse pour engager la transition énergétique dans le domaine des transports individuels.

MDI, une entreprise provenço-luxembourgeoise développe cette technologie depuis plusieurs décennies, hélas aucun véhicule n'est encore commercialisé. Les raisons de ces blocages demeurent obscures à l'heure actuelle. Pourtant la société MDI a su convaincre de grands groupes comme Véolia ou le géant automobile indien Tata Motors.

Ainsi, il y a près de dix années, en Provence, quatre véhicules de chez Tata motors ont été équipés de moteur à air comprimé : deux Tata Nano et deux Tata Ace pickup truck. L'une des Nano au moins fonctionnait déjà correctement en juillet de cette année là.



Ils n'ont hélas pas été présentés au salon de New Dehli prévu quelques mois plus tard.

Bien sur il reste la consommation d'énergie qui semble défavorable à l'air comprimé dès lors que l'on ne comptabilise pas l'énergie nécessaire à la fabrication, au transport et au recyclage des batteries. Le rendement du moteur pneumatique se situe autour de 40 %. Il faut donc consommer environ 20 kWh d'énergie électrique pour compresser 300 litres d'air à 300 bars et disposer ainsi de 150 km d'autonomie. Au prix actuel du kWh électrique, le coût d'utilisation se situe donc à environ 1.50 € les 100 km.

Par contre la durée de vie du réservoir d'air est garantie pour 100 000 cycles alors que le nombre de cycles chargement / déchargement d'une batterie autrement plus coûteuse est évalué à seulement 2 000 cycles.

Et il faut garder à l'esprit que le rendement mécanique de l'essence n'est que de 30 %.

Enfin dès lors que l'électricité utilisée pour comprimer l'air sera d'origine renouvelable, la pollution au CO₂ sera inexistante.

L'engouement actuel des adolescents pour les "sans-P" est une excellente nouvelle qui contribuera à normaliser l'usage des véhicules légers à air comprimé pour les déplacements pendulaires liés au travail.

Pour populariser encore plus le concept, des flottes associatives ou privées pourraient être mises en services, par les associations d'aide à la personne ou à la poste.

De nouvelles technologies énergétiques sont donc continuellement en cours de développement. Certaines d'entre elles déboucheront sur des solutions utiles à la société qui viendront remplacer des équipements que nous ne savons encore faire fonctionner qu'avec des hydrocarbures.

5) Limites et développement du scénario

La question énergétique est devenue une problématique mondiale, alors à quoi bon vouloir agir au niveau breton ?

Aujourd'hui le système énergétique breton, comme tous les autres, butte sur deux contraintes majeures : la raréfaction des ressources énergétiques exogènes (pétrole et nucléaire) à moyen terme et le changement climatique anthropique à l'œuvre sur la planète entière : un phénomène très largement documenté par les scientifiques et désormais incontestable.

La durabilité de notre système énergétique associée à notre modèle de développement est gravement compromise.

Cela ne laisse qu'une seule option : agir. Mais la nécessaire transition énergétique impactera alors fortement les sphères socio-économiques, spatiales et politiques qui structurent notre mode de vie.

Les politiques gradualistes menées depuis quelques années seulement ne sont plus suffisantes, il convient de développer un sentiment d'urgence au sein de la population et parmi les décideurs. Certes de nombreuses conférences internationales ont poussé quelques Etats à déclarer l'urgence climatique, sans pour autant que des actions de terrain à la hauteur soient réellement entreprises.

Mais on doit déjà retenir une chose de la crise actuelle ; plus nous tarderons à prendre de véritables mesures de changement, plus nos capacités de résilience seront limitées et amoindries ... et plus le combat pour respecter les limites planétaires nous exposera à un risque d'évolution autoritaire de nos démocraties.

Alors oui, les bretons ne pourront pas changer seuls la civilisation dans laquelle nous vivons mais ils doivent faire leur part à leur niveau, tout en souhaitant que d'autres le feront sur leur bout de planète.

Heureusement certains sont déjà en avance et montrent la voie ; la Norvège, la Nouvelle-Zélande ou la Finlande, les trois premiers pays du classement Democracy Index de l'EIU, paru en janvier dernier.



Avec ses 5 471 753 habitants, la Finlande est le plus peuplé des trois, l'excellence démocratique ne semble donc pas corrélée à l'importance de la population. Ce serait même plutôt l'inverse avec un seuil pertinent moyen situé autour de 5 millions d'habitants. Tiens donc !

C'est le seuil qui permet d'articuler démocratie, projet de société, économie et culture partagée à la condition de disposer des moyens d'administrer : un budget et des compétences normatives.

Les verrous sont ici, mais les clefs sont à Paris !

Un petit survol des "petits" pays démocratiques qui agissent



Vi forsker på energisystemets rolle i omstillingen til nullutslippssamfunnet.

La Nouvelle-Zélande, en seconde position cette année (dans le top 5 depuis douze années) engage ses 4 926 551 habitants dans une stratégie de transition énergétique.

Les stratégies énergétiques du gouvernement définissent l'orientation politique et les priorités du secteur énergétique néo-zélandais et se concentrent sur la transition vers une émission nette zéro carbone d'ici 2050, tout en construisant une économie plus productive, durable et inclusive.

La Norvège, la championne démocratique (première douze années de suite) pour ses 5 165 802 habitants a développé un projet de transition énergétique doté de moyens conséquents en associant de nombreux partenaires institutionnels et privés, dans une sorte de NPAN.



La Finlande enfin, en troisième position (dans les dix premiers depuis 2006) du classement invite ses 5 471 753 habitants à soutenir un programme de croissance soutenable.

L'objectif du programme du gouvernement du Premier ministre Sanna Marin est de faire de la Finlande un pays neutre en carbone et la première société de bien-être sans combustibles fossiles d'ici 2035. Cela

nécessite une réduction encore plus rapide des émissions dans tous les secteurs et un renforcement des puits de carbone. (la Finlande dispose de 5 réacteurs nucléaires, la décision d'en faire construire un sixième par un consortium russe vient d'être annulée).

On pourrait continuer la liste en y ajoutant le **Danemark** ou l'**Ecosse** qui développent chacun des programmes ambitieux.

La taille de l'état n'est donc pas un critère pertinent, par contre l'exemplarité du niveau démocratique mis en œuvre en son sein, si !

Cette confiance accordée aux citoyens et le pouvoir qui leur est dévolu permettent à la société de faire des choix partagés et portés par les populations.

Et pour la Bretagne

Ceux qui déclarent "l'abandon du nucléaire, c'est le retour à l'âge de la bougie" ne sont plus crédibles ! L'utilisation exclusive des énergies indéfiniment renouvelables dégage suffisamment d'énergie pour envisager une véritable transition énergétique de la Bretagne, d'ici 2050.

Si nous avons recherché une limitation des échanges - L'objectif à long terme est d'aboutir non à l'ultra spécialisation de nos sociétés actuelles, mais au contraire à une plus grande diversification des productions - il faut noter que la Bretagne resterait largement exportatrice en produits de la terre et de la mer, au prix d'une légère modification de notre régime alimentaire.

Les équilibres naturels sont respectés ...

On voit que le rejet du nucléaire, ne nous a nullement conduit dans le camp des "pétroliers". Les combustibles fossiles font l'objet d'une critique radicale des écologistes ; leur combustion dégage dans l'atmosphère du gaz carbonique, cause principale du dérèglement climatique. Au rythme d'émission actuel, on peut calculer que la teneur en gaz carbonique dans l'atmosphère augmenterait chaque année de 1%. Certes les écosystèmes terrestres et marins sont capables d'une fonction de régulation par la photosynthèse. Celle-ci semble insuffisante et dans les faits, le déséquilibre s'accroît. La seule position cohérente pour un écologiste est, dès lors, de ne jamais accepter le rejet dans l'atmosphère de quantités de gaz carbonique supérieures à celles qui en sont retirées chaque année par la photosynthèse. En clair, ceci signifie qu'il faut faire les carburants à partir de la biomasse terrestre ou marine. C'est ce que nous proposons dans ce N.P.A.B. et en cela nous respectons, a priori, les grands équilibres naturels. (cette partie du texte date de 1979).

Il faut cependant aller au-delà et se demander si le développement des cultures énergétiques n'aboutit pas à une sur utilisation du sol. En fait les cultures de la luzerne ou du ray-grass présentent un bilan humique nettement positif. Pour ce qui est du bilan minéral azoté les apports réguliers des ordures ménagères et des résidus de méthanisation sont également favorables à un équilibre.

Quelles sont les limites de notre scénario ? ...

Nous reviendrons dans notre conclusion générale sur les contraintes internationales qui s'imposeront face à notre scénario. Nous examinons ici uniquement ses limites et ses développements possibles, en ce qui concerne la production d'énergie en Bretagne.

Le potentiel solaire direct est important. La quantité d'énergie récupérable est directement proportionnelle à la surface des capteurs. La filière photovoltaïque est susceptible de fournir à terme en Bretagne l'équivalent de 1.360 Mtep en électricité.

Le gisement solaire "agricole" n'a pas été exploité au maximum. Le rendement annuel moyen envisagé n'est que de 6,075 TEP à l'hectare pour les cultures énergétiques. La production de cette filière peut être augmentée soit par l'extension des surfaces cultivées - mais il y a compétition avec les besoins alimentaires et le niveau d'exportation souhaité - soit grâce à un rendement supérieur. Un niveau de 18 tonnes de

matière sèche à l'hectare est envisageable, sans épuisement du sol et apports massifs d'engrais, pour les cultures capables d'assimiler directement l'azote atmosphérique. Dans ces conditions un niveau de 4.100 Mtep de combustibles pourrait être atteint. A noter que le solaire agricole peut également fournir de la chaleur BT et MT par pyrolyse et co-génération des déchets organiques ou de la matière sèche.

L'exploitation du potentiel éolien terrestre (voisin de 6 Mtep) ne devrait pas dépasser à notre avis le niveau envisagé de 2.030 Mtep en raison des servitudes pour le paysage. Des systèmes off-shore permettent désormais de faire abstraction de ces contraintes, pour répondre à une éventuelle demande supplémentaire d'électricité.

Ainsi, la Bretagne regorge d'énergies ! Il est urgent, de développer une politique de recherche cohérente et soutenue - tant appliquée que fondamentale - dans le domaine des "énergies nouvelles" et de financer une politique d'installation concertée et coordonnée des différents équipements de production.

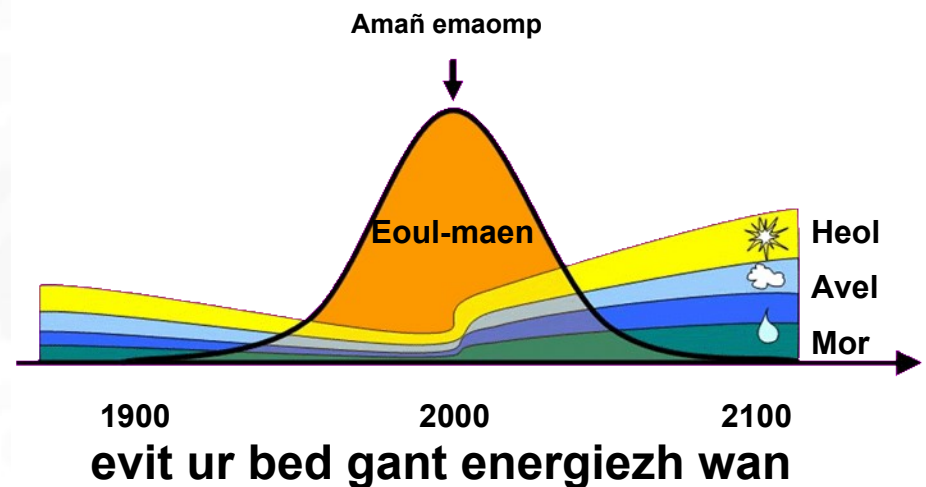
La responsabilité des instances officielles de l'Etat est largement engagée...

S'il ne souhaite pas ou ne peut pas s'engager, il doit dévoluer cette compétence à l'institution régionale.

Qui peut Le plus, peut le moins...

Le scénario étudié dans ce document prévoit une évolution rapide de la situation actuelle - où les combustibles fossiles assurent une large part de notre production énergétique - d'ici 2050 où nous n'envisageons que les énergies renouvelables.

Bezit prest



www.oilcrisis.com

CONCLUSION : UNE RUPTURE HISTORIQUE NECESSAIRE QUI DOIT MOBILISER TOUS LES BRETONS

Il faut distinguer deux grandes catégories d'événements qui peuvent freiner l'avènement de la transition énergétique en Bretagne.

- **D'une part les causes extérieures**, provoquées par les conséquences planétaires des bouleversements dus au changement climatique et par les évolutions non maîtrisées des six facteurs exposés dans le rapport cinquantenaire dit, du club de Rome : "*the limits to growth*". Pour rappel ces facteurs sont l'évolution démographique, les réserves de ressources naturelles, la disponibilité per capita des trois productions de base alimentaire, industrielle et servicielle et enfin l'évolution du niveau global de pollution.

- **D'autre part les causes intérieures** qui révéleront les freins endogènes à la transition énergétique en Bretagne et qui relèveront autant des aspects réglementaires, légaux, fiscaux, financiers, aux niveaux hexagonal et/ou européen que des contextes sociaux et culturels installés en Bretagne durant les prochaines décennies.

La nécessité de l'action

Pour autant ce n'est pas parce que la situation est difficile qu'il ne faut rien entreprendre et à l'instar des trois pays cités dans le paragraphe précédant et de bien d'autres qui agissent localement, il est vital de mettre œuvre les politiques indispensables.

Il faudra juste garder à l'esprit que puisque le problème est planétaire la réponse ne pourra être que solidaire et cela à l'échelle mondiale. Il est illusoire de vouloir créer des havres confortables et fortifiés dans l'espace occidental, si le chaos règne ailleurs.

Mais il faut commencer quelque part tout en réservant des ressources pour pouvoir agir là où les moyens financiers, technologiques et humains manquent, pour des actions concertées d'aides au développement.

Afin de mobiliser les citoyens, les entreprises, les associations et les collectivités, il faudra élaborer en commun un projet énergétique breton compris et partagé par tous les acteurs. La validation par le plus grand nombre des différentes filières de production énergétique exigera certainement des négociations, des arbitrages et des concessions entre les différentes branches professionnelles, entre les citoyens usagers et entre les collectivités, mais assurer le développement de ces filières est indispensable pour atteindre un mix énergétique efficace, résultant de l'exploitation de toutes les ressources à notre disposition, sans exclusive : vents, courants, houle, soleil, déchets et biomasse, tout devra être exploité.

La planification de ce projet global devra être assurée au niveau breton par une assemblée restant à créer, car la collectivité actuelle ne dispose pas des pouvoirs et des budgets nécessaires. Cette nouvelle instance sera la seule capable d'articuler la planification énergétique entre les niveaux locaux et les niveaux européens. Elle seule sera en mesure d'établir la hiérarchisation des usages énergétiques au niveau régional et donc proche des citoyens sur le terrain.

Cela implique que la transition économique et sociétale, ne pourra pas se produire dans un état hyper centralisé de 67 millions d'habitants qui tire tous les avantages pour sa région capitale (Gross Paris = 812 km² soit 0.15 % de la surface de l'hexagone).

L'avenir se jouera au plus près du terrain, dans les territoires qui auront pu fixer ou attirer de la matière grise locale orientée vers une culture de la résilience et de la solidarité.

Un choix se présente à nous :

- **soit la résilience démocratique** avec un pouvoir normatif dévolu à une assemblée de Bretagne
- **soit l'effondrement catabolique** avec le pouvoir nucléocrate jacobin de la bourgeoisie ultra libérale parisienne.

Une vraie "rupture historique" suppose également une modification durable des comportements, un changement radical du "logiciel de pensée et d'action" individuel et collectif, ainsi qu'une très forte mobilisation de tous les Bretons.

Les énergies locales permettent d'allier développement local, création d'emplois de proximité, réduction de la facture énergétique et sécurité d'approvisionnement.

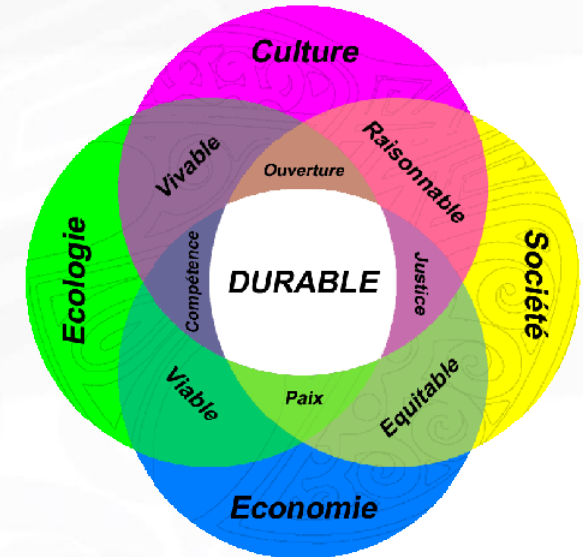
La solution au problème posé est politique. L'intérêt du NOUVEAU PROJET ALTER BRETON est de donner des éléments de réflexion pour un débat plus large sur la réalisation concrète d'une société autogestionnaire, écologique et bretonne.

Nous avons le sentiment que la Bretagne bénéficie d'une situation exceptionnelle pour changer de cap. Encore faudra-t-il qu'un mouvement populaire prenne en charge le problème dans toutes ses dimensions.

N'aurions-nous réussi qu'à lui faire prendre conscience qu'il est urgent d'agir ?... Que nous aurions atteint notre but !

Aucune propriété n'est revendiquée sur le contenu de ce document, dont l'utilité sera décuplée si les thèmes et les objectifs présentés sont largement discutés au sein de diverses instances professionnelles, universitaires, syndicales ou au sein de groupes de citoyens simplement intéressés par la réalisation de l'objectif énergétique (néologisme emprunté à Marc Thery).

Tous les sujets présentés demeurent évidemment amendables et nécessiteront des apports argumentés qui viendront enrichir, augmenter, préciser, améliorer, voire corriger ce document initial.



ANNEXES & LIENS

Quelques sources relatives aux thèmes exposés au fil des pages du document

Page i Préambule

<https://www.pressespopulaires.bzh/produit/semanciper-un-projet-de-societe-vu-de-bretagne/>
http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/32/pdfs/ukpga_20060032_en.pdf

Page 1

www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p01_data_2020_Limits-2-Growth.xls
Les courbes sont reconstituées à partir de données glanées sur le Web. Les titres en gras constituent les libellés des requêtes lancées dans QWANT.

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2014/sep/02/limits-to-growth-was-right-new-research-shows-were-nearing-collapse>

WORLD DATA RESEARCH

<http://www.worldometers.info/>
<https://ourworldindata.org/>
<http://www.worldbank.org/en/research>
<http://unctadstat.unctad.org/FR/Index.html>
<https://knoema.fr/insights/Economy>

LIMITS TO GROWTH REPORT

<http://www.whole-systems.org/world3.html>
<https://jancovici.com/en/readings/societies/the-limits-to-growth-donella-meadows-dennis-meadows-jorgen-randers-and-behrens-william-w-iii-1972/>
<http://www.sustainsuccess.co.uk/wp-content/uploads/2012/10/LimitsToGrowth.png>
<http://3.bp.blogspot.com/-DFWutnglJrQ/UbYgDBifOml/AAAAAAAAA5Y/TjotBx63DIY/s1600/limits+to+growth.jpg>

1 - NON RENEWABLE RESOURCES REMAINING

<https://data.earthli.com/news/attachments/entry/2877/amount-of-natural-resources-left.jpg>
<https://pixshark.com/depletion-of-natural-resources-graph.htm>
https://www.encyclo-ecolo.com/Epuisement_des_ressources_naturelles
<https://www.eia.gov/beta/international/>
<https://www.footprintnetwork.org/>
<http://data.footprintnetwork.org/#/>
<https://www.eia.gov/beta/international/>
<http://sciox.org/resource-depletion-from-reserves.html>
<http://theoildrum.com/>
<https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2015>
<https://webstore.iea.org/key-world-energy-statistics-2017>
<https://webstore.iea.org/world-energy-prices-2018-an-overview>
http://wds.iea.org/wds/pdf/WorldEnergyPrices_Documentation.pdf
<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf>

- ***Diskrivañ diwar unañ a zo skrap ;
diwar daou imbouc'h.***

- ***Copy from one, it's plagiarism;
copy from two, it's research.***

Les liens surlignés sont déjà intégrés dans le document, les autres apparaissent seulement ici.

2 - POPULATION

<http://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=97>
<http://www.worldometers.info/fr/population-mondiale/>
<https://ourworldindata.org/world-population-growth>
<https://ourworldindata.org/wp-content/uploads/2013/05/updated-World-Population-Growth-1750-2100.png>
<https://www.planetoscope.com/natalite/5-croissance-de-la-population-mondiale-naissances---deces-.html>

3 - FOOD

<https://ourworldindata.org/food-per-person>
Food supply by region in kilocalories per person per day, 1961-2013
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS/visualize>
<http://www.greenfacts.org/en/diet-nutrition/figtableboxes/table-1.htm>
<https://www.ers.usda.gov/data-products/>

4 - WORLD AVERAGE SERVICE

<http://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=135718>

3 - 4 - 5 - FOOD SERVICE INDUSTRIE

<http://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=95>
WORLD AVERAGE GDP PER CAPITA
<http://unctadstat.unctad.org/FR/Index.html>
Constant GDP per capita for the World (NYGDPPCAPKWLD)
<https://fred.stlouisfed.org/series/NYGDPPCAPKWLD>
<https://gailtheactuary.files.wordpress.com/2016/03/imf-world-real-gdp-forecast.png>
<http://realinvestmentadvice.com/wp-content/uploads/2016/02/GDP-PerCapita-Population-GrowthRates-022916.png>
<https://knoema.fr/OECD/EOLTBP2014/economic-outlook-no-95-long-term-baseline-projections-2014>

TEMPERATURES

http://www.architecture2030.org/images/global_temp_projections_rcp_scenarios3.jpg

ENERGY

<https://www.audiotech.com/trends-magazine/images/articles/2013/12/pg9.png>

EPI 2014 Environmental Performance Index

<http://archive.epi.yale.edu/>

DIVERS

<http://toptrends.nowandnext.com/2008/12/18/2009-trends-map/>
(cdiac) carbon dioxide information analysis center
http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/images/global_fossil_carbon_emissions_google_chart.jpg
<http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/graphics/global.total.jpg>
http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/glo_2014.html

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus
www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p01_data_2020_Limits-2-Growth.xls

A - Les enseignements du rapport Meadows

Page 2

Anticiper ces prochaines crises systémiques !

<https://fred.stlouisfed.org/graph/?id=MCOLBRENTU>

Page 3

Quelle alternative après la prochaine crise financière ?

<https://fred.stlouisfed.org/series/MVLOAS>

<https://www.oecd.org/economic-outlook/>

<https://www.project-syndicate.org/commentary/financial-system-migrating-risks-by-mohamed-a-el-erian-2017-07/french>

<https://www.montpelerin.org/>

Page 4

<https://prospective-innovation.org/wp-content/uploads/2021/05/NDL-12032021-Halte-a-la-croissance-1.pdf>

Page 5

<https://www.clubofrome.org/publication/the-circular-economy-and-benefits-for-society/>

<https://www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod/>

Page 6

<https://www.eiu.com/n/democracy-index-2021-less-than-half-the-world-lives-in-a-democracy/>

<https://www.populationdata.net/palmares/idh/>

Page 7

Ni pétrole, ni nucléaire

Un projet Alter pour la planète est nécessaire

<https://www.planetoscope.com/petrole/559-production-mondiale-de-petrole.html>

<https://www.statista.com/statistics/265203/global-oil-production-since-in-barrels-per-day/>

https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/02/12/petrole-de-schiste-comment-la-production-a-ete-decuplee-en-dix-ans-aux-etats-unis_5255531_4355770.html

Page 8

<https://www.eea.europa.eu/ims/total-greenhouse-gas-emission-trends>

Page 9

<https://www.bioenergie-promotion.fr/wp-content/uploads/2016/01/l-usine-bretagne-pellets-flambant-neuve-photo-frederic-douard-540x232.jpg>

<https://www.bioenergie-promotion.fr/wp-content/uploads/2016/01/la-chaine-d-ecorcage-des-petits-billons-holtec-a-ete-fournie-par-bzh-photo-frederic-douard-540x226.jpg>

<https://www.bruded.fr/projet/plouezoch-29-une-couverture-photovoltaïque-pour-la-salle-associative/>

Page 10

Les prévisions de 1979 confirmées...

Paru le : 29/12/2020 Populations légales communales depuis 1968

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2522602/fichier_poplegale_6818.xlsx

Sources : Paru le : 03/12/2021 T201 : Emploi en fin d'année en Bretagne

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4255466/T201.xls>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5395838?sommaire=5395900>

<https://france-decouverte.geoclip.fr/#c=externaldata>

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5363674/donnees_CTEF_2021.xlsx

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5395841?sommaire=5395900>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5395841/base-ccx-caract-emploi-2018.zip>

Page 11

Source : Insee, Omphale 2017, projections de population active 2016-2040.

Source : T201 - Emploi en fin d'année en Bretagne, selon le statut (salarié/non salarié) et le secteur d'activité (A5)

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5365126>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5365126/T201.xlsx> Paru le 11/05/2021

Page 12

Ni "Portsal", ni "Fukushima" ...

https://www.researchgate.net/publication/278412415_The_Capitalist_Pressure_to_Extract_An_Essay_on_the_Ecological_and_Political_Economy_of_Extreme_Oil_in_Canada

<https://www.transitionsenergies.com/400-milliards-dollars-subsidies-energies-fossiles/>

<https://www.connaissancedesenergies.org/les-subsidies-aux-energies-fossiles-en-5-questions-180123>

<https://priceofoil.org/2021/05/04/is-this-even-legal/>

Page 13

International Energy Agency - Agence Internationale de l'Energie

<https://www.iea.org/data-and-statistics>

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/net-zero-by-2050-scenario>

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-oil-demand-by-scenario-between-2010-and-2040-and-declines-in-supply-from-2019>

<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020/etp-model>

<https://www.prevenircestchanger.com/leurope-menacee-de-manquer-de-petrole-face-au-declin-irreversible-de-la-production/>

https://www.rigzone.com/images/news/misc/d5fc420d-22d5-4346-85b5-b8575f868a73_582x327.png

<https://cdn.offshorewind.biz/wp-content/uploads/sites/6/2020/11/16144524/Rystad-3.jpg>

Page 14

https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_52716/world-s-uranium-resources-enough-for-the-foreseeable-future-say-nea-and-iaea-in-new-report

<https://stockhead.com.au/wp-content/uploads/2021/04/Untitled-7.jpg>

Page 15

Le projet alter breton constitue une alternative énergétique

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-05/2021_t1_tb_dpt_installations_éolien.xls

Consommation annuelle d'électricité et gaz par département et par secteur

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/e455db41-28c2-419d-bdf1-d44635fdc97e>

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-locales-de-consommation-denergie?rubrique=&dossier=189>

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/vente-produits-petroliers-2019-annexes_0.xls

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-annuelles-de-consommation-de-produits-petroliers-par-departement-france-metropolitaine-0>

PPE 2021

http://anthonycellier.fr/wp-content/uploads/2019/01/50801754_2213728198948781_1489836640728776704_n.png

http://anthonycellier.fr/wp-content/uploads/2019/01/50719274_2213728202282114_1762425115355643904_n.png

<https://www.enerdata.fr>

<https://www.enerdata.fr/publications/scenarios-donnees-energetiques.html>

<https://eneroutlook.enerdata.net/register.html>

<https://eneroutlook.enerdata.net/forecast-world-final-energy-consumption.html>

Page 16

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/consommation-annuelle-delelectricite-et-gaz-par-departement-et-par-code-naf/>

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2859843/projections_scenario_central.xls

Page 17 intercalaire

B - Nos références : la Bretagne de 1975 et de 2019

Page 18

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/1893255>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4265439?sommaire=4265511>

<https://www.vie-publique.fr/en-bref/20079-populations-legales-les-chiffres-pour-2020>

Page 19

2) L'organisation spatiale

Base des aires d'attraction des villes 2020

<https://www.insee.fr/fr/information/4803954>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4808125>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4806068>

Page 20

3) Les structures de production

a) L'économie bretonne par secteur

Population active, emploi et chômage en 2018

Les données 2018 sont diffusées selon la géographie en vigueur au 01/01/2021

https://www.insee.fr/fr/statistiques/tableaux/5397633/DEP/22/rp2018_td_emp3_v2.xls

https://www.insee.fr/fr/statistiques/tableaux/5397633/DEP/29/rp2018_td_emp3_v2.xls

https://www.insee.fr/fr/statistiques/tableaux/5397633/DEP/35/rp2018_td_emp3_v2.xls

https://www.insee.fr/fr/statistiques/tableaux/5397633/DEP/44/rp2018_td_emp3_v2.xls

https://www.insee.fr/fr/statistiques/tableaux/5397633/DEP/56/rp2018_td_emp3_v2.xls

b) Le secteur primaire

https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/COMPT0005_NRP/detail/

Page 21

c) Le secteur secondaire

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4653582/>

<https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/territoires-dindustrie-44>

<https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/>

ANCT_Fiche_22_Cotesd%27Armor%20STC.pdf

<https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2021-11/>

ANCT_Fiche_29_Finistere%20STC.pdf

<https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/>

ANCT_Fiche_35_Ille%20et%20Vilaine%20STC.pdf

<https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/>

ANCT_Fiche_44_Loire%20Atlantique%20STC.pdf

<https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2021-11/>

ANCT_Fiche_56_Morbihan%20STC.pdf

Page 22

d) Le secteur tertiaire

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5017231?sommaire=5017289> (B4)

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5017251?sommaire=5017369> (PdL)

Tertiaire non marchand

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/series/102759768?NAF2=2384624>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/010567592>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/telecharger/xlsx/>

<010567577+010567570+010567583+010567592+010567604>

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/version-html/4656783/br_ina_94.pdf

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4656783/br_ina_94.xlsx

e) Une révolution intellectuelle à opérer

<https://www.defi-metiers.fr/breves/identifier-levolution-des-competences-en-lien-avec-la-transition-ecologique>

<https://www.actu-environnement.com/ae/news/evolution-emplois-formation-transition-energetique-18809.php4>

<https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/3908-transition-energetique-les-territoires-se-mobilisent-et-accompagnent-l-evolution-emplois-et-des-competences-dans-la-filiere-du-batiment-9782358387668.html>

<https://librairie.ademe.fr/cadic/4394/evolution-emplois-competence-filiere-batiment-partie1-8270.pdf>

<https://librairie.ademe.fr/cadic/4394/evolution-emplois-competence-filiere-batiment-partie2-8270.pdf>

Page 23

4) Les consommations énergétiques apparentes par secteur

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-04/dre_bretagne.xlsx

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-04/dre_pays_de_la_loire.xlsx

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/6011060?sommaire=6011075>

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/e455db41-28c2-419d-bdf1-d44635fdc97e>

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/86a578ea-9024-489c-8630-2dd14003ab54>

<https://opendata.reseaux-energies.fr/explore/dataset/conso-departement-annuelle/download/>

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/energie-climat/r/toutes-energies-donnees-locales-denergie-2.html>

Page 24

<https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

<https://transitions2050.ademe.fr/>

Page 25

<https://negawatt.org/Scenario-negaWatt-2022>

Page 26 mann ebet

C - Un scénario énergétique fondé sur les énergies renouvelables pour 2050

Page 27 mann ebet

Page 28 mann ebet

1) Les besoins en énergie en 2050

a) la population

b) le secteur résidentiel et tertiaire

<https://www.forumconstruire.com/guides/guide-rt-2020/>

<https://www.ecologie.gouv.fr/reglementation-environnementale-re2020>

<https://www.data.gouv.fr/fr/pages/donnees-logement-urbanisme/>

Base des aires d'attraction des villes 2020

<https://www.insee.fr/fr/information/4803954>

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4803954/AAV2020_au_01-01-2021.zip

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4808125> B4

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4806068> PdL

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p29_data_2018_Lojeizou.xls

Page 30

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-02/parc_par_departement_dpe_2018.zip

<https://www.ecologie.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>

<https://www.infoenergie38.org/23-le-nouveau-coefficient-denergie-primaire-de-lelectricite/>

PRINC10M – Résidences principales par type de logement, nombre de pièces et combustible principal (Bretagne)

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5395863/BTX_TD_PRINC10M_2018.zip

LOG1 – Logements construits avant 2016 par type, catégorie et époque d'achèvement de la construction

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5395859?sommaire=5395912>

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5395859/BTX_TD_LOG1_2018.zip

<https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/nombre-de-logements>

PRINC9M – Résidences principales par type de logement, nombre de pièces et mode de chauffage (France)

https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5395863/BTX_TD_PRINC9M_2018.zip

Populations légales 2019 Chiffres détaillés Paru le : 29/12/2021

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/6011060?sommaire=6011075>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/6011060/dep22.xlsx>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/6011060/dep29.xlsx>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/6011060/dep35.xlsx>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/6011060/dep44.xlsx>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/6011060/dep56.xlsx>

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p30_data_2019_DPE_2050.xls

c) Les transports de personnes et de marchandises

Mémento de statistiques des transports 2019

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/memento-de-statistiques-des-transports-2019>

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-02/1_memento_2019_synthese_tous_modes.xls

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-02/2_memento_2019_transports_ferroviaires.xls

Chapitre 1 : Synthèses tous modes - 2019 (xls, 254.5 Ko)

Chapitre 2 : Transports ferroviaires - 2019 (xls, 305.5 Ko)

Chapitre 3 : Transports urbains et routiers 1re partie - 2019 (xls, 1.01 Mo)

Chapitre 3 : Transports urbains et routiers 2ème partie - 2019 (xls, 444 Ko)

Chapitre 4 : Transports par oléoduc - 2019 (xls, 44 Ko)

Chapitre 5 : Transports maritimes - 2019 (xls, 231.5 Ko)

Chapitre 6 : Navigation intérieure - 2019 (xls, 152 Ko)

Chapitre 7 : Transports aériens - 2019 (xls, 318 Ko)

Chapitre 8 : Entreposage et services auxiliaires - 2019 (xls, 81.5 Ko)

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-les-immatriculations-des-vehicules>

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-07/rsvero_neufs_2020.zip

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-07/rsvero_occasions_2020.zip

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-04/immatriculations_neuves_2019.zip

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-04/immatriculations_occasion_2019.zip

<https://www.sncf-reseau.com/sites/default/files/2021-03/SNCF%20Reseau%20dossier%20-%20Le%20reseau%20ferre%20en%202021.pdf>

<https://www.sncf-reseau.com/fr/contact/demande-donnees-sncf-reseau>

<https://www.inobpl.fr/page/etudes-preliminaires-1ere-phase>

Page 33

<http://www.observatoire-transports-bretagne.fr/synthese-de-l-etude-prospective-logistique-a2123.html>

http://www.observatoire-transports-bretagne.fr/IMG/pdf/logistique-bretagne-2040_synthese-finale_v1-2.pdf

<http://www.observatoire-transports-bretagne.fr/transport-aerien-2019-tendances-2020-r182.html>

Page 34

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-des-vehicules-au-1er-janvier-2019>

https://www.autorite-transports.fr/wp-content/uploads/2020/01/bilan_marche_ferroviaire_marchandises_2018_vf-1.pdf

http://www.observatoire-transports-bretagne.fr/IMG/ods/dct_rub4.ods

Page 35

d) la pêche

e) l'agriculture

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-07/clc_etat_com_n3.zip

https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/SAANR_1/detail/

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p35_data_2018_BZH_Corine-land-cover.xls

Page 36 mann ebet

f) l'industrie

Page 37

2) Un scenario de production d'énergies renouvelables

a) les filieres marines

<https://bretagne-environnement.fr/donnees-energies-marines-bretagne>

https://bretagne-environnement.fr/sites/default/files/carte_EMR_bretagne_2018.jpg

(ARRÊT DÉFINITIF DE L'APPLICATION FIN AVRIL 2022)

<https://data.shom.fr/donnees#001>

<http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://www.bretagne-peches.org/default.asp?titre=les-energies-renouvelables-marines&mode=environnement&id=102>

Page 38

<https://www.sabella.bzh/>

Page 39

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie-houlomotrice-ou-energie-des-vagues>

<https://sem-rev.ec-nantes.fr/navigation/technologies-testees/prototype-houlomoteur-wavegem%C2%AE>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032121002240>

<https://www.offshore-energy.biz/uk-universities-to-share-7-5-million-to-advance-wave-energy/>

<https://www.energiesdelamer.eu/2019/08/26/wavegem-est-installee-chez-sem-rev-au-croisic/>

<https://www.geps-techno.com/>

Page 40

b) Les filieres de la biomasse terrestre

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/agreste-teruti-lucas-utilisation-du-territoire-1/>

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/4ef8cdd0-bed1-47bd-a448-a747fde4387>

<https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/W0020#query/open/W0020>

Page 41

<https://aile.asso.fr/wp-content/uploads/2021/02/Bilan-Plan-bois-energie-Bretagne-2020-VF-1.pdf>

<https://aile.asso.fr/wp-content/uploads/2020/11/Guide-Ressource-bois-bois-energie-2019-VF.pdf>

http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/diapo_srb_foret_bois_121017.pdf

<https://cms.geobretagne.fr/content/bocage-le-programme-breizh-bocage-2015-2022>

<https://bretagne-environnement.fr/bocage-en-bretagne-dossier>

<https://bretagne-environnement.fr/haies-bocageres-bretagne-article>

<https://bretagne-environnement.fr/node/238046#>

<https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/EXFNR00/detail/>

<https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/EXFNR00#query/open/EXFNR00>

http://gide.bretagne-environnement.org/index.php/content/download/25119/434345/file/ALDO_dataset_epci_foret_surface.csv

http://gide.bretagne-environnement.org/index.php/content/download/25117/434285/file/OEB_dataset_epci_bocage_lineaire.csv

http://gide.bretagne-environnement.org/index.php/content/download/25115/434225/file/OEB_dataset_epci_bois_energie_consommation.csv

<https://bretagne-environnement.fr/estimer-potentiel-energetique-bois-energie-territoire-estigis-outil>

https://www.fibois-paysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2021/06/brochure_dfbf_pdl_juin2021_web.pdf

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p41_data_2019_Koajou.xls

<https://www.fao.org/3/y3557f/y3557f00.htm>

<https://www.fao.org/3/y3557f/y3557f06.htm>

<https://www.anses.fr/fr/content/les-protéines>

https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/SAANR_9#query/open/SAANR_9

<https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron!/searchurl/searchUiid/search/>

https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/SAANR_DEVELOPPE2

<https://ciqual.anses.fr/#/cms/telechargement/node/20>

https://ciqual.anses.fr/cms/sites/default/files/inline-files/Table%20Ciqua%202020_FR_2020%2007%2007.xls

https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/SAANR_12#query/open/SAANR_12
<https://www.franceagrimer.fr/Mediatheque/INFORMATIONS-ECONOMIQUES/PECHE-ET-AQUACULTURE/CHIFFRES-ET-BILANS/2019/La-filiere-peche-et-aquaculture-en-France-en-2019>
<https://www.franceagrimer.fr/Mediatheque/INFORMATIONS-ECONOMIQUES/PECHE-ET-AQUACULTURE/CHIFFRES-ET-BILANS/2020/Donnees-de-vente-declarees-en-halles-a-maree-en-2019>
https://www.franceagrimer.fr/content/download/67037/document/STA_MER_chiffres_cles.pdf
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/SAANR_13/detail/
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/SAANR_13#query/open/SAANR_13
<https://productions-animales.org/article/view/3294>
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/SAANR_10#query/open/SAANR_10
<https://www.franceagrimer.fr/FAQ/VIANDES/Viandes-Que-signifie-T.E.C>
 Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus
www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p41_data_2019_Protein.xls

Page 42

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0>

Page 43

<https://www.arvalis-infos.fr/le-tourteau-de-colza-s-r-economique-et-facile-a-utiliser-@/view-25476-arvarticle.html>
https://champlor.com/wp-content/uploads/2020/12/CHAMPLOR_TOURTEAUX-COLZA_Decembre-2020.pdf

Page 44

https://normandie.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Normandie/506_Fichiers-communs/PDF/ENERGIES/Fiche-SWITCHGRASS.pdf
https://www.seedenergies.fr/images/sampled/data/documents/fiche_technique_switchgrass.pdf
<https://webtrame.net/uploads/sites/a50a803232699ee1ffe79967d30596a5faadf8d7.pdf>
https://ardennes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Grand-Est/045_Inst_Ardennes/RUB_Techniques/fiche_technique_Miscanthus.pdf
<https://france-miscanthus.org/>

Page 45

Bin2Grid Guide pour la méthanisation de déchets de l'IAA
https://methasynergie.fr/wp-content/uploads/2020/05/Guide_m%C3%A9thanisation_industrie-agroalimentaire.ORDIF_Avril-2016-1.pdf
<http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles/pdf/set-revue-filieres-codigestion-substrat.pdf>

Page 46

<https://www.valorys.com/fr/presentation-de-valorys-0>
https://www.valorys.com/sites/default/files/media/downloads/synthese_rapport_annuel_valorys_2019.pdf
www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p46_data_2019_Lastez.xls

Page 47 mann ebet

Page 48

c) la filière éolienne terrestre

<https://bretagne-environnement.fr/donnees-eolien-terrestre-bretagne>
<https://bretagne-environnement.fr/node/243900>
https://bretagne-environnement.fr/sites/default/files/donnees/gide/oeb_eolien_installations_fin2019.csv
https://observatoire.loire-atlantique.fr/44/les-cartes/l-eolien-terrestre-en-loire-atlantique/p1_12739
https://observatoire.loire-atlantique.fr/upload/docs/application/pdf/2019-10/env_eolienloireatlantique.pdf
<https://www.loire-atlantique.gouv.fr/Politiques-publiques/Developpement-durable-et-mobilite/Energies-renouvelables/Eolien-terrestre>
<https://trouver.datasud.fr/dataset/c485f3fd-75c3-416c-bb6b-ed6535ac272c/resource/ef1eee39-fcbb-493c-9540-1cfa8237a89c/download/eolien-en-france-par-departement-au-300921.xls>
<https://www.revolution-energetique.com/guides/voici-les-5-meilleures-cartes-pour-localiser-les-eoliennes-en-france/>

Page 49

<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2019.pdf>
<https://www.offshorewind.biz/2020/06/26/denmark-for-every-1-gw-of-offshore-wind-14600-fte-jobs-secured/>
<https://en.winddenmark.dk/wind-in-denmark/statistics/employment-export-and-revenue>

d) Filière solaire directe (thermique)

http://www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data-plus/p49_map_2012_PVGIS_EU_solar.jpg

Page 50

<https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/categories-du-rural-et-de-lurbain>
<https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/grille-communale-de-densite>
<https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/methodes/comprendre-la-grille-de-densite>
https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/5395863/BTX_TD_PRINC10M_2018.zip
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5039991?sommaire=5040030>

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

http://www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p50_data_2018_Tiez.xls

e) Filière solaire photovoltaïque

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

<https://www.digitalcorner-wavestone.com/2019/09/developpement-de-la-filiere-energie-solaire-ou-en-est-on/>

<https://www.enderi.fr/Energie-solaire-l-heure-de-la-maturite%E2%80%89a395.html>

<https://www.pv-magazine.fr/2020/06/02/le-cout-de-lenergie-photovoltaique-a-baisse-de-82-depuis-2010/>

<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>

<https://www.irena.org/newsroom/articles/2020/Jun/How-Falling-Costs-Make-Renewables-a-Cost-effective-Investment>

<https://circuitcourt-energie.com/un-potentiel-solaire-en-bretagne-tres-favorable-aux-panneaux-solaires/>

<https://bretagne.ademe.fr/retours-dexperience/energies-renouvelables-et-reseaux-de-stockage/solaire-photovoltaique>

<https://www.akajoule.com/wp-content/uploads/2020/04/Cetih-PV-1080x380.jpg>

<https://www.edfenr.com/pros/entreprises/>

<https://www.edfenr.com/wp-content/uploads/2016/01/bloc1-entreprise.jpg>

<https://www.batylab.bzh/retour-experience/ekopol>

<https://www.batylab.bzh/wp-content/uploads/ekopol-galerie-2-840x473.jpg>

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/86a578ea-9024-489c-8630-2dd14003ab54>

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

http://www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p51_data_2019_Prod-PV_Enedis.xls

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20ressources%20Photovoltaique.pdf>

<http://fr.nbeva.com/Qu-est-ce-que-le-mat-riau-EVA/>

<https://www.renovablesverdes.com/fr/que-es-el-pet/>

Le fichier dont le lien de téléchargement figure ci dessous, a été compilé à partir de données extraites des fichiers récupérés ci dessus

http://www.yes-brittany.eu/pellgargan/RANB2022/data/p52_data_2019_Mentel-danvez.xls

3) Les filières de transformation

<https://expertises.ademe.fr/energies/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-laction/vecteur-hydrogene>

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/production-de-lhydrogene>

<https://www.usinenouvelle.com/article/90-de-rendement-pour-un-systeme-d-electrolyse-du-cea.N1851857>

<https://liten.cea.fr/cea-tech/liten/Pages/Collaborer/Plateformes-Technologiques/Production-Hydrogene-et-Stockage.aspx>

<https://liten.cea.fr/cea-tech/liten/Pages/Medias/Actualites/Vecteur-Hydrogene/L-hydrogene-au-c%C5%93ur-d-une-emission-speciale.aspx>

4) Les technologies en développement

<https://www.smartgrids-cre.fr/>

<https://idelecplus.com/principe-de-fonctionnement-et-enjeux-des-smart-grids-dans-le-tertiaire-et-lindustrie>

http://entrepreneurs.cae22.coop/IMG/pdf/Plein_d_Energie_No_12.pdf

https://www.coredem.info/IMG/pdf/apres_petrole.pdf

<https://electrical-engineering-portal.com/wp-content/uploads/smart-grid-dynamic-network.gif>

https://tehttris.com/wp-content/uploads/2021/05/AdobeStock_137909490_1-768x564.png

<https://scwcontent.affino.com/AcuCustom/Sitenam/DAM/007/news-energy-apr17-eLTESmartgrid.jpg>

<https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/1772-effacement-de-consommation-electrique-en-france.html>

<https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/l-hydrogene-au-coeur-d-une-emission-speciale-production-utilisations-et-enjeux-1646308183>

<https://www.contrepoints.org/wp-content/uploads/2015/07/Lhydrog%C3%A8ne-cet-hallucinog%C3%A8ne-Annexe-1.pdf>

<https://www.encyclopedie-energie.org/lhydrogene/>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrogène>

<https://teamsolid.org/wp-content/uploads/2021/02/>

Cycle_Infographic_Transparent-1024x651.png

<https://www.ironfueltechnology.com/technology/>

<https://innovationorigins.com/en/energy-from-iron-is-only-sustainable-when-recycled-100-percent/>

<https://www.tue.nl/en/research/research-groups/power-flow/projects/reduction-of-combusted-iron-using-hydrogen/>

<https://spectrum.ieee.org/iron-powder-passes-first-industrial-test-as-renewable-co2free-fuel>

<https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/nantes-44000/en-1879-deja-le-tram-air-comprime-3102699>

http://www.patrick-sorin.fr/Nantes_Ancien/Nantes/Tramway/slides/Nantes_Tramway_Mekarski_Air_Comprime.html

<https://leshorizons.net/louis-mekarski-tramway-air-comprime/>

<https://nantes-histoire.forumactif.org/t212-le-premier-reseau-tramway>

<https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/1722816>

<https://fr.mdi.lu/>

Page 58

5) Limites et développement du scénario

<https://agirlocal.org/wp-content/uploads/sites/15685/2020/11/20220104agirlocal.org-pourquoi-comment.pdf>
<https://www.whitecase.com/publications/webinar/energy-transition-funding-net-zero>
https://www.whitecase.com/sites/default/files/2020-12/scriberia_energy-transition-funding-net.pdf
<https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/294-103>
<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/transitions-energetiques-mecanismes-et-leviers/>
<https://www.cairn.info/revue-responsabilite-et-environnement-2020-2-page-89.htm>
<https://www.schoolmouv.fr/cours/une-perspective-de-developpement-durable-et-d-action-sur-le-futur-climatique/fiche-de-cours>
<https://www.geo.fr/environnement/transition-energetique-definition-et-enjeux-193603>
<https://journals.openedition.org/rives/4915>
<https://transition-energetique.imt-atlantique.fr/>
<https://reporterre.net/La-transition-c-est-trop-tard-il-faut-une-politique-d-urgence-climatique>
<https://www.eiu.com/n/campaigns/democracy-index-2021/>
https://www.ntnu.no/documents/1284688443/1285504199/NTRANS_Annual-Report_2021_web.pdf
<https://www.mbie.govt.nz/building-and-energy/energy-and-natural-resources/energy-strategies-for-new-zealand/>
<https://ym.fi/en/climate-neutral-finland-2035>

Page 59 Mann ebet

Page 60

CONCLUSIONS

<https://www.vie-publique.fr/rapport/262493-les-freins-la-transition-energetique>
https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-dvp/15b2068-ti_rapport-information.pdf