

# L' électricité pour sauver le climat

Dans les années 70', les chocs pétroliers ont assurés la promotion du « tout électrique » pour l'habitat. Cela entraînait le développement de l'énergie électrique nucléaire. Par la suite, la poussée/pression écologique en a poursuivi la promotion, par les EnR mais « sans » le nucléaire. Cette position pour les énergies renouvelables aux dépend des énergies fossiles et nucléaires, perdure en France.

Les accords de Paris en 2015 ont fixé les grands objectifs pour stopper le réchauffement climatique et limiter les émissions polluantes. Pour atteindre ces objectifs (en 2050), le développement des énergies renouvelables est privilégié, les énergies fossiles sont bannies et une limitation du nucléaire est programmée. De ces accords sont nés des plans de transition énergétique et écologique. La transition écologique intègre la transition énergétique, bien que à elle seule, elle permettrait d'atteindre ces objectifs.

Je focalise ma recherche sur le seul aspect énergétique et restreint celle-ci à la France.

## **Réalisme du tout électrique / accords de Paris**

Le plan énergétique vise principalement la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Des préconisations telles que la réduction de l'usage des énergies fossiles contribuent aussi à la réduction de la pollution. Les effets de chaque action individuelle sur le climat et la biodiversité ne sont pas documentés ici ; seuls les objectifs de la COP21 et des accords de Paris sont analysés. Vous pourrez retrouver une synthèse de la COP21 sur le site :

<https://univ-droit.fr/la-gazette-juridique/10734-la-conference-sur-le-climat-de-paris-cop21-objectifs-defis-et-enjeux>

Extrait des objectifs issu de ce document :

« La COP21 a permis de conclure un accord engageant les 195 États et l'Union européenne à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. L'accord de Paris est un instrument de mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cet accord avait pour objectif de stabiliser le réchauffement climatique dû aux activités humaines diverses. Sur le long terme, l'objectif est de parvenir à la neutralité climatique (c'est-à-dire veiller à ne pas produire plus de CO<sub>2</sub> que ce que la Terre est capable d'absorber, *via* les océans ou les forêts).

Afin de confronter les défis relatifs aux changements climatiques, les membres de la COP21 se sont mis d'accord sur 3 objectifs principaux :

1. Le maintien des températures en dessous de 2° C (d'ici à 2100) par rapport à la température de l'ère préindustrielle et prendre toutes les mesures possibles pour empêcher les températures d'augmenter de plus de 1,5° C ;
2. La résilience et l'adaptation au changement climatique, notamment *via* un développement « low carbon » ;
3. L'adoption des modes de financement permettant de réaliser ce développement « low carbon ».

Au delà de 2020, je retiens deux déclinaisons des objectifs pour la France à horizon 2050 :

- réduction de l'usage des énergies fossiles au strict minimum.
- La part du nucléaire dans la production d'électricité n'excède pas 50% de la production d'électricité.

La réduction d'usage des ressources fossiles ne pourra pas être totale. Des sous-produits du raffinage du pétrole ne pourront pas être facilement remplacés par des produits « propres » (dégradable, recyclables, non polluants) à un coût acceptable. De nombreux plastiques (partie de carrosserie automobile par exemple) ne trouvent pas de remplaçants moins polluants, décarbonés et plus facilement recyclables.

Néanmoins pour ces 2 actions, j'attache plus d'importance à la réduction de la pollution que l'impact sur le réchauffement climatique. Les conséquences sur notre vie (santé) de ce dernier sont faibles par rapport aux dégâts des polluants sur notre organisme. Quant au climat et à la biodiversité, la nature a su évoluer et s'adapter à des changements bien plus violents dans le passé et devrait pouvoir s'adapter à une température modérément plus chaude due aux activités humaines.

## Choix technologiques / coût-performance

La transition vers beaucoup moins d'énergie fossile ne pourra pas se faire sans un progrès technologique majeur pour une mise en œuvre rapide et de grande ampleur. Remplacer le pétrole par des énergies propres pour produire de l'électricité demande des moyens de production, transformation et distribution difficile à créer dans les technologies actuelles, au rendement faible et coût élevé (coût de mise en œuvre, de maintenance et d'exploitation).

### Répartition de l'énergie en France en 2019

Total énergie  
primaire(données brutes) 245 Mtep (sans les DOMs)

Type de ressource	Pourcentage 2018	valeur en Mtep	objectif 2050	variation/ 2018	Pourcentage 2050
Total énergie primaire(données brutes)		245,25	269,77	10,00	
Nucléaire	40,30	98,735	134,88	36,61	50,00
Pétrole	29,10	71,295	7,13	-90,00	2,64
Gaz naturel	15,20	37,24	37,24	0,00	13,80
Energie renouvelable + déchets	12,50	30,625	90,52	195,56	33,55
Charbon	3,00	7,35	0	-100,00	0,00

Le tableau ci-dessus donne la situation en 2018 de l'usage de l'énergie primaire en France. Les projections 2050 représentent la situation prévisionnelle respectant les objectifs de l'accord de Paris : le nucléaire représentant 50% de l'énergie primaire, le pétrole est réduit de 90% (10% pour les coproduits et quelques niches telles les groupes électrogènes de dépannage) , le gaz naturel restant inchangé et les EnR complétant les ressources pour une demande globale majorée de 10% (pour assurer une croissance économique stable de +2 % par an).

Il y a donc 3 axes à développer pour réussir cette transition d'ici 2050. La date de 2050 étant arbitraire, l'aspect social pourrait moduler cette date pour conserver une transition sans lourdes contraintes sur le coût de l'énergie et la flexibilité d'usage.

1. La ressource nucléaire :

Le tableau montre que le remplacement du pétrole, principalement pour le transport, va induire un besoin croissant d'électricité. A production constante d'électricité nucléaire, la part de celle-ci tomberait à 36% du mixte de production. Une croissance de cette part limitée à 50% suppose d'augmenter la production, donc le nombre d'installations (en gros augmenter la capacité d'1/3 par rapport à l'actuel).

Reste à choisir la technologie la plus rentable et la plus fiable. La fusion (ITER) ne sera pas prête avant 2050. Le choix se fera entre les centrales EPR (moins de sites, plus de déchets) et celles à sels fondus (tailles plus petites, répartition sur le territoire plus souple = moins de perte d'énergie lié au transport). Un mixte des 2 types optimiserait les impacts, d'autant plus que les centrales à sels fondus nécessitent de l'uranium 235 issu des centrales EPR pour démarrer leur cycle. Un document de Wikipédia développe la comparaison des différentes technologies : [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9acteur\\_nucl%C3%A9aire\\_%C3%A0\\_sels\\_fondus](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9acteur_nucl%C3%A9aire_%C3%A0_sels_fondus)

2. Les énergies renouvelables : hydraulique, éolien et photovoltaïque

L'hydraulique est à maturité au niveau technologique et les possibilités de nouveaux sites sont limitées. Les installations offrent une grande souplesse de production à la demande et surtout une capacité à stocker de l'énergie derrière les barrages. Des réalisations de sites permettent d'augmenter la capacité de stockage, en remontant l'eau d'un bassin inférieur vers le bassin supérieur quand la demande d'électricité est faible. La production en excès est alors utilisée pour pomper et remonter l'eau, augmentant l'énergie potentielle de l'eau ainsi stockée, pour satisfaire la demande en cas de pic. Globalement nous n'avons pas une augmentation de production mais un simple lissage de cette production face à la demande et face à une production plus erratique de l'éolien et du photovoltaïque.

Les surfaces terrestres allouées au photovoltaïque et éolien se fait essentiellement aux dépens des terres agricoles. En 2015, les terres agricoles couvrent 51 % de la surface terrestre de la France métropolitaine (280 millions de km<sup>2</sup>). Chaque années, environ 55 000 hectares de terres agricoles passent en surface artificialisée. Les panneaux photovoltaïques occupent, en 2018, 2,3 millions de km<sup>2</sup>. Les

panneaux sur des bâtiments ne représentent que 0,05million de km<sup>2</sup> (quelque fois en concurrence avec des toits végétalisés). Pour satisfaire la demande d'électricité en 2050 et en respectant les critères des accords de Paris, il faudrait multiplier la surface par un facteur de 4 pour l'éolien. Ceci représenterait environ 10 millions de km<sup>2</sup> prises sur les terres agricoles.

Quant à l'éolien, les nouvelles implantations se feront principalement en mer ; de nombreux projets terrestres sont rejetés pour des problèmes de nuisances sur l'environnement. Le potentiel est important mais les conditions aléatoires de la production d'électricité baisse fortement la rentabilité, affectée aussi par la gestion des très nombreux points de raccordement au réseau électrique.

L'incinération des déchets produit de la chaleur et aussi de l'électricité. Ce processus n'est pas très écologique en soi puisque que cette combustion nécessite un apport de comburant (bois, charbon ou fioul) et rejette, malgré les filtres des polluants et du CO<sub>2</sub>. Cependant c'est le processus le plus propre pour se « débarrasser » de nombreux déchets que l'on ne sait pas recycler à un coût acceptable. Néanmoins, la production d'électricité reste marginale par rapport à toute la production (en hiver c'est la production de chaleur qui prévaut et en été ce sera l'électricité).

### 3. Le stockage et distribution de l'électricité

La production des énergies éolienne et photovoltaïque est tributaire des phénomènes climatiques. Les aléas de production sont source de baisse de rendement, sauf à stocker l'énergie électrique aux périodes de forte production et de faible demande. La technologie des batteries n'est pas à maturité, entraînant un coût d'investissement et de maintenance important. Des progrès sont attendus en mixant des super condensateurs (graphène) et batteries au lithium. Pour le moment ce n'est qu'au stade d'étude...

L'autre mode de stockage consisterait à produire de l'hydrogène par électrolyse. L'hydrogène généré serait stocker sous forme liquide, gazeux ou solide, pour alimenter des piles à hydrogène. Ce « carburant » propre fait l'objet d'études pour les transports principalement. Comme pour les batteries, le processus global, de l'électrolyse jusqu'à la conversion en énergie motrice, est au stade expérimental.

De façon mature, seule la remontée de l'eau entre barrages aval et amont bénéficie de réalisations industrielles.

La distribution de l'électricité est bien maîtrisée au volume actuel grace au maillage entre points de production et de distribution.

Le photovoltaïque et l'éolien multiplie les sites de production et les interconnexions au réseau. L'entretien, la maintenance et le stockage de l'énergie demandent alors une main d'oeuvre bien plus conséquente (en nombre d'employés sur des sites très dispersés) que le besoin de main d'oeuvre pour exploiter les centrales hydrauliques ou nucléaires.

Avec un usage croissant de l'électrique pour les transports (hors

ferroviaire), les points de distribution vont concerner les stations services et parkings pour des puissances à installer bien supérieures à l'actuel. L'adaptation de la distribution électrique vers ces points de charge va se complexifier. Le réseau basse tension (mono 220v ou tri 380v) ne supporterait pas la forte intensité et les pertes en ligne exigées par des « chargeurs rapides ». (le temps de charge des batteries est un facteur déterminant pour le développement des ventes des véhicules électriques)

## **Impacts sociaux et environnementaux**

Une transition ne doit pas être contraignante surtout pour épargner (favoriser) une minorité nantie aux dépens de catégories défavorisées. L'anticipation doit rester la règle pour préparer au changement. Les changements ne doivent pas être basés sur les seuls critères économiques et écologiques, mais inclure le social. L'écologie est souvent le justificatif des changements et l'économie en définit les échéances pour imposer les modalités pour tous.

L'abandon des énergies fossiles est un cas typique. Des mesures contraignantes sont prises sans réelle anticipation. Pour l'achat d'une voiture le consommateur, sans gros moyens, est perdu :

- un bonus/malus, début des années 2000, basé sur les émissions de CO2 favorise le diesel par rapport à l'essence.

- quelques années plus tard, dans de nombreuses agglomérations, les élus limitent la circulation des véhicules diesel de plus de 10ans et 20 ans pour l'essence. Cette contrainte de circulation bloque de nombreux automobilistes (y compris des artisans et transporteurs) qui ne peuvent pas (économiquement) changer de véhicules malgré des primes à la casse. Ne pouvait-on pas éviter cette obsolescence mal programmée en demandant aux constructeurs une solution pour mettre à niveau les véhicules anciens et financer cette solution plutôt qu'une mise au rebut ?

- en 2020 ces mêmes agglomérations décident d'interdire les véhicules diesel à partir de 2025 sur leur territoire, bien que des voitures neuves diesel soient encore commercialisées ... et qu'elles soient prévues de vivre plus de 5 ans ! L'achat d'un nouveau véhicule propre pour un smicard représente environ un an de salaire ; l'amortissement sur 5 ans est difficilement supportable, surtout avec un crédit en cours, pour remplacer le véhicule obsolète par un véhicule plus propre (les subventions pour ce nouveau véhicule n'existeront peut être plus en 2025). On pourrait aussi préciser à la commercialisation dès 2020 les restrictions de circulation en offrant avec la vente du véhicule diesel une option de circulation alternative pour circuler dans les secteurs interdit dès 2035. (par exemple un garage à l'extérieur de la zone et la gratuité des transports dans cette même zone).

Sur le marché de l'occasion ces voitures deviendront difficilement commercialisables. Si l'interdiction se généralise, il faudra trouver des conditions de transition acceptables (par exemple de suspendre purement et simplement la commercialisation des véhicules diesels une quinzaine d'années avant de les interdire à la circulation).

Actuellement la transition est freinée par le faible coût d'acquisition des véhicules à combustion et un coût d'usage à peine plus faible pour un véhicule électrique, essentiellement pénalisé par les batteries. Le gain final d'un véhicule électrique est pour le moment faible compte tenu des performances sur l'autonomie et le temps de recharge des batteries. Certes il diminuera dans le futur avec des progrès sur la technologie des batteries. Avec la transition, les taxes perçues sur les carburants vont diminuer et l'état devra trouver d'autres sources pour subventionner l'électrique.

Cet effort financier est-il réellement bénéfique pour le climat ? Tout dépend des progrès technologiques. De gros progrès ont été faits sur les motorisations à énergie fossile, rendant les véhicules plus propre sur le CO2 et les fines particules pathogènes. Peut-on encore faire mieux en étalant plus la transition pour développer des solutions de remplacement économiquement viables ? Ceci permettrait de donner une vie plus facile à la génération actuelle en conservant l'objectif de garantir une vie plus saine aux générations futures.

Concernant l'éolien, l'impact financier est important à l'implémentation : fabrication des éoliennes, ancrage sur site et câblage des connexions. Les câbles sous-marin dégradent les fonds marins, à l'installation et lors des fortes marées. Des nuisances pour la faune (oiseaux et chauve-souris) sont régulièrement évoqués par des écologistes. Les choix des sites sont primordiaux pour être vraiment bénéfiques pour le climat et la biodiversité. Pour les panneaux photovoltaïques, la fabrication nécessite de l'énergie qui pénalise le rendement net , surtout si cette énergie n'est pas « propre ». Plus simplement l'énergie électrique produite, moins l'énergie de réalisation du site photovoltaïque (y compris les batteries et onduleurs) est très variable selon l'ensoleillement du site. Il faudra de gros progrès sur les performances des panneaux et des batteries pour avoir une rentabilité dans toutes les régions ... A nouveau le choix des sites est important (ne pas négliger le coût du transport de l'énergie si le site de production est éloigné des points de consommation).

L'utilisation de l'hydrogène comme carburant nécessitera une infrastructure coûteuse et une artificialisation de nouveaux espaces. La nature perdra encore du terrain ; l'ensemble des Enr, de la source au consommateur final, occupe plus de surface que l'énergie fossile équivalente. Ceci sera d'autant plus vrai que la transition conservera les 2 types d'usage, donc des points de distribution à choix multiple (postes de distribution de carburant fossile, d'hydrogène et points de charge électrique en cohabitation).

## **Conclusion**

Il était urgent de s'intéresser au climat et à notre environnement. Néanmoins pour préserver les générations futures, il ne faut pas sacrifier l'actuelle en rendant la vie à peine moins faste pour une minorité, difficile pour bon nombres d'humains et insoutenable pour les plus défavorisés économiquement. Pour protéger notre climat et environnement, prenons des mesures douces. Douce signifie qu'un changement doit s'opérer lorsque techniquement nous avons une solution de remplacement accessible à tous.

Le réchauffement climatique n'est pas catastrophique en soi. Des cycles de température se sont produits depuis l'apparition de l'homme sans le mettre en péril. Certes les changements étaient très lents et permettaient une adaptation du mode de vie avec éventuellement une migration. De toutes manières, pour sauver le climat, il faudra faire évoluer notre mode de vie et les moyens sont en place pour des brassages de population. Seul bémol, comme dans tout changement il y aura des gagnants et des perdants. Souhaitons que les perdants soient les grands nantis du progrès que nous avons connu et les gagnants ceux qui avaient déjà perdu beaucoup lors de la croissance débridée.

Prenons le temps de bien préparer les changements. Ne les imposons pas, même avec des « aides » ; mettons cet argent dans la recherche et fixons des objectifs datés en fonction de la mise en œuvre des solutions de remplacement. Par exemple, pour les carburants fossiles, la date ultime ne doit pas être 2050, mais une date non prédéterminée, atteinte lorsque des solutions propres seront mises en place et acceptées. Ce sera peut-être avant 2050 ou après 2050.

Nous sommes bien trop nombreux, nous les humains et avec ce flot de caprices et de superflu nous allons dénaturer notre environnement ; il faut arrêter le gaspillage et vivre plus sobrement. Investissons sur l'essentiel et taxons le superflu (souvent énergivore et polluant).

Rédacteur : Francis MISSE

vos remarques sont les bienvenues sur ma messagerie :

[francis.misse@cegetel.net](mailto:francis.misse@cegetel.net)