

# Partie 4 - Résultats du scénario négaWatt 2011

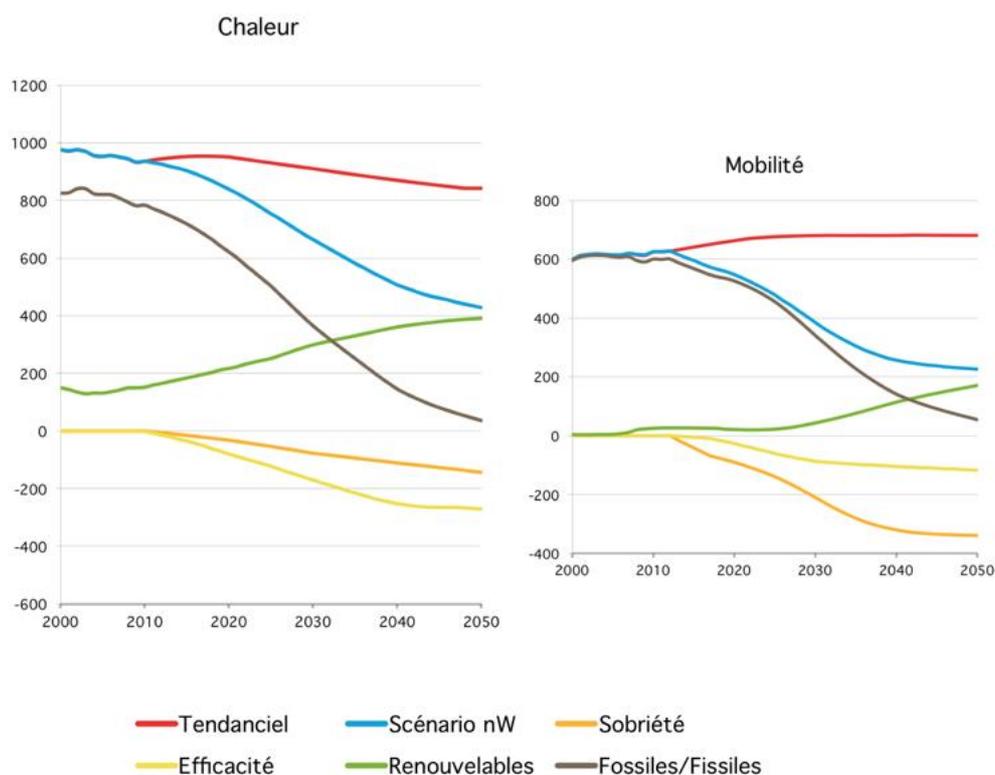
## 1. Énergie finale, vecteurs, énergie primaire

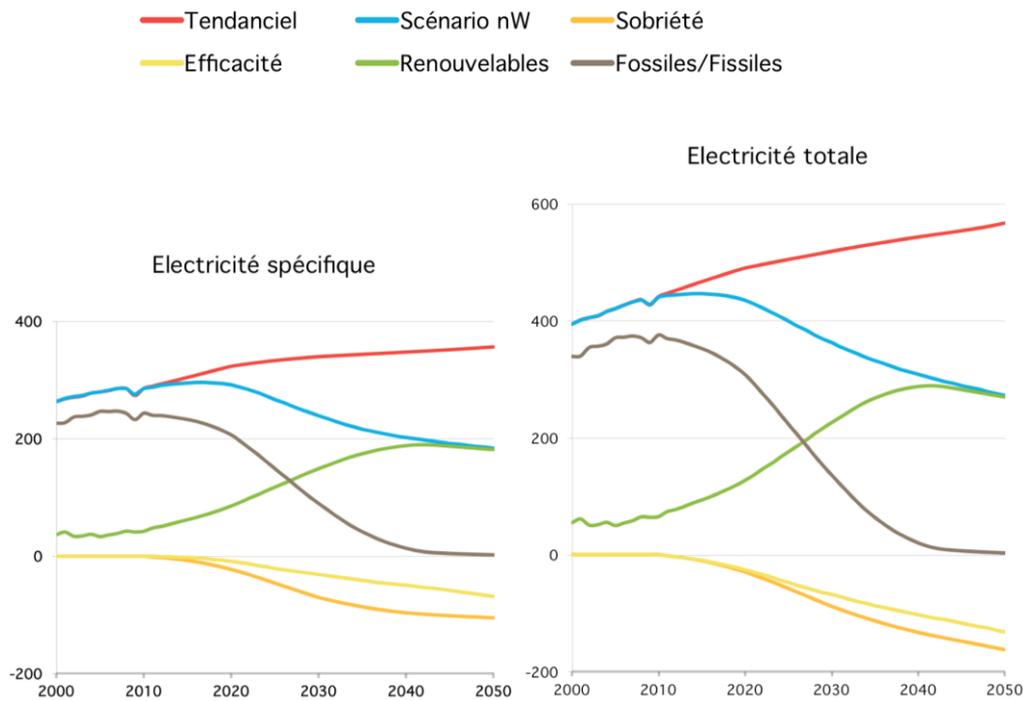
Traduit par plus de 1500 hypothèses, le détail de l'ensemble des postes de consommation d'énergie, année après année, couplé à l'étude minutieuse des moyens de production d'énergie envisageables à l'échelle des quarante prochaines années, permet de définir une trajectoire énergétique cohérente pour la France, de 2011 à 2050.

L'application systématique d'actions de sobriété et d'efficacité énergétique dans l'ensemble des secteurs de consommation permet d'envisager en 2050 une réduction de 55% de la demande en énergie finale par rapport à la situation actuelle (849 TWh contre 1908 en 2010), et de 56 % par rapport au scénario tendanciel en 2050. Loin d'entraîner un retour à la bougie, cette forte baisse s'accompagne dans la grande majorité des cas d'une hausse des services rendus et/ou du confort des usagers (amélioration des performances thermiques des logements, diminution des temps de transport contraints, relocalisation de l'économie, alimentation plus saine, etc.).

Une observation plus fine montre que cette diminution n'est pas similaire dans les trois usages de l'énergie recensés. Elle est de :

- 49 % pour les usages « chaleur » (chauffage et climatisation des bâtiments, production d'eau chaude sanitaire et cuisson des aliments) ;
- 67 % pour les usages liés à la mobilité ;
- 48 % pour les usages spécifiques de l'électricité.

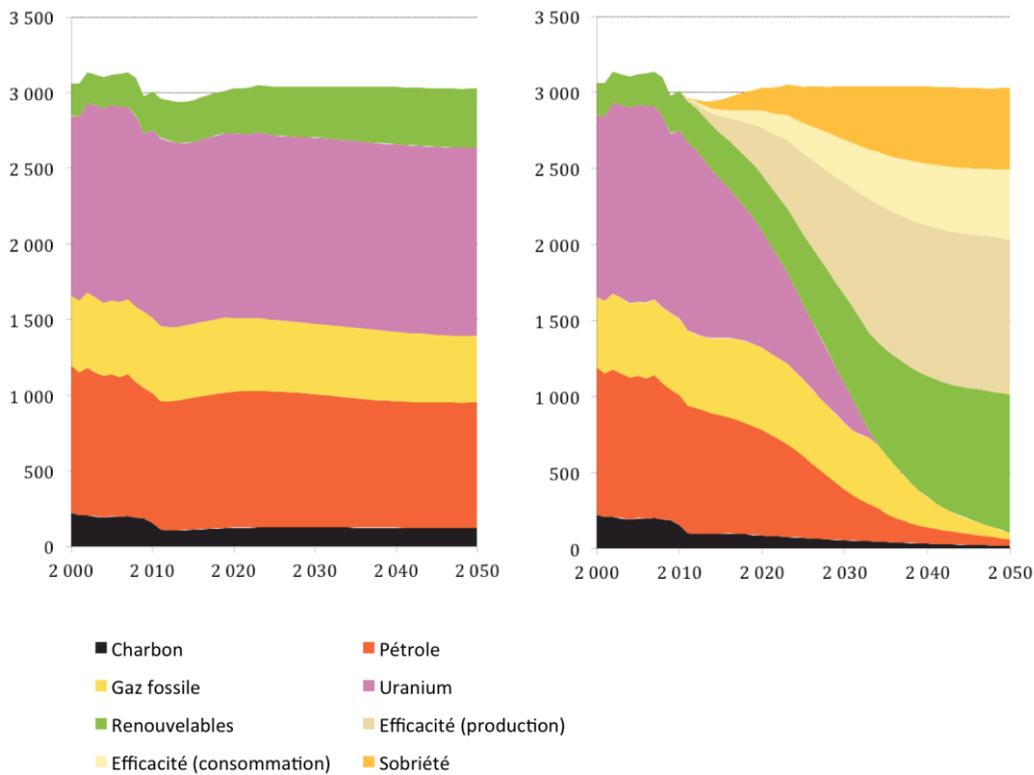




*Figure 79 : Évolution des besoins en énergie finale, de la sobriété, de l'efficacité et de la part d'énergies fossiles et fissile et d'énergies renouvelables par grand usage (en TWh)*

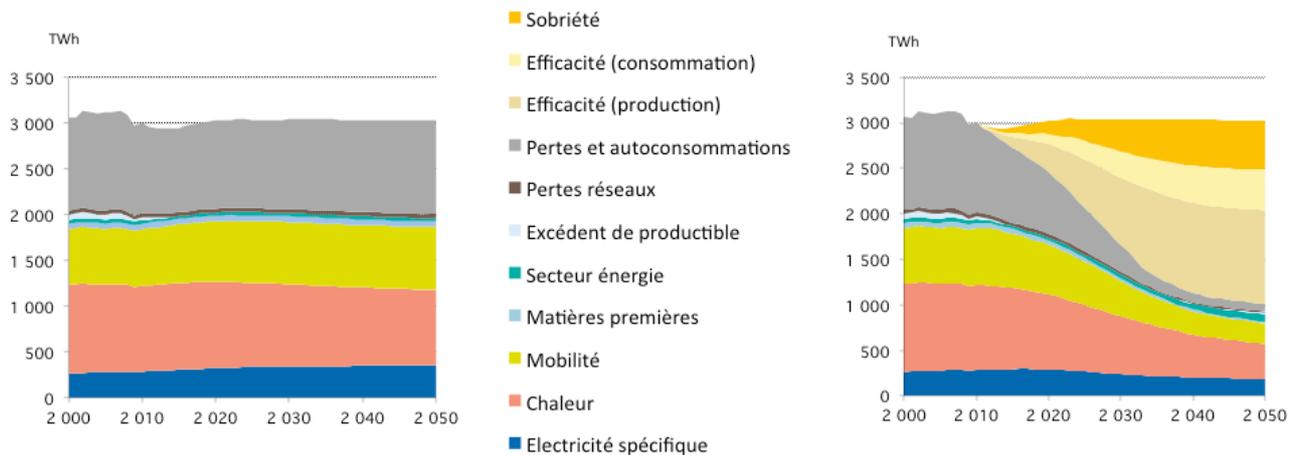
C'est dans le domaine des transports que l'on observe la plus forte baisse de consommation, grâce à des actions volontaristes de sobriété (réduction des trajets contraints, sobriété dans les usages « loisir », report modal important vers les modes actifs, les transports en commun terrestres et le fret ferroviaire, augmentation des taux de remplissage) mais également d'efficacité (réduction de la consommation unitaire des véhicules individuels et des poids lourds).

Les mêmes principes d'efficacité énergétique appliqués cette fois-ci à l'intégralité de la chaîne énergétique permettent d'envisager une réduction de la consommation d'énergie primaire encore plus forte - notamment par la fermeture de la majorité des centrales thermiques de production d'électricité - : estimée à 3009 TWh en 2010, elle atteint 1010 TWh en 2050, soit une réduction de 66 % par rapport à la situation actuelle (diminution similaire par rapport au scénario tendanciel, en 2050).



*Figure 80 : Évolution comparée des productions en énergies primaires par source entre le scénario tendanciel (à gauche) et le scénario négaWatt 2011 (en TWh)*

L'énergie primaire ainsi consommée trouve une nouvelle répartition entre ses différents usages :



*Figure 81 : Évolution de la répartition de la consommation d'énergie primaire en fonction des usages, dans le scénario tendanciel (à gauche) et dans le scénario négaWatt 2011 (à droite)*

Pour répondre aux différents usages que l'on fait de l'énergie - se déplacer, se nourrir, se chauffer, s'éclairer, etc. - plusieurs vecteurs énergétiques peuvent être employés. Tous n'ont pas la même facilité d'usage. Si le pétrole est particulièrement adapté à un usage diffus, la présence de réseaux de gaz et d'électricité permet un foisonnement de la consommation et de la production, facilitant l'équilibrage entre l'offre et la demande.

Si nos usages évoluent dans le scénario négaWatt, les vecteurs utilisés connaissent également des évolutions conséquentes. De par un transfert d'usage (véhicules électriques notamment) et une diminution moins importante des usages spécifiques de l'électricité, la part de ce vecteur dans la consommation d'énergie finale augmente : il passe de 23 % en 2010 à 32 % en 2050.

De même, la part du gaz (combustible et carburant, renouvelable ou non) dans la consommation finale d'énergie subit une hausse importante, de 22 % en 2010 à 34 % en 2050. Enfin, la part de la biomasse solide connaît elle aussi une évolution positive : 13 % en 2050 contre 6 % en 2010.

En 2050, ces trois vecteurs représentent 80 % de notre consommation d'énergie finale.

À l'opposé, le pétrole, aujourd'hui souverain - l'essence et le gazole représentent 31 % de la consommation d'énergie finale en 2010, le fioul 8 % -, connaît une très forte régression puisqu'il ne représente plus que 6 % de l'énergie finale consommée en 2050 (carburant : 5 % ; combustible : 1 %).

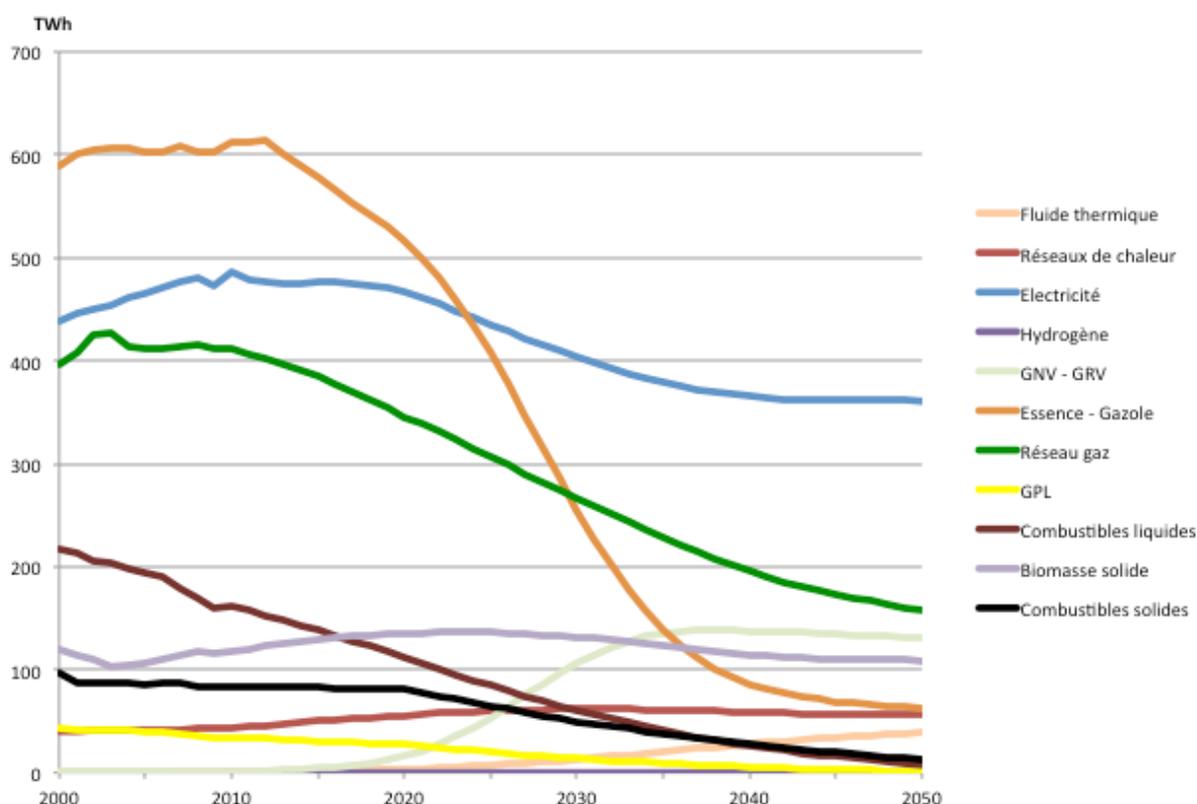
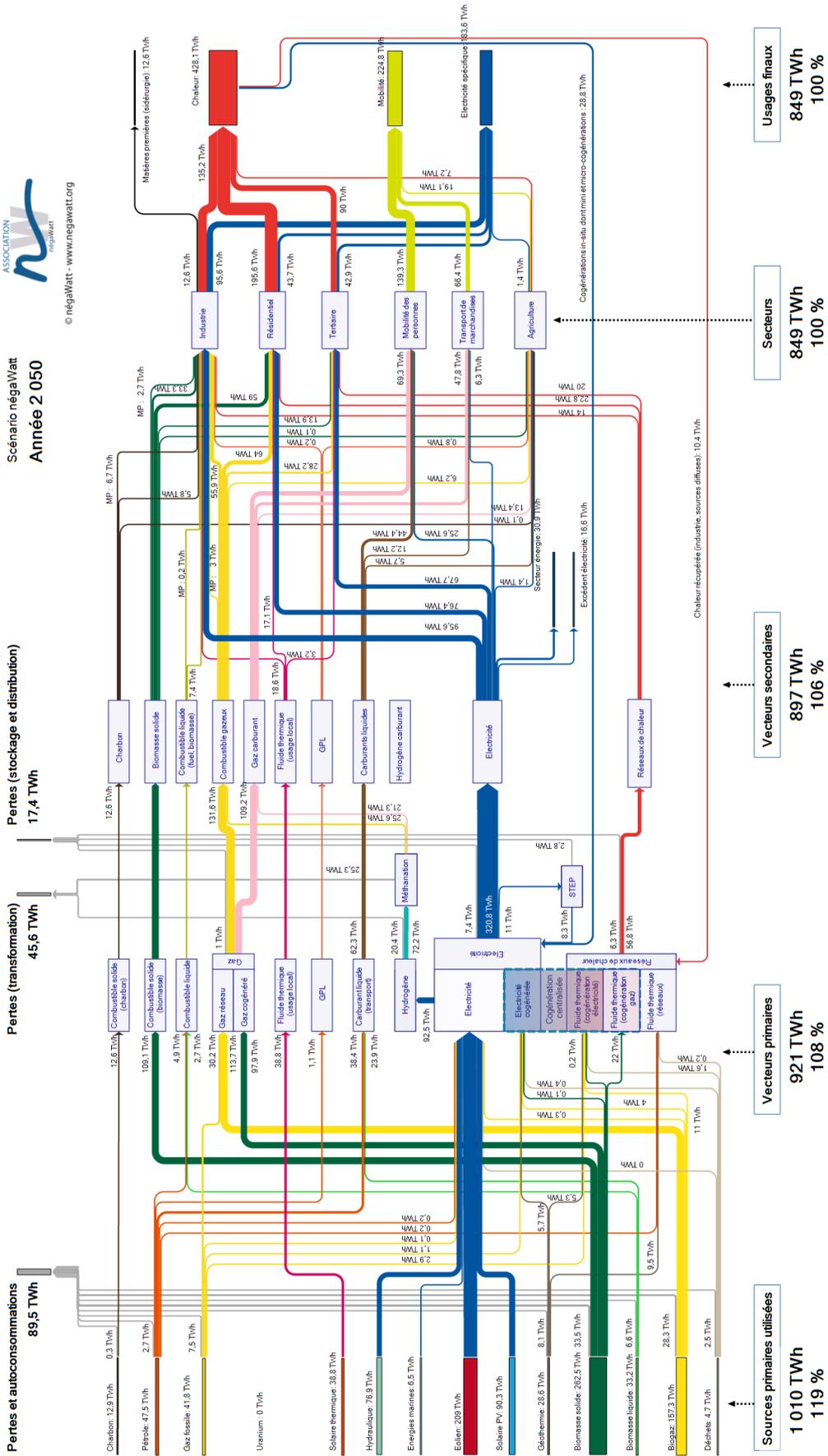


Figure 82 : Évolution des différents vecteurs d'énergie

L'ensemble de ces évolutions est synthétisé dans les diagrammes de Sankey 2010 et 2050 :





Note :  
1. Les pertes de transformation sont les pertes de transformation des sources primaires en vecteurs primaires.  
2. Les pertes de distribution sont les pertes de distribution dans le réseau de distribution, mais sans utilisation locale. Cela ne change rien au bilan présentiel.  
3) MP - matières premières

Figure 84 : Diagramme de Sankey pour la France, en 2050

## 2. Impact sur les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

### 2.1. Emissions du secteur énergétique

Malgré la fin de la production d'électricité d'origine nucléaire, les émissions de GES liées à la combustion d'énergies fossiles diminuent nettement entre 2010 et 2050 : elles sont divisées par un facteur 15 (facteur 2 en 2030). La très forte baisse de l'utilisation du pétrole dans le secteur des transports constitue de loin la première source de réduction d'émission de CO<sub>2</sub>, et le développement des énergies renouvelables permet de compenser à la fois cette réduction du pétrole mais aussi celle du nucléaire.

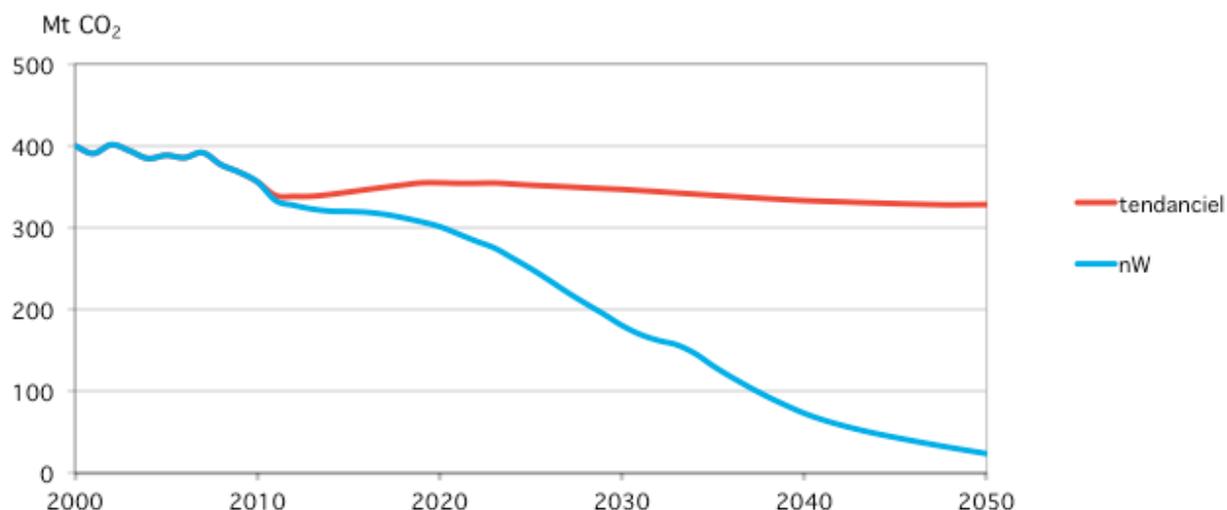


Figure 85 : Évolution comparée des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie dans les scénarios tendanciel et négaWatt

Si pour un scénario donné le facteur de réduction à 2050 des émissions de CO<sub>2</sub> est une valeur qui permet facilement une comparaison avec les objectifs de facteur 4, c'est davantage le cumul de ces émissions qui, d'un point de vue physique, a son importance dans l'évaluation de l'impact d'une politique énergétique climatique.

Des chercheurs de l'université de Potsdam<sup>40</sup> ont calculé, à partir de modèles climatiques, la quantité maximale de CO<sub>2</sub> qu'il est possible d'émettre dans l'atmosphère jusqu'en 2050 tout en conservant 75 % de chances de limiter le risque d'une hausse moyenne de la température à la surface de la Terre à 2 °C en 2100.

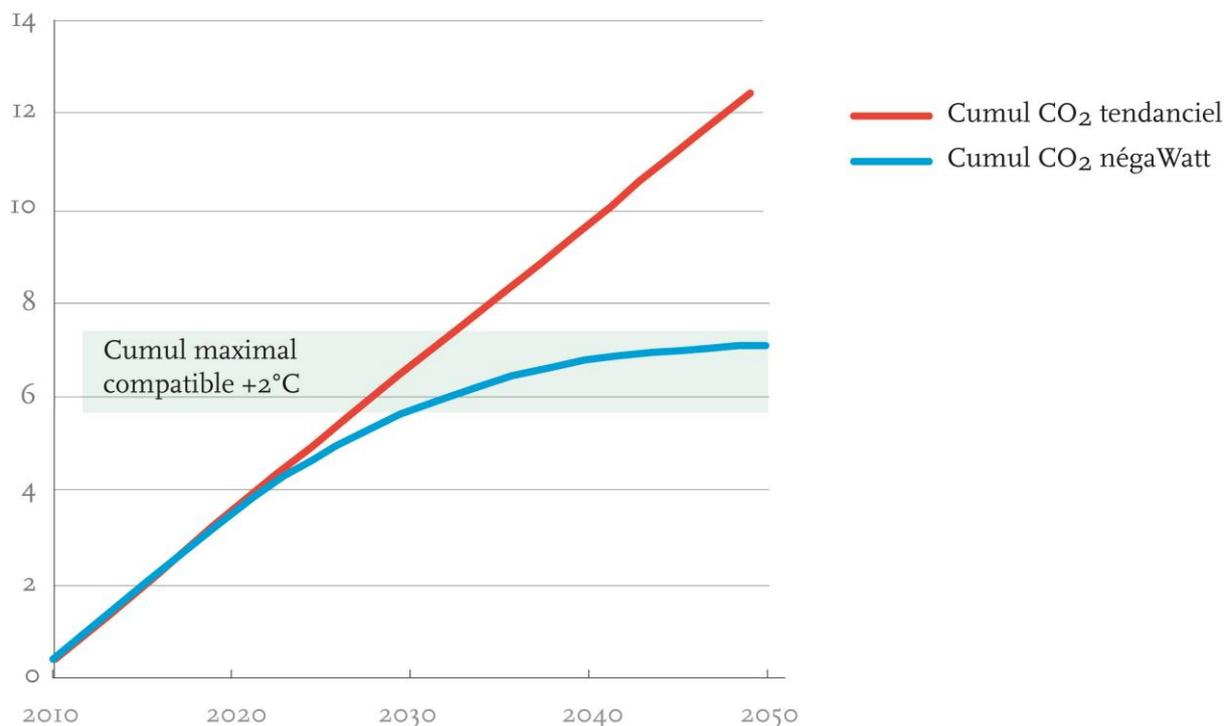
D'après ces calculs, le total de toutes les émissions mondiales cumulées entre 2000 et 2050 ne doit pas dépasser, pour le seul CO<sub>2</sub>, 1 000 milliards de tonnes. Entre 2000 et 2009, l'humanité a déjà émis dans l'atmosphère 285 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>. Il reste donc 715 milliards à émettre pour les quarante années suivantes.

Par ailleurs, les démographes estiment qu'entre 2011 et 2050, la population mondiale va passer de 7 à 9,5 milliards d'habitants. Le poids de la France ne dépasse pas 0,85 % de la population mondiale, ce qui signifie qu'une approche équitable ne nous autorise pas, d'ici à 2050, à dépasser 6 à 7 milliards de tonnes d'émissions cumulées de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

<sup>40</sup>Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W., Raper S. C. B., Frieler K., Knutti R., Frame D. J. et Allen, M. R., *Greenhouse Gas Emission Targets for Limiting Global Warming to 2 °C*, Nature 458, 25 mars 2009

Le scénario négaWatt, avec 7 milliards de tonnes d'émissions cumulées en 2050, reste tout juste dans cette limite. De son côté, le scénario tendanciel dépasse cette valeur maximale d'émission dès 2030.

Milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>



*Figure 86 : Cumul des émissions de CO<sub>2</sub> sur la période 2010-2050, dans le scénario négaWatt et dans le scénario tendanciel*

Plus que le point d'arrivée, c'est bien la trajectoire 2010-2050 dans sa globalité qui est déterminante.

## 2.2. Ensemble des émissions de GES

La réduction spectaculaire des émissions de CO<sub>2</sub> engendrées par nos consommations d'énergie dépasse le facteur 4, objectif de la France à l'horizon 2050 présent dans la loi Pope (2005) et la loi Grenelle 1 (2009). Mais cet objectif facteur 4 ne concerne pas le seul CO<sub>2</sub> mais l'ensemble de nos émissions de GES, issues de la combustion d'énergies fossiles mais également du secteur agricole et des déchets (méthane, protoxyde d'azote) et du secteur industriel (méthane, protoxyde d'azote et gaz réfrigérants).

Aujourd'hui la répartition des émissions est la suivante :

- 69 % des émissions de GES relèvent du « CO<sub>2</sub> combustion », émis par la combustion d'énergies fossiles ;
- 22 % des émissions concernent les pratiques agricoles et les déchets,
- 9 % des émissions ont pour origine à un processus industriel ou technologique hors combustion.

La réduction des émissions de GES est soumise à de fortes contraintes dans le secteur agricole : alors que l'INSEE prévoit une augmentation sensible de la population d'ici 2050, il semble difficile, même en faisant

évoluer très sensiblement les productions et les pratiques agricoles, d'atteindre un facteur de réduction sensiblement supérieur à 2.

C'est le résultat obtenu par le scénario Afterres2050 précédemment cité, dont l'évaluation des émissions de GES conclut à un facteur de réduction de « seulement » 2 entre 2010 et 2050, malgré des changements structurels dans les pratiques agricoles observées et dans les modes alimentaires les plus répandus.

Dans le secteur industriel, de fortes réductions des émissions ont déjà été observées entre 1990 et 2011 (facteur 1,7). Cette baisse a porté surtout sur la réduction du N<sub>2</sub>O et du CH<sub>4</sub> dans les process, alors que les émissions de CO<sub>2</sub> diminuaient et que celles des gaz fluorés augmentaient considérablement (+ 66 %).

Une très forte baisse supplémentaire des émissions de CO<sub>2</sub> paraît difficile : la majeure partie de ces émissions sont en effet dues à la décarbonatation pour la fabrication de la chaux et du ciment. À l'inverse, une élimination progressive des gaz fluorés peut être envisagée dans les prochaines décennies.

Ainsi, le facteur global de réduction des GES dans le secteur industriel pourrait atteindre 3,5, soit légèrement moins que l'objectif facteur 4.

Au global, ces différents éléments montrent qu'un facteur 6 ou 7 sur les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie est un minimum à atteindre pour parvenir au facteur 4 tous GES en 2050. Avec un facteur 15 sur les émissions de CO<sub>2</sub> énergétiques, le scénario négaWatt parvient à un facteur global de réduction d'environ 6. Ce « bon résultat » est néanmoins à relativiser au regard des éléments suivants, qui incitent à ne pas se contenter du seul respect du facteur 4 :

- les effets à court et moyen termes du méthane mesurés en Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) sont plus importants que ne l'indique les conventions actuelles<sup>41</sup> ;
- les émissions des transports maritimes internationaux ne sont pas comptabilisées dans cette analyse alors qu'elles sont en forte croissance ;
- les émissions des DOM-COM et des PTOM ne sont non plus comptabilisées. Elles aussi se sont très fortement accrues : + 92 % entre 1990 et 2011 ;

Ces biais de calcul sont par ailleurs renforcés dans le cas d'autres exercices prospectifs, leurs auteurs omettant d'une part de comptabiliser les émissions de GES du secteur aérien hors domestique, d'autre part de prendre en considération les émissions induites par l'ensemble des biens manufacturés que nous importons. Loin d'être négligeables, ces émissions externalisées représenteraient en 2010, à l'échelle de l'Union Européenne, une hausse de 20% des émissions recensées<sup>42</sup>. De par ses choix méthodologiques, le scénario négaWatt permet d'éviter ces écueils.

---

<sup>41</sup> Le PRG du CH<sub>4</sub> à 100 ans a été pris par convention à 21, et c'est cette valeur qui est pris en compte dans les inventaires CITEPA. Elle aujourd'hui estimée à 25.

<sup>42</sup> « Les émissions incorporées dans les importations des pays industrialisés sont en augmentation constante. En Europe, elles se sont accrues de 37% entre 1990 et 2008. Leur part dans le total des émissions européennes a augmenté de 6% sur cette même période, atteignant 21% des émissions de l'UE » - *Les émissions importées, le passager clandestin du commerce mondial*, Réseau Action Climat - France, novembre 2012.

# Rendre possible ce qui est souhaitable

La transition énergétique proposée par le scénario négaWatt n'est pas, loin s'en faut, un saut dans l'inconnu, elle en est même l'inverse. C'est tout autant un chemin de non-regret qu'une voie du moindre risque.

Un chemin de non-regret car si demain d'autres pistes s'offrent à nous, il sera inutile de revenir en arrière : le parcours déjà effectué, jalonné de sobriété et d'efficacité, ne sera plus à faire.

Une voie du moindre risque, à commencer par celui de l'implosion de notre modèle social sous le triple coup de boutoir de la fin des fossiles trop faciles, des effets des bouleversements climatiques et de l'épée de Damoclès d'un accident nucléaire. Mais moindre risque ne veut pas dire frilosité, repli sur soi dans une stratégie purement défensive. Cette voie est aussi celle de la responsabilité de notre génération qui consiste à « *agir pour que les effets de notre action soient compatibles avec la permanence d'une vie authentiquement humaine* » (Hans Jonas). Agir pour léguer aux générations futures des bienfaits et des rentes et non des fardeaux et des dettes.

Ce scénario négaWatt, aussi ambitieux soit-il, n'est fondé que sur des hypothèses technologiquement mûres et économiquement réalistes. Aucune science-fiction ni fausses illusions, mais un chemin de transition balisé, nécessaire pour répondre aux grands enjeux liés à l'énergie. Un chemin résumé en 10 points-clés :

- Une politique très volontariste de sobriété et d'efficacité énergétique, aboutissant à une diminution en 2050 de la demande en énergie primaire de 66 % par rapport à la situation en 2010 : l'exploitation du « gisement de négaWatts » permet de faire les 2/3 du chemin !
- Malgré cette politique, le maintien d'un haut niveau de services énergétiques pour les besoins de chaleur, de mobilité et d'électricité spécifique.
- Un recours prioritaire aux énergies renouvelables qui représentent à terme, en 2050, 90 % de nos ressources énergétiques.
- Une gestion coordonnée des réseaux de gaz, d'électricité et de chaleur permettant de répondre à tout moment aux besoins et d'assurer l'équilibre en puissance.
- Une anticipation de la fin des « fossiles faciles » à l'approche des pics pétrolier et gazier, par la limitation de leur utilisation à la pétrochimie et aux matières premières industrielles, ainsi qu'à quelques usages très spécifiques tels que l'industrie ou l'aviation.
- Par rapport à 2010, des émissions de CO<sub>2</sub> du système énergétique divisées par 2 en 2030 et par 15 en 2050.
- Un système énergétique français presque totalement décarboné malgré un arrêt maîtrisé et cohérent de toute production d'électricité nucléaire en 2033, c'est-à-dire en 22 ans.
- Un cumul des émissions de CO<sub>2</sub> sur la période 2011-2050 conforme, dans une logique d'équité mondiale par rapport au poids démographique de la France, à l'objectif de limiter la hausse moyenne de la température sur Terre en dessous de 2°C d'ici 2100.
- Sur l'usage des sols et l'agriculture, un scénario énergétique équilibré malgré une relocalisation des productions et un recours très important à la biomasse pour la production de matériaux et d'énergie en cohérence avec le scénario Afterres2050 du bureau d'études associatif Solagro.
- Une France avançant vers l'autonomie et la démocratie énergétiques, créant des centaines de milliers d'emplois durables, et redonnant aux territoires et à leurs acteurs une place centrale dans notre paysage énergétique.

Considérer la transition énergétique comme « un fardeau de plus » serait une erreur ; s’y lancer à reculons sans comprendre la chance qu’elle représente, sans percevoir les formidables opportunités qu’elle nous offre serait passer à côté de l’essentiel.

En desserrant l’étai des contraintes, le modèle de transition énergétique proposé par le scénario négaWatt permet de nous désaccoutumer de notre addiction pétrolière et de réduire les effets des graves crises de l’énergie et du climat qui sont devant nous. Il nous invite à progresser, à tous niveaux, vers une autonomie énergétique permettant d’envisager l’avenir avec moins d’incertitudes et plus de capacité de résilience.