

Présentation de la comparaison Negawatt – Negatep

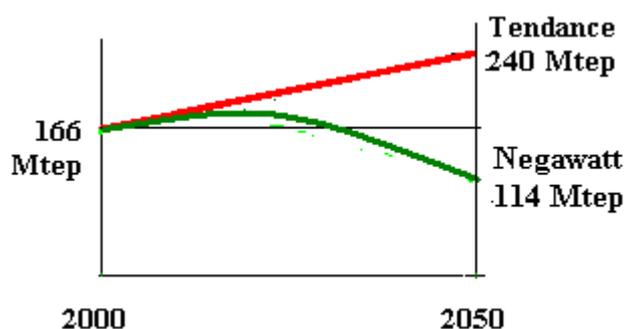
Claude Acket Pierre Bacher

La France s'est fixée comme objectif de diviser par 4 ses rejets de CO₂ dus à l'énergie d'ici 2050, alors que la poursuite des tendances de consommation des 10 dernières années conduirait à augmenter de 50 % la consommation finale d'énergie (240 Mtep), et d'autant les rejets de CO₂. Divers scénarios ont été proposés pour atteindre, ou tout au moins s'approcher de cet objectif. Parmi ceux-ci, le scénario negatep proposé par SLC et le scénario negawatt proposé par l'association negawatt.

Le document de comparaison « negawatt – negatep » est une présentation que nous avons voulue, la plus neutre possible des deux scénarios. Chacun des deux scénarios est fondé sur un certain nombre d'hypothèses qu'il est légitime de mettre en question.

Pour notre part, nous nous interrogeons sur 3 hypothèses majeures qui fondent le scénario negawatt.

Première hypothèse : il sera possible de diviser la consommation finale par un facteur supérieur à 2 par rapport à la tendance, pour la ramener à 114 Mtep.



Par habitant / tendance - 56 % Par habitant / 2000 - 36 %

Schéma 1 : Consommation finale, en 2000, tendance 2050 et negawatt

Une telle réduction n'est-elle pas utopique ? Nous craignons qu'elle ne puisse être obtenue que si chaque acteur économique se voit imposer des contraintes peu compatibles avec les libertés individuelles. Nous nous posons la question des moyens de faire face à la demande si celle-ci ne baissait pas autant qu'espéré ?

Deuxième hypothèse : il sera possible de ne pas faire appel à l'électricité pour déduire les rejets de CO₂ ; la consommation d'électricité baisserait même un peu, de 39 à 37 TWh (450 TWh à 430 TWh), alors que la tendance conduirait à une augmentation à 58 Mtep (675 TWh).

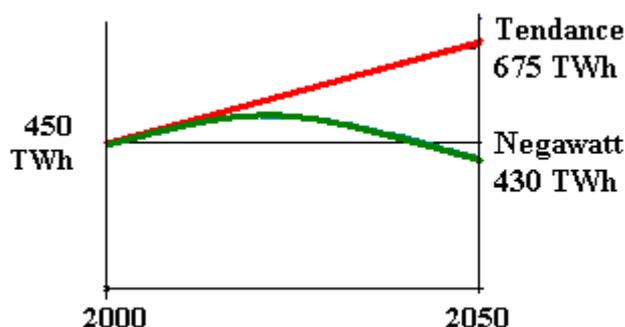


Schéma 2 : Consommation finale d'électricité en 2000, la tendance 2050 et negawatt

S'interdire l'électricité n'est-il pas paradoxal, alors que l'on sait comment la produire avec très peu de rejets de CO₂ et qu'elle peut d'ores et déjà se substituer au pétrole dans presque tous ses usages fixes et dans une fraction significative des besoins de mobilité (transports en commun, voitures hybrides).

Troisième hypothèse : l'électricité d'origine nucléaire pourra être remplacée par des énergies renouvelables, dont une part très importante d'électricité intermittente (plus de 200 TWh d'électricité éolienne et solaire photovoltaïque). Les études prospectives de RTE et l'expérience allemande montrent que l'électricité intermittente ne peut qu'être un complément, à hauteur au plus de 10 à 15 % de l'énergie fournie, de sources d'électricité fiables et disponibles. Ceci nous conduit à considérer qu'il faut corriger les chiffres donnés par negawatt, les énergies intermittentes ne pouvant guère dépasser 30 TWh et le gaz naturel fournissant près de 240 TWh. Les rejets de CO₂ pour la seule production d'électricité seraient de 40 MtC, compromettant irrémédiablement l'objectif visé.

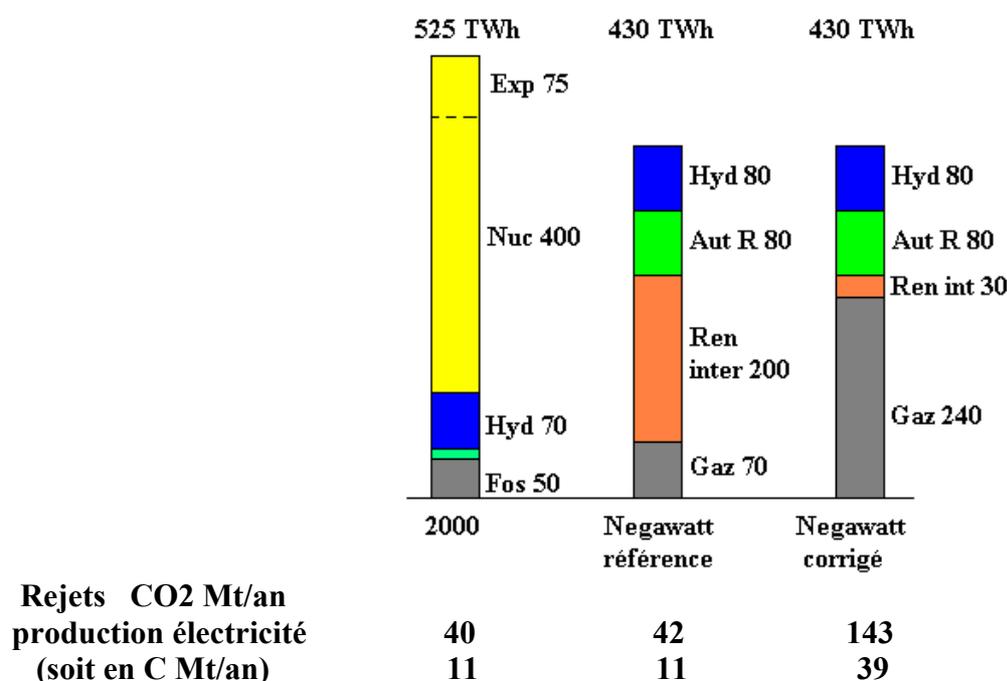


Schéma 3 : modes de production de l'électricité

Tous postes de consommation

	2000	Negawatt référence	Negawatt corrigé
total rejets CO₂ Mt/an	407	118	220
(soit en C Mt/an)	110	32	60

En résumé, les deux premières hypothèses portent en elles un risque assez fort de ne pas être vérifiées, auquel cas, le recours au nucléaire ayant été exclu, la seule issue serait de faire largement appel aux énergies fossiles. Pour éviter que celles-ci ne rejettent de grandes quantités de CO₂, il faudrait qu'elles soient assorties de capture et stockage du CO₂, ce qui impliquerait probablement de faire largement appel à la production centralisée d'électricité. La troisième hypothèse peut d'ores et déjà être considérée comme irréaliste, à moins que l'on découvre dans les prochaines décennies des moyens de stocker de grandes quantités d'électricité. Le scénario negawatt nous paraît donc reposer sur plusieurs paris très risqués.

Negawatt et Negatep : 2 scénarios pour le facteur 4 « F4 »

Claude Acket Pierre Bacher

Table des matières

Table des matières.....	3
A) Introduction.....	3
B) Les consommations par postes.....	4
<i>B 1) Les besoins fixes chaleur (résidentiel, tertiaire, industrie, agroalimentaire)</i>	4
<i>B 2) La mobilité</i>	6
<i>B 3) L'électricité</i>	8
C) Récapitulatif, la vue d'ensemble.....	9
Remarques finales.....	12

*

* *

A) Introduction

La notion «division par 4 » des rejets de gaz carbonique à l'atmosphère a été mise en avant, lors du débat national sur l'énergie en 2003. La loi d'orientation sur l'énergie de juillet 2005, l'explicite. Il s'agit de ramener de près de 120 Millions de carbone (MtC) contenus dans le CO₂ à environ 30 MtC. les rejets dus à l'énergie d'ici à 2050. Or la poursuite des tendances actuelles de consommation d'énergie de l'ordre de + 1 % par an n'est manifestement pas compatible avec cet objectif. Les rejets de CO₂ augmenteraient d'au moins 50 % au lieu de diminuer. Pour arriver à ce facteur 4, tout en assurant l'approvisionnement énergétique du pays à moindre coût, la loi définit quatre grands axes :

- Économiser l'énergie
- « Décarboner » l'énergie utilisée, en réduisant la part des énergies fossiles
- Développer les énergies renouvelables (en plus de l'hydraulique)
- Maintenir le nucléaire pour la production d'électricité

De nombreux scénarios visant le facteur 4 ont été étudiés, conformes ou non à ces quatre axes, notamment une demi douzaine de scénarios proposés dans un rapport de la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre¹, celui avancé par l'Association Negawatt², et celui proposé par Sauvons le Climat sous l'appellation Negatep³. Tous ces scénarios utilisent comme référence un scénario dit « tendanciel » parce qu'il prolonge les tendances actuelles d'augmentation des consommations d'énergie dans ses différents usages, conduisant à augmenter la consommation de plus de 50 %. Les scénarios « facteur 4 » de la MIES, comme le scénario Negatep, font l'hypothèse que les économies d'énergies permettront de stabiliser, voire même de réduire légèrement, la consommation finale d'énergie par rapport à celle de 2000, et que, pour atteindre le facteur 4, il faudra augmenter la part de l'électricité dans le bouquet énergétique, tout en veillant à ce que celle-ci continue à être produite avec le minimum de rejets de CO₂. Le scénario Negawatt, par contre, pose comme condition première l'extinction progressive du nucléaire, ce qui conduit par la force des choses à limiter la part de l'électricité et à attendre beaucoup plus des économies d'énergie.

¹ Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, *La division par 4 de CO₂ d'ici 2050* (2004)

² Scénario négaWatt 2006, *document de synthèse*, 16 décembre 2005

³ Diviser par 4 nos rejets : le scénario Negatep, <http://sauvonsleclimat.org>, février 2007

Nous nous proposons ici de comparer les scénarios Negatep et Negawatt. La comparaison est facilitée par le fait que, dans les deux approches, le même grand découpage en trois volets a été adopté :

- Les usages fixes de l'énergie
- Les transports
- L'électricité

Nous ferons le constat des remontages énergétiques proposés, et tenteront d'expliquer les écarts lorsqu'ils sont importants. L'aspect économique ne sera pratiquement pas évoqué dans cette comparaison.

Remarques préliminaires :

1. Les formes d'énergie sont multiples (chaleur, mécanique, électricité) et se mesurent toutes avec la même unité, le Joule et ses multiples (MJ, GJ...). En pratique, cependant, les professionnels ont adopté comme unité de référence la tonne équivalent pétrole et ses multiples (tep, Mtep, Gtep) pour toutes les énergies chaleur, le kWh et ses multiples (MWh, GWh, TWh) pour l'électricité :

1 tep = 42 GJ

1 MWh = 3,6 MJ ou 0,086 tep

Bien que l'électricité et la chaleur ne rendent pas les mêmes services, les divers organismes internationaux et nationaux qui s'intéressent à l'énergie sont convenus d'exprimer les énergies mises à la disposition des utilisateurs, dites « énergies finales », en tep, qu'elles soient sous forme de chaleur ou d'électricité. C'est cette convention que nous adopterons chaque fois que nous voudrions additionner des TWh électriques et des tep fournis par d'autres formes d'énergie, puisque notre propos vise essentiellement les évolutions de la consommation et des moyens d'y répondre. Negawatt, ayant adopté la convention inverse de tout exprimer en TWh ; nous avons effectué ici les conversions nécessaires et, pour les bilans globaux, avons donné les chiffres dans les deux unités.

En revanche, lorsqu'on s'intéresse aux rejets de CO₂, il faut évidemment remonter aux tonnes de combustibles fossiles effectivement utilisées, un peu supérieures aux quantités finales dans le cas de l'utilisation directe sous forme de chaleur (pour le pétrole, par exemple, il faut tenir compte de l'énergie consommée pour le raffinage), mais 1,5 à 3 fois supérieure dans le cas de l'électricité (pour tenir compte du rendement thermodynamique de la production d'électricité à partir de chaleur, compris entre 33 et 60 %). Une fois déterminées ces quantités d'énergies dites « primaires », on calcule les quantités de CO₂ rejetées (exprimées en tonnes de carbone contenu (tC et ses multiples)) en appliquant les coefficients :

Pétrole : 1 tep donne 0,89 tC

Charbon : 1 tep donne 1,17 tC

Gaz naturel : 1 tep donne 0,74 tC

2. L'ambition de cette note se limite à l'évaluation d'ordres de grandeur des différents facteurs intervenant dans le « mix énergétique » et les rejets de CO₂. Aussi peut-il paraître paradoxal de donner 2 chiffres significatifs alors que le premier est, parfois, lui-même incertain. Le lecteur comprendra que le seul intérêt du second est d'éviter les erreurs d'arrondis dans les sommes effectuées pour chaque énergie et pour chaque usage mais que, in fine, seuls les ordres de grandeur sont à retenir.

B) Les consommations par postes

B 1) Les besoins fixes chaleur (résidentiel, tertiaire, industrie, agroalimentaire)

Situation et tendance

Les usages fixes chaleur de l'énergie, dans le résidentiel, le tertiaire et l'industrie, font appel aujourd'hui à une consommation de **93 Mtep** (1080 TWh) sous forme de chaleur finale⁴ se répartissant en :

- Combustibles fossiles 66 Mtep
- Renouvelables 11 Mtep sous forme essentiellement de bois et de déchets
- Electricité 16Mtep (182 TWh) .

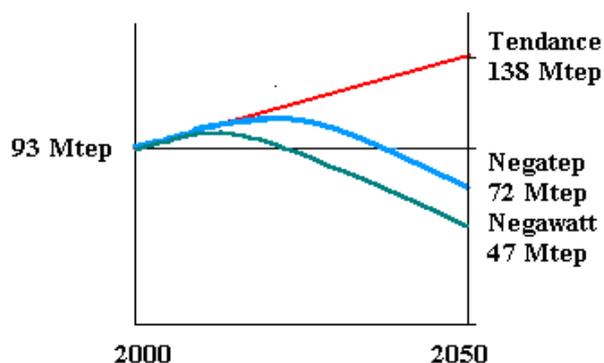
La poursuite de la tendance actuelle, porterait cette consommation de chaleur directe à environ **138 Mtep** (1600 TWh), pour l'essentiel toujours à partir de combustibles fossiles.

Les scénarios negawatt et negatep

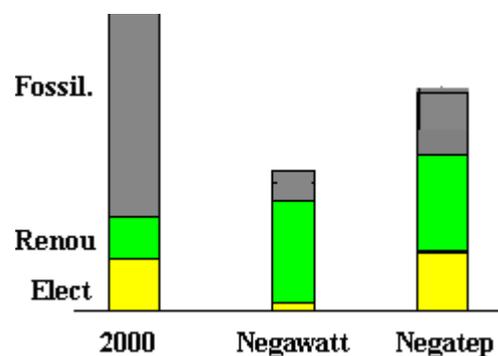
Les propositions des deux scénarios pour les besoins fixes chaleur, sont résumées dans le tableau 1 et illustrées dans le schéma 1.

Mtep ⁵ (1Mtep = 11,6 TWh)	2000	Negawatt	Negatep
Renouvelables	11	36	35
Solaire thermique	-	4,8	9
Biomasse individuelle	10	6,3	10
« réseau sans cogénération		3,5	5
« réseau avec cogénération		17 ⁶	4 ⁷
Géothermie et divers	1	4,5	7
Fossiles	66	9	18
Électricité	16	2	19
Total	93	47	72

Récapitulatif, besoins fixes chaleur



Répartition sources, besoins fixes chaleur



⁴ A ces usages spécifiques chaleur viendront s'ajouter 197 TWh pour les utilisations spécifiques de l'électricité, qui se traduiront en définitif par un dégagement de chaleur, mais ils ne sont pas remplaçables au départ par des sources directes de chaleur

⁵ Negawatt exprime toutes les énergies finales en TWh, alors que Negatep a choisi de n'exprimer en TWh que les consommations et productions d'électricité. La correspondance est toujours 1 Mtep = 11,6 TWh. Nous avons choisi, ici, de donner la préférence aux Mtep.

⁶ En admettant que, en cogénération, 20 % de l'énergie est transformée en électricité et 80 % en chaleur, la production électrique correspondante serait de 50 TWh, comme indiqué dans le chapitre électricité.

⁷ En admettant que l'on brûle 20 Mtep, 10 dans des foyers individuels, 5 dans des réseaux de chaleur sans cogénération et 5 dans des réseaux avec cogénération fournissant 4 Mtep de chaleur et 1 Mtep d'électricité.

Par habitant / tendance	Negawatt	- 68 %
	Negatep	- 52 %
Par habitant / 2000	Negawatt	- 53 %
	Negatep	- 28 %

	2000	Ngwatt	Ngtep
Comb. Fossiles	71 %	19 %	25 %
Renouvelables	12 %	77 %	49 %
Electricité	17 %	4%	26 %

Schéma 1 – énergie pour les usages fixes

Commentaires

1. Le grand écart entre Negawatt et Negatep provient des hypothèses d'**économies d'énergie**. En combinant sobriété, gains d'efficacité sur l'offre et gains d'efficacité sur la demande, Negawatt espère inverser la tendance et remplacer la croissance tendancielle de + 1 % à - 2 % par an ; alors que Negatep se « contente » d'afficher - 1 % par an. L'exemple des économies d'énergie dans l'habitat (isolation, meilleure efficacité des chaudières) illustre cette différence : le scénario Negawatt admet que les normes d'isolation et consommation d'énergie dans l'habitat, qui prévoient une division par 4 des besoins, seront effectivement appliquées à la quasi-totalité des logements d'ici 2050. Negatep, prudemment, ne retient par rapport à la tendance qu'un gain d'un facteur 2

2. Du côté de la production d'**énergies renouvelables**, les bilans globaux sont quasi identiques, mais cachent des évaluations sensiblement différentes :

- Negatep accorde plus de poids à la chaleur solaire, renforcée pour le chauffage, par des pompes à chaleur ; Negawatt met l'accent sur la biomasse, avec un développement de réseaux de chaleur très important et de la cogénération.
- Si la géothermie est en forte augmentation dans les deux scénarios, les 2 approches sont en fait très différentes. Le scénario Negatep, met l'accent sur la géothermie de surface avec pompes à chaleur, ce qui est totalement exclu dans le scénario Negawatt, probablement au vu de l'appel à l'électricité que ceci suppose. Negawatt mise plus sur la géothermie profonde et semi profonde qui fournissent de la chaleur à plus haute température.
- La biomasse représente 27 Mtep pour Negawatt et 19 Mtep pour Negatep. Ces chiffres sont à rapprocher de la consommation actuelle de 10 Mtep environ. Il faudra prendre en compte, qu'à la biomasse orientée vers la chaleur comme vu ci-dessus, il faudra ajouter celle destinée aux biocarburants.

B 2) La mobilité

Situation et tendance

Le transport des biens et des personnes était basé en 2000 presque exclusivement sur le pétrole pour 50 Mtep et seulement 10 TWh d'électricité. C'est le poste de consommation en plus forte augmentation (+ 1.4 % par an en moyenne depuis 1990) et cette tendance conduirait à 85 Mtep en 2050. Bien que ne comptant que pour 30 % dans la consommation finale, il représente plus de 40 % des rejets de CO2 et donc constitue un point essentiel dans la démarche facteur 4. Mais il n'existe pas à court terme de véritables énergies de substitution au pétrole, et il faut envisager des mutations majeures.

Scénario Negawatt

La consommation visée est de **21 Mtep** répartis en :

- pétrole 16 Mtep
- biocarburants 5 Mtep

Cette diminution est considérable puisqu'elle ramènerait la consommation à moins de la moitié de la consommation actuelle et au quart de la consommation de la tendance. Elle se base sur les progrès moteurs et surtout sur une expansion des transports collectifs.

Nota : La présentation Negawatt ne donne aucun chiffre de consommation électrique associée à la mobilité alors qu'il est fait mention d'un renforcement du rail, des transports en commun urbain (métro, tram...). Elle ne parle pas non plus de l'énergie dépensée pour fabriquer les biocarburants et celle-ci n'apparaît pas dans les bilans. On peut penser que ce sera la biomasse elle-même qui sera source principale d'énergie. De façon un peu artificielle, puisqu'il ne s'agit pas là d'énergie finale, mais afin que la comparaison se fasse sur des bases identiques, nous avons porté les chiffres de Negawatt pour la mobilité à **32 Mtep**⁸.

Scénario Negatep

Comptant sur la mise en valeur des transports en commun et une modification du comportement de chacun, ce scénario évalue les besoins à **39 Mtep**, se répartissant en

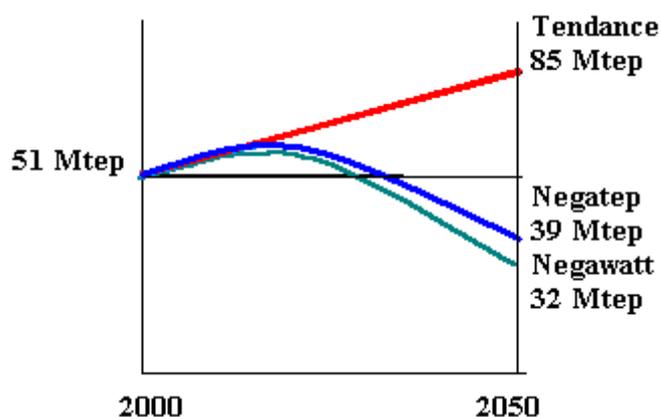
- pétrole 15 Mtep
- biocarburants 15 Mtep
- électricité directe 9 Mtep (105 TWh).

L'appel aux biocarburants est important : 15 Mtep. Pour atteindre une telle quantité sans entrer en conflit grave avec les autres besoins de biomasse (agriculture, énergie chaleur), il faut développer de nouvelles technologies permettant de transformer les produits ligno-cellulosiques et apporter une énergie extérieure à concurrence de 10 Mtep environ. Ces 10 Mtep d'énergie externe ne doivent provenir ni de la biomasse elle-même, ni des énergies fossiles émettrices de CO₂, ce qui ne laisse guère d'autre choix que l'électricité (115 TWh).

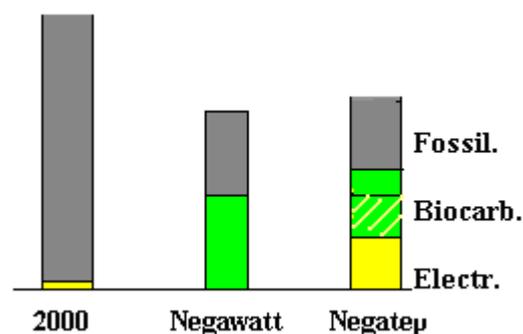
L'appel à l'électricité est élargi au niveau des transports en commun (20 TWh) et des véhicules individuels (85 TWh), ceux-ci pouvant être soit des hybrides bi énergie rechargeables, soit des véhicules 100 % électrique si les batteries font suffisamment de progrès.

En totalité, directement ou indirectement, ce sont 220 TWh d'électricité qui sont destinés à la mobilité

Récapitulatif, besoins mobilité



Répartition, sources mobilité



Par habitant / tendance	Negawatt	- 65 %
	Negatep	- 57 %
Par habitant / 2000	Negawatt	- 42 %
	Negatep	- 29 %

	2000	Ngwatt	Ngtep
Comb. Fossiles	98 %	50 %	39 %
Biocarburants		31 %	39 %
Electricité directe	2 %	19 % ?	23 %

Schéma 2 – énergies pour la mobilité

⁸ Les 11 Mtep de majoration pourraient se répartir, par exemple, en 8 Mtep d'énergie nécessaire pour fabriquer les biocarburants (5 provenant de la biomasse et 3 d'autres sources), et 3 Mtep d'électricité pour les transports ferroviaires.

Commentaire sur les comparaisons

La différence fondamentale entre les deux scénarios vient du rôle beaucoup plus important accordé par Negatep à l'électricité, en direct ou entrant dans le cycle de fabrication des biocarburants.

B 3) L'électricité.

Situation et tendance

En 2000, la consommation d'électricité était de **450 TWh** se répartissant comme suit :

- 122 TWh pour les besoins de chaleur dans le résidentiel et le tertiaire
- 167 TWh pour les usages spécifiques, dans le résidentiel et le tertiaire
- 150 TWh pour tous les besoins de l'industrie et de l'agriculture
- 10 TWh pour les transports (essentiellement ferroviaires)

La production de 525 TWh (dont 75 TWh à l'exportation⁹), provenait de :

- Nucléaire 400 TWh
- Hydraulique 70 TWh
- Fossiles 50 TWh
- Bois et déchets 5 TWh

La tendance de + 2% par an, pourrait descendre à 1,2 % par an en 2020 si on en croit les prévisions de RTE. Cette « tendance » pourrait conduire à majorer de 50 % la consommation d'électricité, soit un total de 675 TWh (hors exportation).

Scénario Negawatt

Ce scénario mise sur une montée à 500 TWh, suivie d'une stabilisation puis d'une baisse à **430 TWh**¹⁰ en 2050.

La production se répartirait comme suit :

- **Renouvelables 357 TWh**
 - Hydraulique et mer 80 TWh
 - Photovoltaïque 65 TWh
 - Biomasse 50 TWh
 - Eolien 137 TWh
 - Géothermie 25 TWh
- **Gaz 73 TWh.**

Scénario Negatep

Le scénario Negatep conduit à **725 TWh**. Cet accroissement de 275 TWh sur la consommation actuelle, est la conséquence de deux effets de sens contraires :

- Une stabilisation au niveau actuel, voire une légère baisse, des usages traditionnels de l'électricité
- l'apparition de besoins nouveaux d'électricité
 - le développement de l'électricité en direct pour les transports : + 105 TWh
 - la production de biocarburants : + 115 TWh
 - l'évolution des besoins de chaleur dans les usages fixes + 33 TWh
 - l'évolution des usages spécifiques de l'électricité + 33 TWh

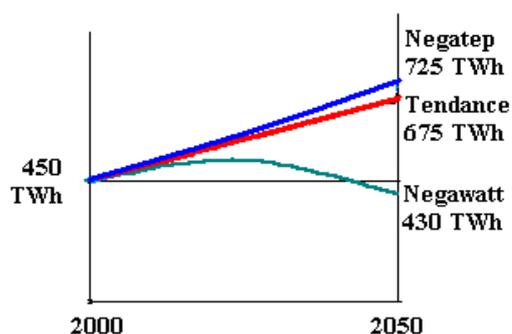
La production se répartit entre les sources non émettrices de CO2 pour et celles émettrices de CO2 :

⁹ Avec l'accroissement tendanciel de la consommation électrique, quel que soit le scénario long terme, les exportations pourraient baisser dans les années à venir et le bilan d'échange approcher l'équilibre dans quelques années. A long terme, nous raisonnons hors échanges éventuels.

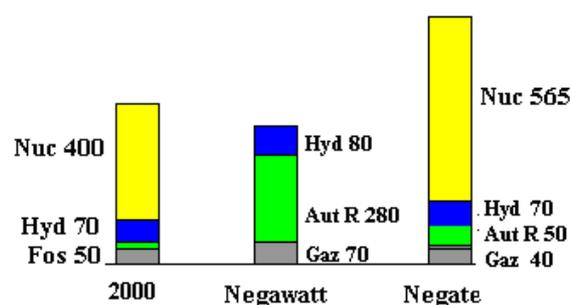
¹⁰ Rappelons que nous avons estimé qu'il convenait probablement de majorer ce chiffre de 3 Mtep (35 TWh) pour tenir compte des transports ferroviaires

- Sources non émettrices de CO2 685 TWh répartis :
 - Nucléaire 565 TWh
 - Hydraulique 70 TWh
 - Bois et déchets 20 TWh
 - Eolien 20 TWh
 - Divers renouvelables 10 TWh
- Sources émettrices de CO2 :
 - Gaz naturel 40 TWh

Récapitulatif Electricité besoins



Récapitulatif Electricité Sources



Production 525 TWh en 2000
dont 75 TWh exportation

schéma 3 – électricité

Commentaires

Indépendamment du choix ou non du nucléaire, et en dehors d'une vision similaire sur l'hydraulique, la différence principale entre les 2 scénarios vient de l'apport très important (plus de 200 TWh), dans Negawatt, des énergies intermittentes (éolien pour 140 TWh et solaire photovoltaïque pour 65 TWh) alors que Negatep estime que les sources intermittentes ne pourront guère dépasser une fraction de la production d'électricité à partir de gaz naturel¹¹ et limite, de ce fait, ces sources intermittentes à 20 TWh¹².

C) Récapitulatif, la vue d'ensemble

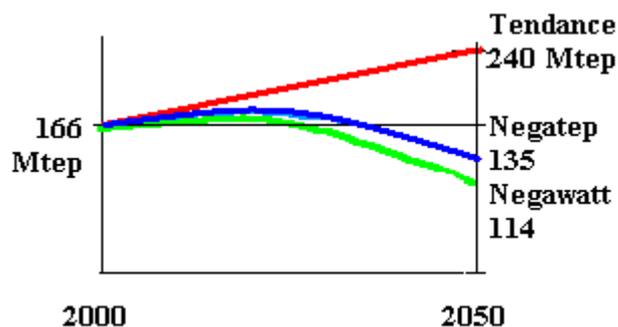
Les 2 scénarios misent sur des économies d'énergie importantes, d'autant plus notables que, pour le moment, les besoins d'énergie continuent d'augmenter de plus de 1 % par an et qu'une stabilisation semble difficile à atteindre avant 2015 environ. Le scénario Negawatt vise une plus forte sobriété énergétique, sans aucun doute souhaitable, mais peut-être utopique à un tel degré. Alors que la consommation d'énergie finale de 2000 était de 166 Mtep et la tendance pour de 240 Mtep

- Le scénario Negawatt espère, pour 2050, un total de 114 Mtep (103 annoncés + 11 ajoutés pour la mobilité) répartis comme suit
 - Renouvelables 77 Mtep
 - Fossiles 37 Mtep

¹¹ De nombreux rapports d'exploitants allemands font part des difficultés rencontrées pour intégrer un parc d'éoliennes qui produit 25 TWh, alors que l'Allemagne produit près de 300 TWh à partir de charbon et de gaz.

¹² Ce devrait être encore moins, mais la France s'est engagée à atteindre ce niveau en 2017 et a inscrit cela dans le Programme Pluriannuel des Investissements de 2006.

- Le scénario Negatep donne un total de 135 Mtep répartis entre
 - Renouvelables 50 Mtep
 - Nucléaire 49 Mtep
 - Fossiles 36 Mtep



Par habitant / tendance	Negawatt	- 56 %
	Negatep	- 48 %
Par habitant / 2000	Negawatt	- 36 %
	Negatep	- 25 %

Schéma 4 - remontage final

Combustibles fossiles

Les combustibles fossiles représentaient 120 Mtep en 2000.

Les 2 scénarios conduisent à une réduction de l'énergie issue des combustibles fossiles d'un facteur global d'environ 3.3. L'effet vis-à-vis des rejets de gaz carbonique est plus important puisque dans les deux cas, la place relative du gaz s'accroît au sein de ces énergies fossiles,

Même si le facteur 4 n'est peut-être pas rigoureusement obtenu, l'un et l'autre scénario s'en rapprochent. L'un et l'autre tracent également les premières voies à suivre pour orienter les décisions politiques et sociétales, voies à préciser et perfectionner dans le temps.

Les renouvelables

En 2000 les renouvelables couvraient 10.6 % de la consommation avec 17 Mtep répartis entre 70 TWh d'électricité hydraulique et 11 Mtep de biomasse (bois, déchets)

Les 2 scénarios prévoient une forte augmentation des renouvelables.

- Le scénario Negawatt prévoit 77 Mtep de renouvelables (x 4.5 par rapport à 2000). Les renouvelables couvriraient ainsi 67 % des besoins
- Le scénario Negatep prévoit 50 Mtep de renouvelables (x 3 par rapport à 2000) Les renouvelables couvriraient ainsi 37 % des besoins

Cet écart de 27 Mtep dans les prévisions d'appel aux renouvelables, vient essentiellement d'une grande différence sur

- l'éolien : 140 TWh pour Negawatt et 20 TWh pour Negatep
- le photovoltaïque : 65 TWh pour Negawatt et qui reste marginal pour Negatep
- la biomasse chaleur : 27 Mtep pour Negawatt et 19 Mtep pour Negatep
- la biomasse pour les biocarburants : 10 Mtep pour Negawatt et 5 Mtep pour Negatep

L'électricité

L'approche est totalement différente sur le rôle que peut jouer l'électricité dans l'approche du facteur 4. Si ce vecteur est à éviter pour Negawatt, il est au contraire fortement recherché pour Negatep lorsqu'il peut remplacer les combustibles fossiles, aussi bien au niveau du chauffage (chauffage électrique, pompes à chaleur) qu'au niveau de la mobilité (voitures électriques, hybrides, usages industriels dont la fabrication de biocarburants)

Le scénario Negawatt prévoit 430 TWh ne faisant appel au gaz que pour 75 TWh et le reste basé sur les renouvelables dont plus de 200 TWh d'éolien et de photovoltaïque. Comme annoncé au départ, ce scénario prévoit une sortie totale du nucléaire en 2040.

Le scénario Negatep prévoit 725 TWh. Cette forte augmentation de 275 TWh s'explique essentiellement par le rôle prédominant que prend l'électricité dans les transports en remplacement partiel du pétrole. L'énergie issue du nucléaire passe de 400 TWh à 565 TWh (exemple 50 tranches EPR)

Nota 1 : bilan des utilisations de la biomasse

Compte tenu des rôles importants joués par la biomasse dans les deux scénarios, d'une part pour les usages fixes, d'autre part pour les usages mobiles, il est intéressant de comparer les besoins totaux de biomasse dans l'un et l'autre scénarios :

<i>Mtep</i>	Negawatt	Negatep
Biomasse chaleur directe (individuels et réseaux)	10	15
Biomasse avec cogénération*	21	5
Biomasse pour biocarburants	10**	5***
<i>Total</i>	<i>41</i>	<i>25</i>
* en supposant que la cogénération se répartit en 80 % de chaleur et 20 d'électricité		
** en supposant que 2 tep de biomasse permette de produire 1 tep de biocarburant		
*** avec apport extérieur d'énergie		

On constate que les deux scénarios comptent sur une large mobilisation de la ressource biomasse, effectivement abondante en France, mais que Negawatt a choisi sensiblement plus élevée, 4 fois plus qu'aujourd'hui. Deux causes à cela :

- Le choix fait par Negawatt de développer massivement les réseaux de chaleur avec cogénération, alors que Negatep est beaucoup plus prudent.
- Le choix fait en matière de source d'énergie pour produire les biocarburants : la biomasse pour Negawatt, l'électricité pour Negatep. Il en résulte que Negawatt consomme 3 fois plus de biomasse pour produire 3 fois moins de biocarburant (5 Mtep contre 15 Mtep).

Nota 2 : la trajectoire vers le facteur 4

Dans le scénario Negatep, les différentes voies retenues peuvent toutes être développées avec les technologies existantes ou sur le point de l'être, à l'exception de la production de biocarburants à partir de produits ligno-cellulosiques.

La situation est différente dans le scénario Negawatt, car on ne sait pas aujourd'hui stocker de grandes quantités d'électricité, condition indispensable à la production de plus de 200 TWh d'électricité intermittente. C'est probablement la raison pour laquelle le scénario Negawatt prévoit, à titre transitoire, une augmentation massive de la production d'électricité à partir de gaz naturel (40 % en 2040). En fait, en l'absence de stockage de l'électricité, la production intermittente pourrait difficilement dépasser 10 %.

Les énergies renouvelables (hydraulique, géothermie et biomasse en cogénération produisant 150 TWh, les autres 280 TWh devraient se répartir 30 TWh intermittents et 250 produits avec du gaz naturel, rejetant quelque 40 MtC. Si un tel transitoire devait se prolonger, il compromettrait durablement le facteur 4.

Nota 3: Séquestration du gaz carbonique

Aucun des 2 scénarios ne met en avant cette technologie en développement comme une alternative forte pour réduire les rejets. Le scénario Negatep, l'évoque comme une possibilité de venir participer à une partie de la production d'électricité (centrale au charbon importé et séquestration) à la place de tranches nucléaires. Ce mode de production obligatoirement très centralisé est cohérent avec l'approche Negatep de pousser à plus d'électricité.

Remarques finales

A partir du moment où les auteurs du scénario Negawatt s'interdisent le nucléaire et programment son extinction en 2040, ils se condamnent à limiter fortement le rôle de l'électricité, alors que ce vecteur d'énergie présente de nombreux atouts.

Cette différence qualitative entre les deux approches a des répercussions importantes dans les trois domaines considérés. Negawatt mise essentiellement sur la sobriété (division par 3 des besoins), alors que Negatep envisage un rôle important de l'électricité comme moyen de substitution au pétrole.

Pour produire l'électricité malgré tout nécessaire, Negawatt veut faire largement appel aux énergies renouvelables. Or les seules disposant d'un potentiel élevé sont intermittentes, et le seul moyen de les intégrer en grandes quantités dans le système électrique serait de stocker l'électricité, ce que l'on ne sait pas faire aujourd'hui. Si on ne sait toujours pas le faire dans 20 ou 30 ans, ce ne sera pas 40 % mais près de 60 % de l'électricité qu'il faudra produire avec des combustibles fossiles, compromettant définitivement l'objectif de réduction des émissions de CO₂. Il y a là un pari que Negatep s'interdit.