

# Le scénario NégaWatt : une France idéale, idéalisée, ou possible ?

## Commentaires des diapositives de Bruno BOURGEON

### Diapositive 2

Les énergies de stock se raréfient (gaz, charbon, pétrole, uranium), tandis que les énergies de flux se renouvellent (eau, soleil, vent, bois, biogaz, biomasse, géothermie). Il n'y a pas d'autre avenir que de baser notre système énergétique sur ces énergies de flux. La transition vers cette solution soutenable est non seulement souhaitable, mais aussi possible, pour cela il faut l'engager sans tarder. Or le temps de l'énergie est un temps long : 2050, c'est déjà après-demain. Et nos conduites sont dictées vers un temps court : besoins de consommation, croissance du PIB, exigences des marchés. L'urgence de notre action est d'autant plus vitale que les risques sont cumulatifs. Vous trouverez dans les diapositives suivantes l'actualisation 2011 d'un scénario mis en place par l'association NégaWatt.

### Diapositive 3

Le scénario NégaWatt développe dix points-clés pour la réduction de notre consommation, et donc de notre production, d'énergie.

Politique volontariste = les 2/3 du chemin!

Maintien de services énergétiques : chaleur, mobilité, électricité

Recours aux énergies renouvelables (EnR) à hauteur de 91% en 2050

Gestion coordonnée des réseaux (gaz, électricité, chaleur)

Anticipation de la fin des « fossiles »

Division par 16 des émissions de CO2 en 2050

Système décarboné, sortie du nucléaire en 22 ans

Réduction des émissions de CO2 cohérentes avec le poids démographique

Relocalisation des productions notamment agricoles, recours massif à la biomasse

Redonner aux territoires et leurs acteurs une place centrale dans le paysage énergétique.

Précisons que ce scénario n'est pas celui souhaité par Europe Ecologie Les Verts, en particulier sur le retrait du nucléaire.

### Diapositive 4

Une démarche en trois temps:

- La sobriété : agir sur les comportements individuels et l'organisation collective sur les différents usages de l'énergie pour privilégier les plus utiles, restreindre les plus extravagants, supprimer les plus nuisibles;
- L'efficacité : agir, par des choix techniques, de l'utilisation à la production, sur la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire un service énergétique donné;
- Les énergies renouvelables : augmenter la part de service énergétique satisfait par des énergies moins polluantes et plus soutenables.

### Diapositive 5

Le scénario intègre des critères sociaux et environnementaux dans la hiérarchie des solutions. Il explore les gisements de la sobriété et de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs. Cela conduit, entre autres, à écarter de nouveaux réacteurs nucléaires et à ne plus capturer et séquestrer le carbone.

### Diapositive 6

Définition, à partir d'une évolution des usages, des vecteurs et des sources d'énergie, les grandes lignes du contenu en croissance et en emplois d'une transition énergétique, elle-même porteuse d'une véritable dynamique économique et sociale, surtout si on la compare à l'inaction...

L'analyse est remontante (bottom-up) en 5 étapes:

- Les usages sont analysés par secteur d'activité dans autant de modules qui intègrent les paramètres de sobriété et d'efficacité
- Le choix du vecteur énergétique est effectué pour répondre à chaque besoin spécifique, de façon à remonter aux besoins en énergie finale, celle qui est délivrée aux consommateurs.
- On remonte ensuite des consommations finales aux ressources primaires.
- Les besoins sont mis en face du potentiel de production des EnR et du rythme de fermeture des réacteurs nucléaires, les énergies fossiles servant de variables d'ajustement.
- Pour l'électricité, cet ajustement doit être instantané en intégrant différentes solutions de stockage.

### Diapositive 7

Hypothèse de l'INSEE = 72,3 millions en 2050, soit 7 millions de plus qu'actuellement.

Nous devons retrouver le sens des distances et de l'espace : l'étalement urbain, l'éloignement des lieux d'activité du domicile, l'allongement des circuits de consommation, l'artificialisation des sols sont devenus énergétiquement insoutenables : le modèle intègre un ralentissement de ces phénomènes.

Le scénario intègre aussi une relative stabilisation de la consommation énergétique sur le long terme, résultante d'une compensation entre les efforts, la croissance démographique et le développement des services énergétiques.

#### **Diapositive 9**

Prenons l'exemple de l'éclairage. Voici une lampe à filament de tungstène classique.

#### **Diapositive 10**

Voici une lampe halogène d'intérieur.

#### **Diapositive 11**

Voici deux lampes LED. Risque: rétine des bébés (particulièrement dans les bleus), donc les préférer en éclairage indirect.

#### **Diapositive 12**

Voici une ampoule fluocompacte, à rayonnement électromagnétique parasite, tout PM devra rester à plus de 30 cm. Risque mercuriel faible, donc respecter le tri du recyclage. On peut économiser un million de tonnes de CO2 chaque année en France.

#### **Diapositive 13**

À titre d'exemple, l'éclairage vise à produire de la lumière. La part de l'énergie consommée se transformant en une autre forme d'énergie comme la chaleur est donc perdue. On produit généralement la lumière à partir d'électricité, mais selon les ampoules utilisées, une même luminosité nécessite une quantité d'électricité pouvant aller de 1 à 15. Mais dans un « **bâtiment passif** » (ou « positif en énergie »), la source électrique d'éclairage pourra elle-même être considérée comme une des sources de **calories**.

#### **Diapositive 14**

Avec le bâtiment, résidentiel ou tertiaire, l'économie est de 600 TWh, soit – 65%; avec les transports, 400 TWh, soit – 67%; dans l'industrie et l'agriculture, 200 TWh, soit – 50%.

#### **Diapositive 15**

La France du négaWatt ne vit pas dans la privation. On s'y loge un peu plus dans du petit collectif, on dépense beaucoup moins pour se chauffer, les équipements sont plus efficaces et leur usage est plus rationnel.

On ne consomme pas moins mais mieux : réduction des distances parcourues, transports plus diversifiés, gisements d'économies considérables:

- 54% sur la chaleur
- 59% sur les déplacements
- 40% sur l'électricité spécifique
- gain en énergie finale de 60% par personne, donc fourniture de 2,2 fois moins d'énergie, ce qui permet une bascule vers les EnR de 90% pour la chaleur et la mobilité, et de 100% pour l'électricité spécifique.

#### **Diapositive 16**

Indispensable avant de considérer la réduction des énergies fossiles qui ne feront que s'adapter aux besoins.

Maître mot : diversité et complémentarité (smart grid, mix énergétique). Ne pas se focaliser sur l'électricité qui ne représente que 20% de nos besoins énergétiques.

Nous disposerons au final entre biomasse, EnR et autres ressources, près de 990 TWh pour des besoins estimés à 1100 TWh, donc 90% d'énergie renouvelable.

#### **Diapositive 17**

Part résiduelle encore nécessaire à 10%.

L'usage du pétrole, 42 TWh, subsiste encore dans les transports, pour près de la moitié de l'approvisionnement d'un parc résiduel.

Le charbon, 19 TWh, pour la chaleur dans certains processus industriels, et pour la sidérurgie.

Le gaz, 33 TWh, pour la cogénération industrielle, et pour une part résiduelle d'appoint de production électrique.

En 2030, plateau de réduction pour pallier la fermeture progressive des centrales nucléaires.

#### **Diapositive 18**

Vouée à disparaître...

### **Diapositive 19**

Et si on parlait désormais du nucléaire?

Le parc national de Kakadu dispose de 10% des réserves d'uranium de la planète.

### **Diapositive 20**

Europe (dont France et Royaume-Uni), Etats-Unis, Japon

### **Diapositive 21**

Une **centrale nucléaire** est un site industriel qui utilise la fission de noyaux atomiques pour produire de la chaleur, dont une partie est transformée en électricité (entre 30 % et 40 % en fonction de la différence de température entre la source froide et chaude). C'est la principale mise en œuvre de l'énergie nucléaire dans le domaine civil.

### **Diapositive 22**

Le prix du nucléaire n'est pas si bon marché

L'indépendance énergétique est nulle puisque l'on importe 100% du minerai

La sécheresse estivale fait courir un risque de black-out : c'est le changement climatique qui s'attaque au nucléaire, et non l'inverse...

### **Diapositive 24**

**En France** (58 réacteurs), estimation en 1991 à 15 % du coût d'investissement net qui sert de base aux provisions. Au 31/12/2005 provisions = 13,1 milliards d'euros. Ne garantissent pas la disponibilité des fonds. Donc EDF constitue des fonds dédiés supervisés par le Comité de suivi des engagements nucléaires, rattaché au conseil d'administration de la société.

Fin 2003, la Cour des comptes évalue les fonds à 2,3 milliards d'euros. L'estimation de la Cour des Comptes est une fourchette de 20 à 39 milliards d'euros 2003, en cohérence avec le mode d'estimation retenu par EDF et la durée de vie résiduelle des centrales.

« Sortir du nucléaire » reproche à EDF d'avoir sous-estimé les coûts de démantèlement ; La Grande-Bretagne prévoit 103 milliards d'euros pour le démantèlement de son parc de 35 réacteurs, qui est bien moins important que celui de la France.

Début 2011, 10 réacteurs nucléaires concernés : Brennilis (Finistère), Bugey 1 (Ain), Saint-Laurent-des-Eaux A1 et A2 (Loir-et-Cher), Chinon A1, A2, et A3 (Indre-et-Loire), Chooz A (Ardennes), Phénix (Gard) et Superphénix à Creys-Malville (Isère)

Exemple = Brennilis, coût de 482 millions d'euros, 20 fois plus que ce qu'avait prévu la Commission.

### **Diapositive 25**

NégaWatt prévoit un abandon progressif et raisonné du nucléaire, dans une logique pragmatique : fermeture sans remplacement. On croise le besoin électrique avec le vieillissement des réacteurs, dont on peut ainsi assurer le rythme de fermeture. Les énergies fossiles peuvent compléter de manière transitoire.

Le point délicat est le vieillissement du parc. Certains réacteurs ont déjà dépassé 30 ans (horizon jugé maximal raisonnable). EDF veut passer à 40 ans et continue de se fournir en uranium notamment nigérien. Attention à l'effet de falaise, la moitié du parc a été construit entre 1977 et 1987. Donc nécessité d'une certaine flexibilité dans la fermeture autour d'une moyenne visée.

### **Diapositive 26**

Modélisation de sortie de réacteur par réacteur en trois phases:

- Première phase : surcapacité actuelle permet de fermer les réacteurs les plus anciens rapidement, pour 3500 MW de capacité par an.
- Deuxième phase : niveau de fermeture à 2500 MW/an, plus modéré, pour permettre aux EnR de se développer.
- Troisième phase : accélération finale jusqu'à 4000 MW/an, le dernier en 2033.

Ceci afin de prendre en compte l'ensemble des contraintes : enjeu de sûreté, minimiser le recours au fossile.

Ainsi croisement des contraintes : d'abord développer l'EnR et effort sur la consommation, ensuite vieillissement du parc est le point dimensionnant. La fenêtre est étroite, entre 2030 et 2035, et se joue dès maintenant.

### **Diapositive 29**

Oui, je sais, la contre-plongée la met particulièrement en avant, et comme disait Bobby Lapointe, davantage d'avantages avantagent davantage!

Le parc de Béganne (Morbihan) , par exemple, en participation citoyenne, prévoit 4 éoliennes de 2 MW chacune, soit une prévision de production de 20 GWh (environ 30% de la production maximale théorique), pouvant alimenter 8000 foyers!

### **Diapositive 30**

Cette source d'électricité fera peut-être l'objet d'un Caféco à part, avec l'éolien et les autres EnR. Aussi ne vais-je pas vous bassiner avec les différentes techniques utilisées.

### **Diapositive 31**

En Islande, la quasi-totalité du chauffage et de l'électricité provient de la géothermie.

### **Diapositive 32**

La coordination des réseaux est la clé de voûte du 100% négawatt. L'une des critiques des EnR est leur caractère fluctuant (et non intermittent). Le problème majeur sera donc d'assurer l'équilibre offre-demande. Pour cela:

- Augmenter la capacité des STEPT (stations de transfert d'énergie par pompage-turbinage).
- Accumulateurs (lithium-ion, vanadium, sodium-soufre)
- Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau pour alimenter les piles à combustible.
- Rien n'est en fait satisfaisant complètement. Une solution prometteuse est la « méthanation »= production de méthane synthétique par hydrogène issu d'électrolyse et gaz carbonique issu de combustion, et qui remplace le gaz naturel fossile. En transformant une électricité non stockable en molécules qui le sont, on résout plusieurs problèmes à la fois. 30 TWh de méthane synthétique par an serait suffisant. En plus, elle peut produire un peu de chaleur!

### **Diapositive 33**

Transition vers un système basé sur les énergies de flux:

- En réduisant de deux tiers sa consommation d'énergie primaire
- En consommant 90% d'EnR pour ce faire
- En augmentant le rendement de 65 à 87% par la gestion des vecteurs énergétiques
- En jouant sur la diversité de leurs sources et de leurs usages, et sur la complémentarité des réseaux.

### **Diapositive 35**

Mais nous ne sommes pas tout seuls. Ainsi, dans le monde, en ce qui concerne les émissions de CO2, cela parle de soi! Certes USA et Chine, mais l'Indonésie s'y met aussi, le Brésil par entre autres la déforestation, l'URSS, bref les pays à grande surface, mais pas tous, le Canada faisant figure de bon élève (il est vrai très peu peuplé, et dispoissant d'immenses forêts, comme en Sibérie au demeurant).

### **Diapositive 36**

Avec l'extraction de l'uranium, le nucléaire est plus producteur de CO2 que les énergies renouvelables comme le photovoltaïque (pourtant pas très bien classé) ou naturellement l'éolien.

### **Diapositive 37**

Les risques nucléaires sont réduits puis annihilés (sauf les déchets, on en a pour des millions d'années).

La fin du pétrole facile (peak-oil) est anticipée par les limitations de son usage (pétrochimie, industrie, aviation).

Les émissions de CO2 sont réduites d'un facteur 16 en 2050.

Les émissions de CO2 cumulées sur 2011-2050 sont de 7 milliards de tonnes pour la France, en phase avec son poids démographique mondial.

### **Diapositive 38**

Question cruciale mais trompeuse!

Avons-nous le choix? Nicholas Stern, directeur de la banque mondiale en 2006, estime que l'inaction coûtera 15 à 20 fois plus!

Coût du démantèlement inéluctable, que l'on sorte ou pas du nucléaire!

Donc coût de la transition à comparer à quoi?

- La sobriété ne coûte rien
- L'efficacité nécessite un investissement dont on attend un retour grâce aux économies générées.
- Les EnR sont plus chères, mais le nucléaire ou le fossile n'intègrent pas dans leur prix tous leurs coûts environnementaux. De plus, les filières EnR se développent et leur coût de production s'amointrit avec le temps.

Donc plus investissement que coût, nécessairement rentable avec le temps.

Enfin pas de gaspillage, par les travaux menés, l'activité et les centaines de milliers d'emplois créés dans un marché demandeur.

Ailleurs le niveau de sûreté qu'a exigé la catastrophe de Fukushima coûtera 60 milliards d'euros sans un seul kWh produit en plus, ce qui aurait financé une production solaire équivalente à un an de production nucléaire.

L'évidence nous saute aux yeux: qu'attendons-nous?

### **Diapositive 39**

Principe constitutionnel : droit du citoyen à avoir accès à une source d'énergie sûre, respectueuse de l'environnement, à un prix acceptable, dans une politique de sobriété, d'efficacité et d'EnR.

La LOETE traduira dans les faits les principes précédents.

La HAIECE aura pour missions de préparer les décisions, contrôler leur mise en oeuvre et sanctionner leurs manquements. Elle doit être indépendante. Trois chantiers lui seront prioritaires : rendre leur pouvoir aux territoires, faire de la transition énergétique l'affaire de tous, et repenser l'urbanisme.

Quatre piliers pour soutenir ce projet de société: une contribution sur l'énergie primaire et les externalités environnementales (CEPEX), un bonus-malus à tous les biens d'équipement générant une consommation d'énergie, un principe de progressivité pour dissuader toutes les surconsommations inutiles, une lutte contre la précarité visant à sortir les ménages de leur dépendance

### **Diapositive 40**

Mise en place d'une réduction des besoins dans les secteurs prioritaires: le bâtiment, tant dans le neuf que la rénovation, la diversification des modes de déplacement et incitations très fortes vers les techniques et les motorisations les plus efficaces, un programme d'économies dans l'ensemble du tissu industriel vers plus de réutilisation, consignes, réparabilité, recyclabilité, dans une perspective de relocalisation de la production.

Les EnR auront un caractère d'intérêt général reconnu par la Loi: fonder en droit les dispositifs de soutien à la recherche et au marché, coordonner et décentraliser la gestion des réseaux énergétiques.

Enfin renoncer au nucléaire pour concilier les impératifs de sûreté et de lutte contre le changement climatique, avec la substitution du nucléaire par le renouvelable.

### **Diapositive 42**

Diminuer la consommation finale d'un facteur de 2,2, soit passer de 240 Mtep à 114 Mtep, est une utopie sans imposer des contraintes peu compatibles avec les libertés individuelles.

Sera-t-il possible de ne pas faire appel à l'électricité pour réduire les rejets de CO<sub>2</sub>? La consommation d'électricité baisserait même un peu, de 39 à 37 Mtep (450 TWh à 430 TWh). S'interdire l'électricité est paradoxal, alors que l'on sait la produire avec très peu de rejets de CO<sub>2</sub> 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 en mobilité.

L'électricité nucléaire pourra être remplacée par des EnR (plus de 200 TWh d'électricité éolienne et solaire photovoltaïque). L'expérience allemande montre 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. C'est incontestable au vu des réalités météorologiques (éolien, photovoltaïque produisent 15 à 30% du temps) associées aux possibilités de régulation des réseaux. Ceci nous conduit à considérer qu'il faut corriger les chiffres donnés par Négawatt, les énergies intermittentes ne pouvant guère dépasser 30 TWh et le gaz naturel fournissant près de 240 TWh. Les rejets de CO<sub>2</sub> pour la seule production d'électricité seraient de 147 Millions de tonnes, compromettant l'objectif visé.

### **Diapositive 43**

Vous avez ici l'illustration de la diapositive précédente

### **Diapositive 44**

Pratiquement supprimer le pétrole et le gaz dans le résidentiel et le tertiaire. Les moyens existent :

- meilleure isolation
- énergies renouvelables
- pompes à chaleur
- électricité directe exploitée intelligemment.

Le problème est le financement.

Réduire très fortement le pétrole pour les transports, c'est une double révolution :

- repenser la mobilité (transports en commun, fret)
- remplacer le pétrole par l'électricité, soit directement dans des véhicules hybrides ou électriques, soit en apportant toute l'énergie nécessaire à la synthèse des biocarburants.

Limiter sérieusement les combustibles fossiles dans l'industrie. Ceci implique notamment des modifications de procédés (et donc des investissements lourds).

Augmenter fortement la part de l'électricité dans le mix énergétique, donc maintenir l'énergie nucléaire dans la production d'électricité et limiter la part des électricités intermittentes au niveau que le réseau électrique peut supporter sans augmenter les apports du gaz.

#### **Diapositive 45**

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

Deux différences majeures:

- Economies d'énergie : division par 4 des besoins selon Négawatt, par 2 selon Négatep;
- Energies renouvelables : Négatep apporte plus de poids à la chaleur solaire et aux pompes à chaleur; la géothermie est profonde dans Négawatt, et la biomasse y est plus développée.

#### **Diapositive 46**

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

#### **Diapositive 47**

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 Négawatt, des énergies intermittentes (éolien pour 140 TWh et solaire photovoltaïque pour 65 TWh) alors que Négatep estime que les sources intermittentes ne pourront guère dépasser une fraction de la production d'électricité à partir de gaz naturel et limite, de ce fait, ces sources intermittentes à 20 TWh.

#### **Diapositive 48**

A partir du moment où les auteurs du scénario Négawatt 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. Négawatt mise essentiellement sur la sobriété (division par 3 des besoins), alors que Négatep envisage un rôle important de l'électricité comme moyen de substitution au pétrole.

Pour produire l'électricité malgré tout nécessaire, Négawatt 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 CO<sub>2</sub>. Il y a là un pari que Négatep s'interdit.

#### **Diapositive 49**

La transition énergétique n'est pas un fardeau de plus, car elle permet de desserrer les contraintes, de se désaccoutumer de l'énergie facile et de progresser vers l'autonomie énergétique.

La transition énergétique n'est pas un saut dans l'inconnu, elle en est même l'inverse.

La transition énergétique est un chemin de non-regret, car même si d'autres pistes s'offrent à nous, le parcours de sobriété et d'efficacité sera fait et ne sera plus à faire.

La transition énergétique est une voie du moindre risque, comme ceux de l'implosion sociale, du bouleversement climatique ou de l'accident nucléaire. C'est également la voie de la responsabilité, car, comme le disait Hans Jonas dans son livre, « le Principe Responsabilité », ...