

FLASH N°37 – Décembre 2013

Au sommaire de ce numéro

La transition énergétique en France et en Allemagne ? ..1
 Réchauffement climatique ou pas ? D'origine anthropique ou pas ?3

La Transition Énergétique en France et en Allemagne

Par Alain Argenson (ECN 62)

Rejoignez-nous sur les réseaux sociaux ! Centrale-Energies dispose d'un groupe sur LinkedIn, Viadeo et Facebook.



Dates à retenir

par **Christiane DREVET** (ECN 65)

19 décembre 2013:
ASIEM

« **Des Smart Grids aux Smart Networks, vers une coopération des réseaux collectifs** »

16 janvier 2014 :
ASIEM

« **Quelles perspectives pour le mix électrique en France à l'horizon 2030 ? Quelles évolutions des réseaux ?** »

ASIEM :

6, rue Albert de Lapparent, 75007 Paris, Métros : Ségur ou Sèvres-Lecourbe

L'inscription s'opère à partir de l'invitation, insérée au site : www.centrale-energie.fr, six semaines environ avant chacune des conférences.

Prochain Flash (N°38) février 2014

Comité de relecture et de mise en page :

Aurélien Déragne
 Christiane Drevet
 Claude Poirson

La transition énergétique, c'est le passage d'un système énergétique carboné basé principalement sur l'utilisation des énergies fossiles carbonées à un système énergétique décarboné.

Pourquoi la transition énergétique ?

1) Pour limiter, autant que faire se peut, le réchauffement climatique rapide confirmé par le dernier rapport du GIEC, qui pointe d'une façon extrêmement probable son lien avec les activités humaines, et ceci principalement par l'intermédiaire de l'augmentation des Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère, tels que les CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆.

2) Pour anticiper l'épuisement des ressources fossiles en les conservant pour d'autres utilisations.

3) Enfin, pour diminuer la dépendance énergétique à ces ressources fossiles (69 milliards d'Euros d'importation en 2012).

Situation comparée de la France et de l'Allemagne :

Données générales (source Eurostat)

	Allemagne	France
Population 2012	80,5 M	65,6 M
Territoire km ²	357 134	543 966
Densité hab/km ²	225	120
Forêt en km ²	117 415	173 113
PIB Md € 2012	2 666,4	2 032,3
PiB par hab 2012	32 600 €	31 100 €
Conso. Energie Mtep (2010)	217,4	158,8
Conso. Elec. des ménages par hab. (2010)	1 732 kWh	2 515 kWh
Prod. élec. par hab (2010)	7 813 kWh	8 675 kWh
Logements en millions	37,4	28,7

Consommation énergétique finale en tep par habitant (2009)-(source Global Chance/B. Laponche)

Par produit	Allemagne	France Métropole
Charbon	0,14	0,07
Produits pétroliers	0,90	1,00
Gaz	0,67	0,47
Electricité	0,52	0,58
Chaleur (Hors biomasse)	0,13	0,064
biomasse	0,12	0,19
TOTAL	2,51	2,36

Par secteur d'activité	Allemagne	France Métropole
Industrie	0,67	0,49
Transport	0,66	0,72
Résidentiel	0,78	0,72
Tertiaire	0,38	0,37
Agriculture	0,012	0,063

On note une consommation totale supérieure en Allemagne due à l'Industrie. La France consomme plus d'électricité et de biomasse que l'Allemagne, qui de son côté consomme plus de gaz.

Emissions de CO₂ à partir d'énergie fossile en kg par secteur et par habitant en 2011 (source IEA).

	Allemagne	France Métropole
Emissions totales	9 141	5 042
Electricité et chaleur	3 968	691
Industrie et construction	1 396	927
Transport	1 819	1 875
Résidentiel	1 088	700

Les émissions sont principalement dues à la production électrique en Allemagne. Il n'est donc pas étonnant que l'Allemagne se soit lancée à corps perdu dans les énergies renouvelables électriques. On remarque également une prépondérance de l'industrie allemande. Le chauffage électrique fortement développé en France et ceci pour une grande part à base de nucléaire conduit à une moindre pollution que les chauffages à partir d'énergies fossiles utilisés en Allemagne.

Engagements internationaux et communautaires

1) Le protocole de Kyoto (adopté en 1997) a conclu que les émissions de GES devaient être réduites mondialement d'au moins 5 % sur la période 2008-2012, par rapport à 1990 (Objectif pour la France = 0, pour l'Allemagne = -21 %).

2) La France s'est engagée par la loi du 13 juillet 2005 à réduire de 3 % par an ses émissions de GES, soit une division par 4 d'ici 2050.

3) Le paquet énergie climat européen (2008) a donné pour objectif 2020 :

a) faire passer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique européen à 20 % (23 % pour la France).

b) réduire les émissions de CO₂ des pays de l'Union de 20 %.

c) accroître l'efficacité énergétique de 20 %.

Les objectifs de la France

Suite à la concertation nationale appelée Grenelle de l'Environnement en 2007, des programmes pluriannuels d'investissement (arrêtés du 15 décembre 2009) ont fixé des objectifs dans le domaine de la chaleur et de l'électricité pour chaque technologie aux horizons 2012 et 2020, en accord avec nos engagements européens. Deux objectifs sont importants pour 2020 : 25 000 MW d'éolien dont 6 000 MW en mer (valeurs 2012=7 449MW) et 16 455ktep de biomasse chaleur (valeurs 2006= 13 591 ktep).

La loi Grenelle 1 du 3 août 2009 a fixé un objectif de réduction d'au moins 38 % de la consommation d'énergie dans les bâtiments d'ici 2020, soit 400 000 logements rénovés thermiquement par an.

Et en 2050 ? Le débat sur la transition énergétique qui s'est tenu le 1^{er} semestre 2013 aurait dû définir les moyens de parvenir à l'objectif de division par 4 des GES en 2050, mais il n'y a pas eu consensus entre les participants. Tous se sont accordés pour dire qu'il fallait réduire la consommation énergétique finale, mais certains voulaient une réduction de 50 % alors que d'autres seulement 20 % à échéance 2050 (par rapport à la consommation constatée en 2012). En conséquence il n'a pas été possible de définir un objectif de mix énergétique pour 2050.

Seule conclusion forte de ces débats : des propositions nombreuses pour rénover l'ensemble du parc de bâtiments d'ici 2050, soit un objectif de 500 000 réhabilitations thermiques par an.

Les objectifs de l'Allemagne : «l'Energiewende»

L'énergiewende est ancré dans le mouvement anti-nucléaire des années 70 et a rapproché les conservateurs et les environnementalistes. Les crises pétrolières des années 70 et l'accident de Tchernobyl ont conduit à la recherche d'alternatives et à la mise en place en 1991 du 1^{er} tarif d'achat pour la production d'énergie renouvelable.

Le 28 septembre 2010, le gouvernement a adopté un programme pour 2050 dont les objectifs principaux sont : réduction des GES de 80 %, (réf. 1990), réduction de la consommation d'énergie primaire de 50 %, réduction de 25 % (réf. 2008) de la consommation d'électricité, production électrique à 80 % renouvelable, réduction de 80 % (réf. 2008) de l'énergie primaire pour le chauffage des bâtiments.

Durant l'été 2011, suite à la catastrophe de Fukushima, le gouvernement a décidé d'arrêter immédiatement 8 réacteurs nucléaires et progressivement jusqu'en 2022, les 9 centrales nucléaires restantes.

Les résultats sont-ils à la hauteur des objectifs ?

La part des énergies renouvelables dans le mix énergétique final est en 2012 de 13.7 % pour la France et de 12.6 % pour l'Allemagne. C'est un peu moins que prévu.

En France depuis 2009, la consommation énergétique finale oscille autour de 155 Mtep, après un plateau de 160 Mtep de 2001 à 2008. Cette tendance va-t-elle perdurer ?

En Allemagne la consommation finale énergétique a amorcé une baisse depuis 2007, mais reste à confirmer dans les années à venir.

En Allemagne la consommation finale énergétique a amorcé une baisse depuis 2007, mais reste à confirmer dans les années à venir.

En France en 2010, il y a eu 135 000 (0.5% du parc) rénovations énergétiques de logements (source ADEME), donc bien loin de l'objectif des 400 000 de la loi du Grenelle1. En Allemagne c'est environ 1 % du parc qui est rénové par an (env. 350 000logements), or il en faudrait 2 % selon l'Energy Saving Ordinance de 2009. La rénovation thermique est donc pour l'instant en retard sur les objectifs aussi bien en Allemagne mais encore plus en France.

Evolution des émissions de CO₂ en T par habitant (source IEA) :

	Allemagne	France Métropole
1990	11,97	6,06
1995	10,63	5,96
2000	10,04	6,21
2005	9,81	6,17
2008	9,74	5,77
2009	9,12	5,45
2010	9,32	5,52
2011	9,14	5,04
Evolution 90-11	-23,6 %	-16,8 %

Ces émissions sont en baisse et témoignent d'une plus grande efficacité énergétique.

L'emploi

En France, les ENR (13,5 % de l'énergie finale) représentent 100 000 emplois et le Syndicat des Energies renouvelables prévoit 224 000 emplois en 2020. L'industrie nucléaire (22,7 % de l'énergie finale) représente directement 124 000 emplois (étude PWC pour Areva).

En Allemagne, les ENR (12,6 % de l'énergie finale) représentent environ 380 000 emplois.

Conclusion

La France et l'Allemagne se sont engagées dans une transition énergétique très différente, d'abord en terme de programmation, 2050 pour l'Allemagne et 2020 pour la France, ensuite en terme d'objectifs.

L'Allemagne veut sortir du nucléaire, consommer moins d'énergie et produire de l'énergie renouvelable en quantités importantes.

La France continue dans l'option nucléaire, développe mollement les énergies renouvelables électriques et progresse avec lenteur dans la rénovation thermique des bâtiments, qui est pourtant le challenge principal pour sa transition énergétique.

Réchauffement climatique ou pas ? D'origine anthropique ou pas ?

Par Cédric Ringenbach (ECN 96) et Aurélien Déragne (ECLy 98)

Le GIEC vient de publier son 5^{ème} rapport et celui-ci confirme la réalité du réchauffement climatique, et évalue la probabilité de son origine anthropique à 95% (contre 90 % dans le 4^{ème} rapport).

Comme à l'occasion de tous les précédents rapports, des doutes "climato-sceptiques" se font actuellement entendre dans la presse.

L'un des arguments les plus fréquemment repris est que, contrairement au discours du GIEC :

« **c'est une hausse des températures qui engendre une hausse de la concentration en CO₂ (le principal des gaz à effet de serre) dans l'atmosphère et non l'inverse.** ».

Eh bien, cette affirmation est pour moitié **VRAIE** et... pour moitié **FAUSSE** !

Pour moitié **VRAIE** :

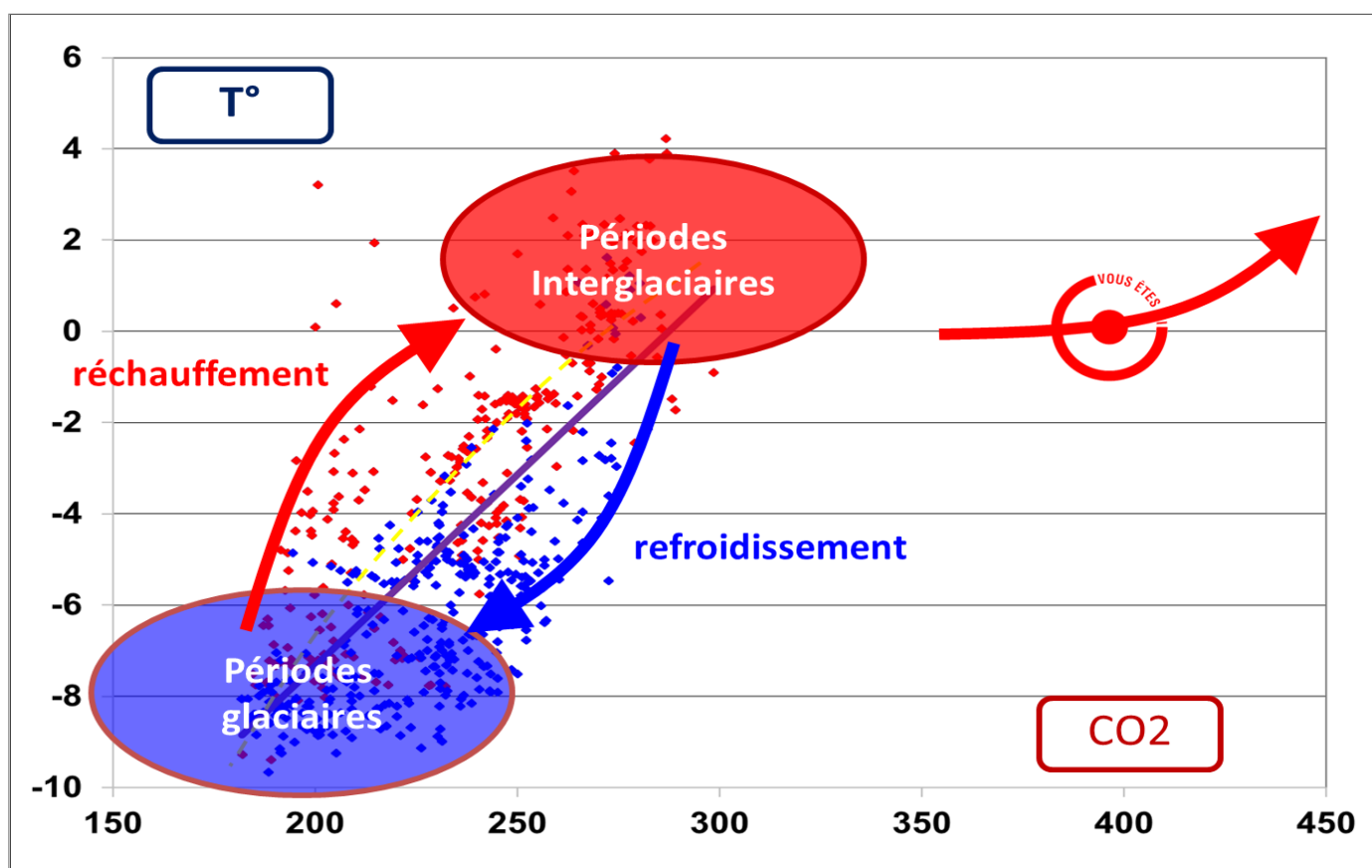
Les mesures réalisées à partir des carottes glaciaires confirment en effet que depuis 800 000 ans une hausse des températures a historiquement engendré une hausse de la concentration en CO₂ lors des périodes de déglaciation. De même, lors des périodes de glaciation, c'est la diminution des températures qui a précédé la décrois-

sance du taux de CO₂. Le mécanisme est le suivant :

Les cycles de Milankovitch décrivent comment les influences combinées des autres planètes du système solaire modifient le mouvement de la Terre autour du soleil de plusieurs façons : précession des équinoxes, inclinaison variable de l'axe de rotation terrestre par rapport au plan de l'écliptique, excentricité de l'orbite terrestre autour du soleil. Ces variations seraient neutres sur une planète complètement symétrique : ce qui se passe au nord serait compensé par ce qui se passe au sud ou par ce qui se passe 6 mois plus tard.

Mais la Terre n'est pas symétrique : vers le parallèle 60, il y a majoritairement de la terre au nord et de l'océan au sud. Et c'est précisément dans ces latitudes qu'il y a de la neige en hiver et pas en été.

Périodiquement, environ tous les 100 000 ans, l'hémisphère nord est moins exposé au soleil au printemps, au moment où la neige devrait fondre. Durant ces phases, la surface de neige va donc augmenter, augmentant l'albédo (les couleurs claires réfléchissant les rayons solaires), ce qui va réduire la quantité de chaleur solaire reçue et ainsi renforcer le refroidissement.



Graphique n°1

Les points représentent en abscisses la concentration en CO₂ en ppm et en ordonnées la variation de température en Antarctique en degrés Celsius par rapport à aujourd'hui sur les derniers 650 000 ans. On note la corrélation entre la concentration en CO₂ et la température.

En bleu : les périodes de refroidissement, et en rouge les périodes de réchauffement. On observe que les

points bleus sont en dessous de la droite de régression linéaire alors que les points rouges sont au-dessus. Ceci illustre le déphasage (la température est en avance de phase).

Nota : en Antarctique, les variations de température ont une amplitude à peu près deux fois plus grande qu'en moyenne sur Terre.

Le phénomène symétrique, dans l'hémisphère sud, n'a pas de conséquence car il n'y a pas de neige à ces latitudes, et pour cause : on est en plein océan.

A l'inverse, durant les phases des cycles de Milankovitch où l'hémisphère nord reçoit plus de chaleur au printemps, celle-ci fait fondre la neige ce qui réduit l'albédo et amplifie le réchauffement.

C'est ce phénomène qui est le moteur des glaciations et des déglaciations au cours du dernier million d'années.

On observe que les variations de température ont un impact sur la concentration en CO₂. Ce mécanisme est bien connu : un océan froid contient plus de CO₂ qu'un océan chaud (tout comme une bouteille de champagne dont la pression est de 2 bars de plus si elle est chambrée), et la végétation joue également un rôle. Le temps de réponse est d'environ 800 ans. Ainsi, d'une glaciation à la déglaciation suivante, la teneur en CO₂ de l'atmosphère a varié de 180 ppm (parties par million, ou cm³/m³) à 300 ppm, et ceci jusqu'à l'ère préindustrielle (nous étions à 280 ppm au début XIXe siècle).

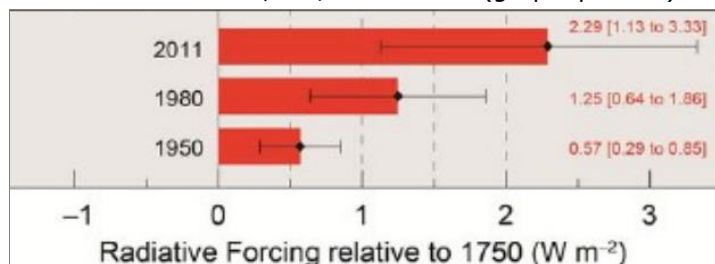
Il est donc vrai que la température a un impact sur le CO₂ et que c'est elle qui a varié en premier lors des glaciations et des déglaciations du dernier million d'années (graphique n°1).

Mais le fait que ce phénomène existe ne veut pas dire que le phénomène inverse n'existe pas !

Pour moitié FAUSSE :

Car le phénomène inverse existe bien. L'effet de serre est connu et a été décrit depuis plus d'un siècle. L'effet de serre engendre immédiatement un forçage radiatif, la hausse des températures n'étant complètement atteinte qu'après une période comprise entre 50 et 100 ans, compte tenu de l'inertie des océans (le forçage radiatif correspond au déséquilibre entre l'énergie reçue du soleil et l'énergie infrarouge réémise vers l'espace, une partie de cette dernière étant renvoyée par les gaz à effet de serre, les GES, vers la terre).

Ce forçage radiatif a été calculé précisément dans le rapport du GIEC. Il serait aujourd'hui supérieur à 2,2 W/m², après avoir été estimé à environ 1,7 W/m² en 2007 (dans le 4^{ème} rapport du GIEC), environ 1,2 W/m² en 1980 et environ 0,5 W/m² en 1950 (graphique n°2).

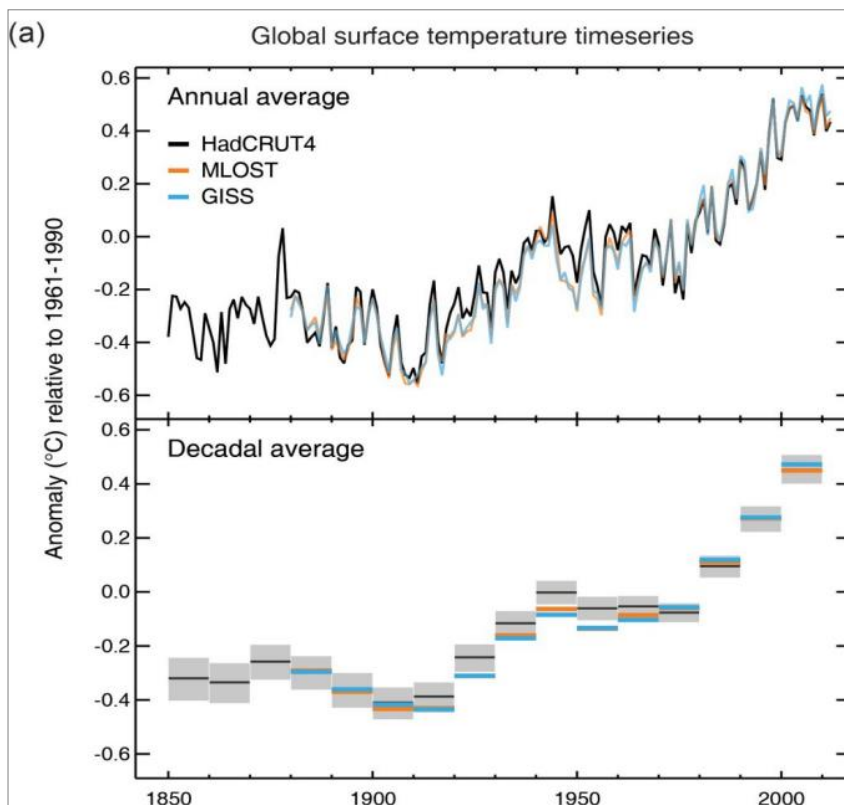


Graphique n°2

Concrètement, la concentration en CO₂ de l'atmosphère a fortement augmenté depuis le début du XX^{ème} siècle et notamment depuis 1950 (elle est actuellement de plus de 390 ppm, valeur inégalée depuis plus de 800 000 ans), et continue à croître régulièrement. L'origine est clairement anthropique : on peut calculer que la concentration actuelle correspond aux émissions humaines liées à la production d'énergie depuis 150 ans et à la déforestation, desquelles il convient de déduire l'effet des "puits naturels" (océans, végétation).

Sur le graphique n°1 ci-dessus, on constate clairement que le niveau de CO₂ observé aujourd'hui (Point à près de 400 ppm) est inédit et surtout amorce une hausse des températures dont la caractéristique est d'être très rapide, comme on le constate sur le graphique 3 ci-après, et ceci sans commune mesure avec l'échelle de temps des glaciations et déglaciations, se chiffrant en dizaine de milliers d'années. L'ordre des causes et des effets est différent aujourd'hui de celui constaté entre les périodes glaciaires et interglaciaires. C'est bien la preuve que ce ne sont pas les cycles de Milankovitch qui sont à l'œuvre et que nous sommes face à un autre phénomène.

D'autres objections font remarquer que la température



Graphique n°3

n'a pas augmenté immédiatement depuis que l'homme émet du CO₂. En réalité le réchauffement est notable depuis 1900 (graphique n°3), mais une pause est constatée entre 1950 et 1970. Concernant cette pause, l'hypothèse actuelle est que la période des trente glorieuses a été marquée par de fortes émissions de particules occultantes, qui ont réduit le pouvoir de réchauffement solaire (au prix d'une certaine pollution évidemment). De plus il faut savoir que compte tenu des nombreuses causes de variation naturelle du climat, il est préférable de raisonner sur des périodes de 30 ans. Ce dernier point explique aussi pourquoi il faut prendre du recul par rapport à la nouvelle relative pause observée depuis la fin des années 90.

En conclusion, le réchauffement actuel est avéré, et son origine anthropique est quasi-certaine (estimation de 95% de probabilité dans le dernier rapport du GIEC). Ceci dit, compte tenu de l'inertie du système planétaire, le réchauffement provoqué par le CO₂ anthropique n'a probablement pas encore atteint son maximum et des questions restent ouvertes : quelle hausse au final, et dans combien de temps, les émissions de CO₂ continuant à augmenter ?

