

À PROPOS D'UN DÉBAT sur le CO2 et l'électricité d'origine NUCLEAIRE.

-A- Contexte et enjeux du débat.

Le débat public sur la transition énergétique n'a pas eu lieu... sauf en quelques assemblées citoyennes organisées par des militants écologistes et du PG. Dans le cadre de l'écocapitalisme que nous défendons, c'est un débat pourtant nécessaire... Nous devons l'avoir avec nos partenaires du FdG, mais aussi entre nous pour dissiper les malentendus et renforcer nos convergences. Ce débat devrait anticiper et préparer ceux que nous pourrions être amenés à conduire si, un jour prochain, un référendum était organisé sur le sujet. Soyons optimistes !!!
Le nucléaire a des caractéristiques spécifiques, en particulier :

- il est porteur d'une **représentation de progrès scientifique et technique** mais **aussi de progrès social** : dès l'origine, il est difficile d'être de gauche et d'être contre le nucléaire (électricité "pas chère et pour tous")
- il symbolise un **savoir faire Français** et il véhicule l'idée (sur-faite) de l'**indépendance énergétique** du pays,
- c'est un **sujet difficile, très technique**, qui questionne sur **le rôle des experts** : comment ne pas faire confiance à ceux qui en ont la responsabilité. De fait, avec une parenthèse dans les années 70, le débat sur le nucléaire n'a jamais été mené à son terme. Voir par exemple l'excellent article "[Les physiciens dans le mouvement antinucléaire : entre science, expertise et politique](#)" (Réf.1) publié dans la revue "Les CAHIERS de l'HISTOIRE".

C'est donc un sujet important pour **au moins deux raisons** : il permet de conduire une réflexion sur **le principe et la méthode du débat** et d'autre part il a **des retombées importantes** sur la stratégie énergétique et les choix technologiques.

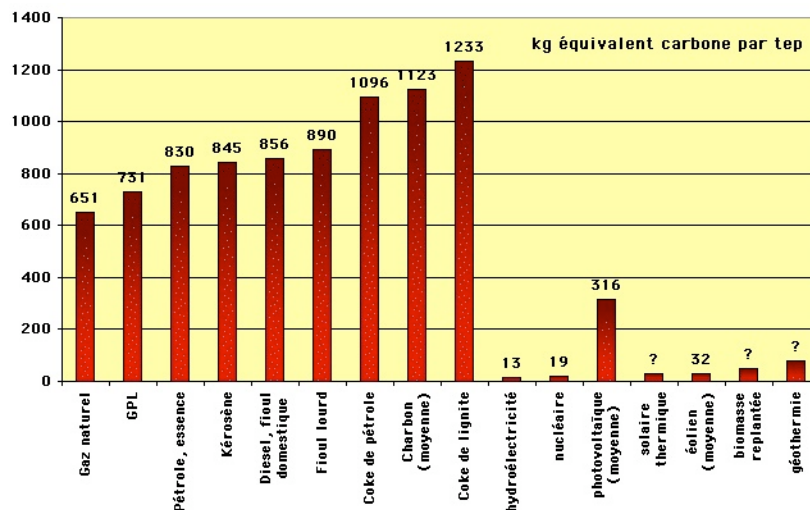
Les lignes qui suivent retranscriront quelques mails échangés, en interne, sur la question très spécifique du dégagement de CO2 résultant d'une production d'énergie électrique d'origine nucléaire. Les participants à ses échanges seront amenés à rectifier ce propos (qui sera forcément partisan... même si le but n'est pas de chercher à avoir raison à tout prix !!!)

-B- Rappel de quelques données sur l'énergie en France.

Voir quelques éléments de bibliographie et des schémas dans le Chapitre E - "Que faire du CO2" - du document <http://commente.free.fr>). (Réf.2). En résumé :

- La répartition des consommations énergétiques place en premier le secteur résidentiel-tertiaire, suivi du secteur transport et du secteur industriel.
- Une baisse des consommations énergétiques s'avère nécessaire pour combattre l'effet de serre
- Dans ce contexte, le nucléaire représente un enjeu décisif pour les "écologistes partisans du nucléaire" car la production d'électricité à partir de la réaction nucléaire proprement dite ne produit pas de CO2... (on verra ça)
- L'énergie électrique nucléaire ne représente que 17,1% de l'énergie finale consommée, même si elle représente environ 80% de l'électricité produite en France. Par conséquent, le recours à l'électricité nucléaire n'est pas LA solution qui pourrait régler la transition énergétique même si, à terme, on peut envisager un report partiel des énergies fossiles vers l'électricité.

Les ordres de grandeur des dégagements de CO2 liés aux différentes sources d'énergie sont représentés ci-dessous (schéma emprunté au site [MANICORE](#) (Réf.3) d'après des données de l'ADEME et d'EDF).



On voit que le nucléaire est crédité de 19 kg équivalent Carbone par TEP (Tonne Equivalent Pétrole). Sachant que 1TEP = 11.600 KWh électriques et, par conversion des unités, on trouve une valeur pour l'électricité nucléaire de 1,638 grammes équivalent Carbone par KWh, soit environ 6 grammes de CO2 par KWh. C'est à dire une valeur parmi les plus faibles... environ 60 fois moins que le Coke de Lignite.

Plusieurs références que l'on trouve sur des sites d'information **reproduisent exactement cette valeur de 6 grammes de CO2 par KWh.**

Citons par exemple la [Société BCO2 Ingénierie](#) qui se réfère à des travaux de l'ADEME et du très sérieux PSI - [Paul Scherrer Institut](#) - (Réf. 4).. Ou l'article [Le nucléaire émet moins de CO2 que le solaire et l'éolien](#) (Réf.5) publié par Hervé Nifenecker , Président fondateur de Sauvons Le Climat - lundi 10 janvier 2011 -

En entrant dans les détails, on constate cependant de graves discordances entre ces deux estimations. Dans le premier cas, la contribution de l'extraction du minéral est évaluée à environ 0,4 g CO2 /kWh, l'enrichissement est du même ordre. Dans le dernier cas, l'extraction compte pour 4 g CO2 /kWh et l'enrichissement est négligeable. D'autres postes de dépense en CO2 sont comptabilisés dans le premier cas (préparation, conversion, retraitement, enfouissement...) qui ne sont pas évoqués dans le dernier.

Et curieusement, **malgré ces discordances importantes** dans l'appréciation des différents postes... le total (**6 g CO2 par KWh.**) est toujours le même !!!

Difficile de s'en satisfaire...

Cependant, une autre étude : " [Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey.](#)" publiée en 2008 par Benjamin K. SOVACCOL (Réf.6) donne des résultats très différents. D'après cette publication, sur l'ensemble des études internationales considérées, en ajoutant toutes les contributions aux émissions (depuis l'extraction du minéral jusqu'au démantèlement des centrales), la somme de ces émissions serait **en moyenne de 66 g CO2 /kWh.** C'est à dire 11 fois plus.
Que faire donc de ces informations contradictoires ?

Un élément de réponse peut être porté au débat par une considération de méthode.

<< Sur la question du CO2 de l'électricité, il y a **deux façons de procéder** :

- **soit** on fait référence aux différentes études sur le sujet, qui donnent des résultats très différents, et on choisit celles qui vont dans le sens de la thèse qu'on veut défendre
 - **soit** on cherche à se faire une idée par soi-même en faisant des calculs d'ordre de grandeur à partir des différents postes du processus de fabrication, à partir de données de base disponibles sur internet (ex : combien de béton dans une centrale ; combien de CO2 dans le béton, combien de kWh sur la durée de vie => combien de CO2 au kWh pour la partie béton, etc, etc)
- L'avantage de la deuxième méthode est double :
- on comprend où sont les postes importants
 - une fois qu'on a compris, on peut regarder les différentes études. Comme on connaît les postes importants, on peut comprendre pourquoi les résultats sont si différents. C'est toujours parce qu'il y a des hypothèses différentes sur les postes importants.

Il y a rarement des erreurs dans les études. Par contre, dans les études techniques, il y a deux catégories : **les études scientifiques** et **les études partisans**. Dans les premières, les auteurs explicitent clairement leurs hypothèses. Le but est le "**savoir**". Dans les secondes, non. Le but est **d'accréditer une thèse. C'est le cas de l'étude Sovacool**. Quand on a appliqué la méthode de l'analyse par soi-même, et qu'on sait où sont les postes importants, on voit très bien ce que l'auteur d'une étude lambda, qui le sait très bien si c'est un spécialiste, a rendu explicite ou pas. Ça se complète très bien en cherchant le CV des auteurs sur internet, on voit très vite le "fond de commerce" des auteurs, s'il s'agit de scientifiques militants d'une thèse, de scientifiques liés à des lobbys industriels, ou de scientifiques "académiques", sachant qu'un scientifique militant d'une thèse idéologique ou d'un lobby industriel, s'il explicite ses hypothèses "honnêtement", est bien sûr un scientifique à part entière digne de considération à ce titre.

Le premier poste du CO2 nucléaire est **l'enrichissement**, de très loin. Ça dépend de la concentration du minerai et surtout du procédé utilisé. Il y a deux procédés, **diffusion gazeuse**, qui consomme beaucoup d'énergie électrique, et **centrifugation**, qui en consomme peu. Si on prend un minerai pauvre (par exemple en le justifiant dans le cas d'un scénario tout nucléaire 2050 pour multiplier par un facteur très important la consommation), si on prend le procédé diffusion gazeuse (le plus répandu dans le monde mais pas en France), et un mix énergétique très carboné (type Allemagne ou pire, Chine), on obtient les résultats Sovacool. Dans notre cas, en France, le contenu CO2 du nucléaire est très faible, quelques grammes. On est en centrifugation gazeuse, ce qui rend ce poste faible, ce qui du coup rend aussi peu influent l'impact de la concentration du minerai. Ça, c'est une thèse de plus que vous venez de lire dans un mail, ça rentre dans la première catégorie, tous ces trucs qu'on lit à droite à gauche, très contradictoires.

Pour vous faire votre propre opinion, ci-dessous un article de **calcul d'ordre de grandeur**. L'idéal est de refaire ce calcul soi-même, comme ça on n'est plus dépendant de Pierre, Paul ou Jacques, et on a son propre avis, en citoyen libre.

http://energie.lexpansion.com/energie-nucleaire/le-nucleaire-emet-moins-de-co2-que-le-solaire-et-l-eolien_a-32-5396.html >> *Fin de citation.*

Le lien ci-dessus faisait déjà parti des articles cités en (Réf.5).

La méthode proposée peut-elle résoudre la question des informations contradictoires évoquée plus haut ?

Refaire soi-même les calculs pour avoir un avis propre, en citoyen libre... serait peut-être l'idéal. Cependant, chacun doit pouvoir prendre des décisions "en citoyen libre" **sans être nécessairement capable** de faire de tels calculs. C'est un premier élément de réponse. Mais la méthode proposée repose sur une **vision "idéale" de la science et de la technique** qui appelle quelques commentaires.

-D- Questions de mises en relation...

Comme point de départ, faisons l'hypothèse (optimiste) qu'un scientifique est souvent un homme rigoureux, de bonne foi, et en général pas un escroc... mais aussi un homme comme les autres, avec des convictions, des faiblesses (intellectuelles j'entends), des failles... De ce fait (suite à une pratique et à une analyse du milieu et de son histoire), on peut acquérir la conviction que la pureté de la science est un **mythe, savamment entretenu par des scientifiques** (leur "fond de commerce", en quelque sorte). Dans la vraie vie, il n'y a ni science "neutre", ni "pure", ni scientifiques "purs" ni "neutres".

Une première remarque concerne la méthode qui procède par dichotomies successives... (je cite):
<< - SOIT on fait référence aux différentes études sur le sujet... SOIT on cherche à se faire une idée par soi même - il y a DEUX CATÉGORIES d'études : les études SCIENTIFIQUES et les études PARTISANES ... etc...>>
... par ces dichotomies, on procède de la "méthode analytique" usitée dans les sciences.
C'est là que le bat blesse car cette méthode ne semble pas adaptée à l'objet de l'étude dans la mesure où la réalité s'impose avec plus de complexité que cela : le but est évidemment de chercher à se faire une idée par soi-même et, pour ce faire, de se référer aux différentes études sur le sujet ; mais ces études **ne sont pas clairement identifiables et catégorisables** aussi simplement en scientifiques ou partisans ou académiques.. et elles peuvent, sur certains aspects, mixer ces caractéristiques. Ce serait trop simple !
Et s'il l'on admet pas cette complexité :

=> comment comprendre que de nombreux scientifiques spécialistes des hautes énergies (dont quelques Prix Nobel) après avoir étudié tous les détails du projet ITER, aient alors pris conscience de la fausse bonne idée que représentait selon eux ce projet et soient devenus (avec des arguments divers) des "partisans contre" très convaincus ?

=> comment comprendre qu'une commission internationale d'experts nucléaires ait dénoncé et annoncé (il y a de nombreuses années) les risques spécifiques liés au MOX alors que d'autres y voyaient un progrès ?

=> comment tout simplement comprendre l'histoire des sciences et des techniques ?
Car cette histoire montre que c'est rarement à l'issue d'une analyse "bien ficelée" que les sciences et techniques ont connu des avancées décisives.
C'est au contraire en faisant resurgir des éléments occultés ou considérés comme non-signifiants, en développant des controverses et polémiques dont certaines sont restées célèbres...
Pensons à Albert Einstein interpellant Niels Bohr sur son interprétation probabiliste de la physique quantique) et recevant en retour la réplique cinglante de ce dernier: « Qui êtes-vous Albert Einstein pour dire à Dieu ce qu'il doit faire ? »!

Au delà de la tentative de catégorisation, donc, on peut préférer **procéder par "mises en relation" de différentes analyses et arguments**, convergents ou contradictoires, sans en dénigrer aucun a priori, quelle que soit leur origine (académique ou pas)... C'est déjà ce qui a été présenté, plus haut, dans la confrontation entre les deux articles (Réf.4 et Réf.5) **apparemment convergents** puisqu'ils qui donnent la même valeur de 6 g de CO2...

Poursuivons dans l'analyse des arguments :

--1-- Une première contradiction a été relevée entre les analyses des (Réf.4) et (Réf.5) qui font pourtant autorité, concernant l'extraction du minerai : entre 0,4 g pour l'une et jusqu'à 4 g de CO2 par kWh pour l'autre.

--2-- L'argument du "premier poste du CO2 nucléaire qui est l'enrichissement" serait sensé expliquer le fait que la méthode de production utilisée en France (par centrifugation) dégagerait moins de CO2 qu'ailleurs (par diffusion gazeuse)...

--3-- Les ingénieurs du CRIIRAD (qui dénoncent les mensonges d'AREVA sur le «nucléaire propre») (Réf.7) affirment cependant :
<< Tout l'uranium brûlé dans les centrales françaises passe par la Comurhex de Malvesi, près de Narbonne, qui purifie l'uranium naturel pour en faire de l'UF4 (ensuite transformé en UF6). Cette usine a rejeté en 2007, **selon les propres chiffres d'AREVA, 384.500 tonnes** d'équivalent CO2 et d'oxydes nitriques, ce n'est pas rien.... L'usine de retraitement de La Hague, est une des industries qui rejettent le plus de gaz à effet de serre de la région nord-Cotentin, **80.000 tonnes** de CO2 en 2007.>>

--4-- Curieusement, ces valeurs de production de CO2 sont **oubliées dans le bilan** de la référence (Réf.5) ci-dessus.
Pourtant, rapportés à une production annuelle nucléaire (chiffre de 2010) de l'ordre de 410.000 gigaWatt heure, ces 464.000 tonnes correspondent à un ordre de grandeur de **1,1 g CO2 par kWh**, ce qui n'est pas du tout négligeable par rapport à l'estimation de **6 g CO2 par kWh**.

--5-- D'autres sources concernant la centrifugation et la diffusion gazeuse (Réf.8) :
<< **le Royaume-Uni, l'Allemagne et les Pays-Bas** ratifient, en 1970, le traité d'Almelo et créent une société chargée de développer la technologie de **centrifugation**. >> alors qu'à cette époque << **les Français et les Américains** choisissent d'enrichir l'uranium par **diffusion gazeuse** >>

--6-- Le prétendu "moindre dégagement de CO2" du nucléaire Français, par rapport aux autres pays producteurs d'électricité nucléaire, ne pourrait donc pas être imputé à la centrifugation puisque cette technique (plus sobre en consommation d'énergie que la diffusion) est maintenant au point et largement préférée à la diffusion dans la plupart des pays producteurs d'électricité nucléaire.
Et que cette technique serait encore utilisée en France... A l'encontre de l'argument utilisé en --1--, la référence (Réf.5) déjà indiquée évoque l'enrichissement par diffusion gazeuse, dans l'usine Eurodif... qui **consommerait l'électricité produite par deux centrales nucléaires...** censée dégager zéro CO2 en France

--7-- Pour revenir à l'étude Sovaccol, son objectif est d'établir un **bilan de l'énergie électrique d'origine nucléaire**. Il est donc tout à fait logique de **soustraire**, à l'électricité **produite** par le nucléaire, la quantité d'électricité **consommée** nécessaire à cette production nucléaire. L'objectif est en effet **d'obtenir un résultat intrinsèque**, c'est à dire un résultat qui caractérise la production **spécifique** d'électricité nucléaire, et non pas le MIX énergétique qui est très variable d'un pays à l'autre et qui, même dans un pays donné, varie d'une époque de l'année à l'autre. C'est donc la réponse à cet objectif qui impose la méthode.
La comparaison entre filières n'a de sens qu'à condition d'effectuer des **comparaisons entre les données intrinsèques de chacune des filières**.

--8-- Croire que les autres pays n'appliqueraient pas la même méthode et imputeraient la consommation d'électricité à une autre source - charbon par exemple- est une hypothèse "curieuse", sur le plan de la méthode, qui vise peut être à justifier les injustifiables écarts dans les estimations de CO2.

-E- CO2 : l'argument de trop.

Les tentatives de justification des chiffres aboutissant au dégageant officiel de 6 g CO2 par kWh. et les tentatives de justification des écarts entre pays sont donc, à l'évidence, excessivement hasardeuse...
Comment sont établies les estimations des quantités de béton ? Avec quelles épaisseurs ? 1 mètre de béton sous le tablier, comme à Fessenheim, ou 7 mètres comme à Fukushima ?
Comment surtout ne pas pointer les grands oubliés de cette estimation...
Qu'en est-il précisément du traitement du minerai, du traitement, du recyclage et du stockage des déchets ?
Qu'en est-il du démantèlement des centrales ?
Qu'en est-il des moyens colossaux engagés depuis un demi siècle dans la recherche sur le nucléaire ?
Comment seront comptabilisés, en CO2, le déplacement de milliers de tonnes de terre à Cadarache pour y implanter ITER ? C'est un projet de recherche, donc on le zappe ?
Comment seront comptabilisés en CO2 les milliers de m3 de béton nécessaires pour "sécuriser" les déchets voire les enfouir à BURE ou ailleurs ?

Par conséquent, comment pourrait-on croire que ce sont là **des estimations scientifiques**, pures de tout préjugé et s'appuyant sur une réalité avérée et des hypothèses vérifiables ?
La question est posée... mais nous avons un élément de réponse !

En effet, si maintenant des experts posent ces questions ou essaient d'intégrer ces données, **alors ces experts seront considérés comme militants d'une thèse**... ce qui suffit à les déconsidérer et à discréditer leurs interrogations.
Tel est bien le sort du chercheur Benjamin SOVACOL... (Réf.6).

Quelle a été sa méthode ?

<< Pour faire son étude, le chercheur a écarté les centrales les plus anciennes (antérieures à 1997), celles peu accessibles et celles qui suivaient une méthodologie impossible à comparer avec le reste du panel, ou qui généraient des doutes. Au final, il a conservé 19 études exploitables [pays concernés: Japon, Australie, Royaume-Uni, Etats-Unis, Allemagne, Suisse, Canada, Chine, Egypte]... A partir de tous ces travaux, le chercheur de Singapour a estimé l'empreinte carbone MOYENNE d'une centrale nucléaire à 66g de CO2/kWh... >>

Voilà donc comment on passe de "l'estimation officielle en France" de 6g de CO2/kWh à l'estimation de 66g de CO2/kWh qui correspond à une valeur moyenne des estimations officielles établies dans les pays cités.
Et voilà donc la faute commise par Monsieur SOVACOL et par quelques autres partisans.

Le site Energie-Grise peut être considéré comme un spécialiste... 'en dénigrement'. Témoin cette citation (Réf.9) que chacun pourra apprécier à sa juste valeur:

<< Non seulement le chiffre de 66 g de CO2 par kWh évoqué ici est ridicule [nous l'avions prouvé par le raisonnement](#) il y a trois ans, il ne correspond pas à la valeur que l'on peut facilement trouver chez ceux qui savent faire des bilans carbone, mais surtout il n'a pas été publié par... mais par Benjamin Sovacool, militant antinucléaire notoire, obscur maître assistant à l'Université de Singapour. >> *Fin de citation.*
Pour en finir avec ce pseudo-argument d'autorité, il faut quand même signaler que l'étude Sovacool n'a pas été publiée dans n'importe quel magazine mais dans une revue scientifique internationale.

En réalité, la seule chose qu'a "prouvé" ledit raisonnement (Réf.10) c'est la confusion de son auteur qui n'a simplement pas compris que la méthode adoptée était adaptée à l'objectif de l'étude. D'ailleurs, avec un titre éloquent [GRANDE GUEULE - D'où viennent les illusions de Mélenchon ?](#) cet autre article de ce même site commet une autre confusion concernant l'utilisation possible de la géothermie en France. (Réf.11).

Pour finir, il convient de rappeler que le très sérieux [Paul Scherrer Institut](#) (Réf.4), en plus de ses estimations propres, **publie également** un ensemble de résultats (à la manière de Sovacool, tant décrié) d'études réalisées, de par le monde, par des instituts reconnus ou commissions officielles...

A l'évidence, **l'extraordinaire dispersion dans les résultats témoigne d'une méthodologie mal assurée et le seul véritable résultat scientifique, c'est qu'on ne peut pas considérer ici qu'il s'agisse de résultats scientifiques**...: données de départ invérifiables, estimations très approximatives, hypothèses variables mal assurées, conclusions infaisiables...

On peut enfin rappeler la chronologie :

D'abord l'étude générale de MANICORE -2003- (Réf.3). Puis l'étude de SOVACOL spécifique au nucléaire -2008- (Réf.5). Puis, en réponse, l'étude de la Société BCO2 Ingénierie -2011- (Réf.4) et l'article de NIFENECKER -2011- (Réf.5).

Et pour finir, une étude de VAN DER ZWAAN publiée en 2013 dans [Energy Strategy Reviews](#) "[The role of nuclear power in mitigating emissions from electricity](#)" (Réf.12). Cette dernière adopte une stratégie "d'évitement" en englobant **le nucléaire, l'hydraulique et l'éolien, dans une même fourchette autour de 20g de CO2/kWh.**

Nous en sommes peut-être arrivés au point de cette histoire où les controverses sur le CO2 nucléaire ont dé-crédibilisé les auteurs sous-estimant trop leurs évaluations. **Le CO2 est l'argument de trop... c'est l'ultime argument en faveur du nucléaire qui est en train de partir en fumée...**

-F- Que retenir ?

D'abord, on l'a vu, le **processus** qui, par **mises en relation** et **confrontations** de résultats, permet de découvrir les contradictions, voire les incohérences de diverses positions qui se donnent pour scientifiques quand elles ne sont, au mieux, qu'arguments idéologiques. Cette méthode devrait être mise en oeuvre pour toutes les questions nécessitant une expertise, la confrontation entre experts permettant seule d'éclairer les citoyens qui, bien que non-compétents peuvent **devenir pertinents**...

Ensuite, quant aux résultats spécifiques développés ici (les dégagements de CO2 du nucléaire), il est donc établi que les chiffres "reconnus" jusqu'à ce jour **méritent une correction**. Une multiplication par 11 (Sovacool) ? ou par 3,4 (Bob van der Zwaan) ? Une valeur intermédiaire entre les deux ?

Bien évidemment, cette multiplication n'est pas sans incidence sur l'évaluation de toutes les activités et productions utilisant de l'électricité. Dans le cas de notre MIX énergétique -en utilisant les données de (Réf.13)-, une multiplication par 10 de l'estimation (de 6 g) retenue actuellement pour le nucléaire conduirait à **multiplier par 2 la consommation totale de CO2 pour l'électricité**. Et une multiplication par 4 de cette estimation conduirait à **une augmentation d'environ un tiers de la consommation totale de CO2 pour l'électricité**.

On peut mesurer l'incidence de cette augmentation sur l'analyse des consommations de CO2 dans tous les domaines consommant de l'électricité, en particulier pour les transports dans la **comparaison rail-route**.

Selon les données de la SNCF établies d'après des données de l'ADEME de 2007 http://www.voyages-sncf.com/design/commons/media/fr/ecocomparateur_regles_calcul.pdf (Réf.14) et en ne considérant que les dégagements produits **par le déplacement proprement dit**, ce document fournit les valeurs suivantes:
== TGV ==> **22,3 (gCO2/voy.km)**
== Voiture particulière au Gazole, de cylindrée < 2 litres ==> 168,2 (gCO2/voy.km)
Aujourd'hui (en 2013, i.e. 6 ans après), les voitures ont pas mal gagné en efficacité énergétique et on est plutôt autour de **120 gCO2 / km** pour une voiture pouvant transporter 4 passagers.
== Ce qui donne, **dans une situation de co-voiturage, un dégagement de l'ordre de 30 (gCO2/voy.km), soit du même ordre de grandeur qu'en TGV**. Sauf que...
Ces dégagements de CO2, pour le TGV, sont déterminés par les dégagements de CO2 résultant de la production d'électricité... qui en France est à majorité nucléaire... et dont les dégagements de CO2 sont évalués (ou sous-évalués) à 6g de CO2/KWh.

Et on a vu qu'une ré-évaluation plausible de ces dégagements pourrait revenir à augmenter d'un tiers cette estimation, voire à la multiplier par 2. Dans ces conditions, un trajet en TGV produirait, par passager, plus de CO2 qu'une situation de covoiturage. Ce résultat inattendu n'enlève rien au "mérite" du **rail qui est incontournable dans une situation de transport de masse**. Car, pour un débit important de voyageurs, l'emprise au sol du rail peut s'avérer de 5 à 10 fois moins importante que celle de la route. Cette argument plaide en réalité pour une **inter-modalité des transports**, chacun des modes étant utilisé dans le domaine où il est le meilleur et inter-connecté aux autres modes. Mais la voiture individuelle, dans ses évolutions, restera sans doute aussi incontournable.

-G- Un mot pour conclure.

Dans l' "imaginaire collectif", l'énergie nucléaire représente encore parfois une source possible d' "**énergie pour tous**", pas chère, abondante, dont on pourrait maîtriser les risques, retraiter les déchets, etc, etc...
Bref, "le progrès" à venir serait encore du côté du nucléaire.
De mon point de vue, il est indispensable de **retourner cet imaginaire**.
Avec des arguments rationnels (s'appuyant sur des études reconnues, sociologiques, économiques, scientifiques, etc...) qui démontent tous les mensonges des nucléaristes.
Mais pas uniquement, car les arguments rationnels sont parfois insuffisants.
Il faut aussi convaincre:
- que l'Energie Nucléaire est l'énergie du passé, l'énergie du 20^e siècle.
- que l'avenir appelle **d'autres orientations** et que **d'autres recherches** (scientifiques et techniques) prometteuses sont en cours, qui ont déjà des applications pré-industrielles et qui dessinent cet "**autre avenir**", sous réserve que l'intelligence humaine s'investisse pleinement dans ce sens.
A mon avis, **le PG doit assurer une "veille critique" sur ces sujets, pour engager les citoyens à exiger cet "autre avenir"**.

Métaphoriquement, d'ailleurs, il est intéressant de noter que notre CEA qui désignait "jadis" le Commissariat à l'Energie Atomique recouvre maintenant le **Commissariat aux Energies Alternatives**... L'un de ses derniers documents (Réf.15) ouvre d'ailleurs des perspectives fort intéressantes.

-Réf- Références / CO2 et nucléaire

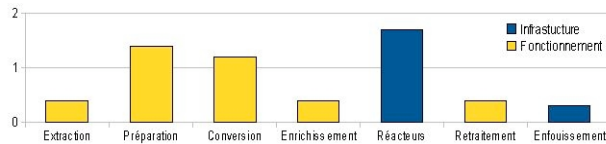
-Réf.1- [Les physiciens dans le mouvement antinucléaire : entre science, expertise et politique](#)
Revue CAHIERS D'HISTOIRE. <http://chrhc.revues.org/214#tocto1n1>

-Réf.2- Sans prétendre à une totale exhaustivité, le site <http://commente.free.fr> a pour but de rassembler un certain nombre de références (documents d'organismes, rapports officiels, ...) qui peuvent servir d'appui **pour un débat citoyen sur la question énergétique**, en particulier sur la question du nucléaire.

-Réf.3- "Un outil pour connaître les émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise ou administration : le "bilan carbone" de l'ADEME décembre 2001 - révisé décembre 2003 ". **MANICORE** http://www.manicore.com/missions/bilan_carbone.html

-Réf.4-

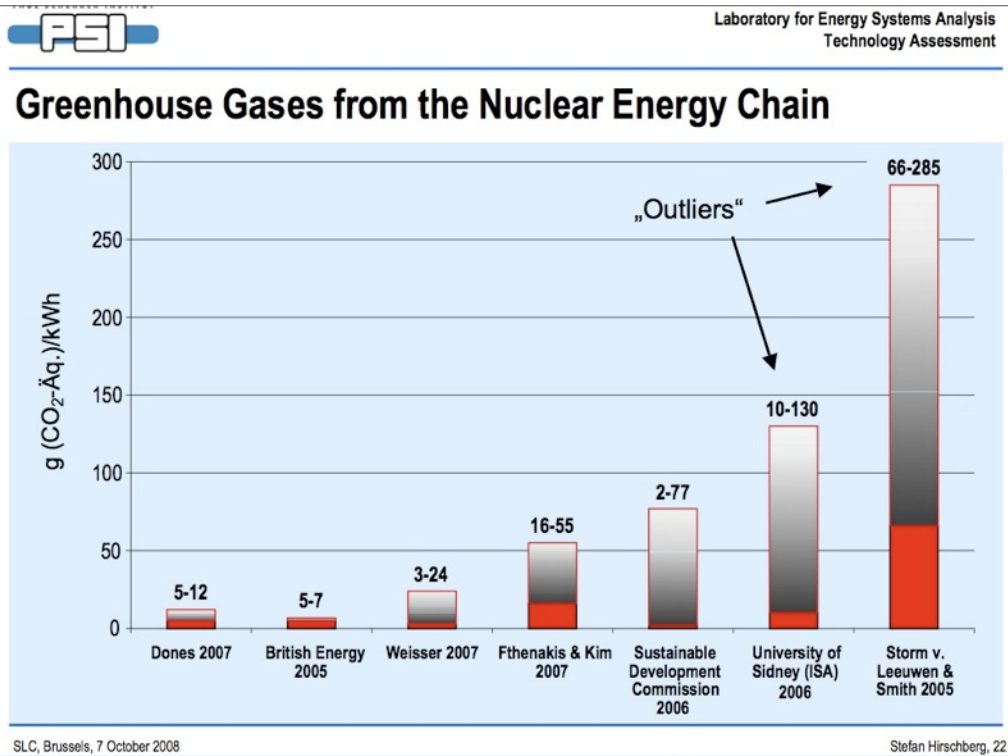
La **Société BCO2 Ingénierie** -société privée de Conseil en Bilan Carbone-, très souvent citée dans les débats sur le CO₂, propose (en référence aux travaux de l'ADEME) le schéma de synthèse reproduit ci-dessous concernant le dégagement de CO₂ par le nucléaire :



<< Le total est d'environ 6 g CO₂ / kWh, les 2/3 étant lié au fonctionnement, 1/3 à la construction des infrastructures. A l'international, cette valeur peut être portée à plusieurs dizaines de grammes de CO₂e / kWh en fonction de la nature de l'approvisionnement en uranium, de son enrichissement, de la consommation de la centrale en minerai, de sa technologie, et de sa durée de vie (source B. K. Sovacool 2008).

>>
Fin de citation

Cette société utilise les résultats du **Paul Scherrer Institut - Switzerland** - publiés dans : **Life Cycle Analysis of Carbon Dioxide Emissions from Different Energy Sources (Octobre 2008)**. (voir page 20).
Il est à noter que ce très sérieux institut, outre ses estimations propres, publie également celles effectuées par de nombreux institut, reprenant ainsi l'approche de Sovacool -citée en Réf.6- Comme le montre le schéma ci-dessous (extrait de la page 22), les résultats de ces études ont une grande dispersion. Par exemple, les études citées par l'Université de Sidney se situent dans une fourchette comprise entre 10 et 130 g CO₂ eq./ kWh, celles de la Sustainable Development Commission -UK- entre 2 et 77 g CO₂ eq./ kWh. Il convient de noter l'extrême dispersion de cet ensemble de résultats.



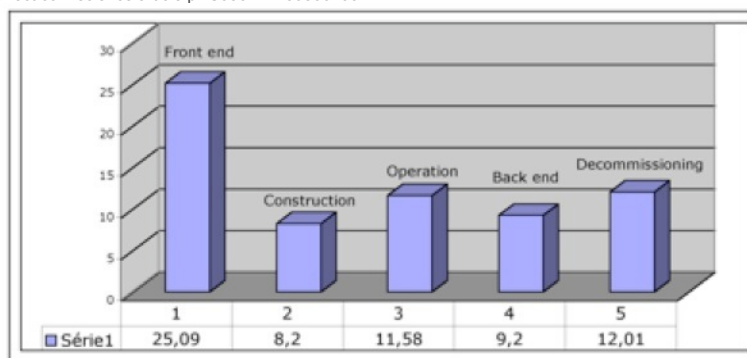
Les résultats des études de la Sustainable Development Commission - 2006 -UK- sont détaillées plus bas en (Réf.13).

-Réf.5-

Le nucléaire émet moins de CO₂ que le solaire et l'éolien

Par Hervé Nifenecker , Président fondateur de Sauvons Le Climat - lundi 10 janvier 2011-
http://energie.lexpansion.com/energie-nucleaire/le-nucleaire-emet-moins-de-co2-que-le-solaire-et-l-eolien_a-32-5396.html

- Réf.6- **Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey.**
Energy Policy. Volume 36, Issue 8, August 2008, Pages 2950–2963 . Benjamin K. Sovacool.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508001997>



D'après l'étude SOVACCOL : sur l'ensemble des études internationales considérées, la somme des émissions (de chacun des items) est **en moyenne de 66 g CO2e/kWh**

Abstract :

This article screens 103 lifecycle studies of greenhouse gas-equivalent emissions for nuclear power plants to identify a subset of the most current, original, and transparent studies. It begins by briefly detailing the separate components of the nuclear fuel cycle before explaining the methodology of the survey and exploring the variance of lifecycle estimates. It calculates that while the range of emissions for nuclear energy over the lifetime of a plant, reported from qualified studies examined, is from 1.4 g of carbon dioxide equivalent per kWh (g CO2e/kWh) to 288 g CO2e/kWh, the mean value is 66 g CO2e/kWh. The article then explains some of the factors responsible for the disparity in lifecycle estimates, in particular identifying errors in both the lowest estimates (not comprehensive) and the highest estimates (failure to consider co-products). It should be noted that nuclear power is not directly emitting greenhouse gas emissions, but rather that lifecycle emissions occur through plant construction, operation, uranium mining and milling, and plant decommissioning.

- Réf.7- **"Nucléaire : Le CRIIRAD dénonce les mensonges d'AREVA sur le «nucléaire propre»** http://gaboneco.com/show_article.php?IDActu=16294
<< Lorsqu'on évoque l'énergie nucléaire, il faut l'analyser du début, sur la mine d'uranium à la fin, c'est-à-dire le retraitement, pour ce qui concerne la France. Ce qui est frappant, c'est qu'à chaque étape, il y a des rejets de CO2.
Tout l'uranium brûlé dans les centrales françaises passe par la Comurhex de Malvesi, près de Narbonne, qui purifie l'uranium naturel pour en faire de l'UF4. Cette usine a rejeté **en 2007**, selon les propres chiffres d'AREVA, **384 500 tonnes d'équivalent CO2 et d'oxydes nitriques**, ce n'est pas rien....
...Il serait très intéressant qu'AREVA publie un bilan carbone de l'ensemble du cycle du combustible nucléaire. Il faut savoir que même l'usine de retraitement de La Hague, est une des industries qui rejettent le plus de gaz à effet de serre de la région Nord-Cotentin, **80 000 tonnes de CO2 en 2007**.>>. *Fin de citation.*

- Réf.8- **Enrichissement de l'uranium.**
<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/enrichissement-de-l-uranium>

- Réf.9- **L'honneur perdu de Gilles Halais (France Info) et des journalistes de Désintox (Arte) face à Madame Batho.**
<http://www.energie-crise.fr/spip.php?article133>
<< Non seulement le chiffre de 66 g de CO2 par kWh évoqué ici est ridicule **nous l'avions prouvé par le raisonnement** il y a trois ans, il ne correspond pas à la valeur que l'on peut facilement trouver **chez ceux qui savent faire des bilans carbone**, mais surtout il n'a pas été publié par Daniel Weisser, « ancien cadre de l'Agence internationale de l'énergie », mais par Benjamin Sovacool, **militant antinucléaire notoire, obscur maître assistant à l'Université de Singapour**. >> *Fin de citation.*

-Réf.10-

BILAN CARBONE DU NUCLÉAIRE : Benjamin Sovacool ne sait pas faire de moyenne

lundi 20 septembre 2010, par PH -
<http://www.energie-crise.fr/spip.php?article24>

<< Normalement **pour faire une moyenne des émissions nucléaires mondiales**, il faudrait faire une étude pays par pays puis pondérer par le nombre de réacteurs par pays, mais ce n'est pas ce que fait Benjamin Sovacool, celui-ci fait une moyenne d'études... >>

Critique de l'argument "moyenne" : ce reproche résulte d'une erreur de compréhension des objectifs de Sovacool. Il n'est pas d'établir les émissions nucléaires mondiales avant de connaître la valeur plausible d'émission... Il est de **comparer** les études réalisées dans différents pays et d'en déduire une valeur **moyenne plausible** et une **fourchette**.

<< Une incohérence flagrante avec le bilan de l'éolien. >>

<< Pour être en accord avec l'éolien, et en faisant un calcul direct [1] il est raisonnable d'attribuer 1 à 2g CO₂/kWh pour la construction et la déconstruction. >>

Critique de l'argument "éolien" : l'auteur affirme qu'un EPR (et a fortiori une centrale) nécessite 10 fois moins de béton et d'acier à construire et à déconstruire qu'un parc équivalent d'éoliennes... Mais il n'indique ni source d'information ni méthode de calcul. Et par ailleurs, il réduit la déconstruction d'une centrale nucléaire à un simple transport de matériaux, ce qui est loin d'être le cas !!!

<< Des émissions lors de l'extraction impossibles économiquement. >>

<< ... On ne peut pas consommer plus de pétrole que le permet le prix de vente de la livre d'uranium. Or sur une longue période la livre d'uranium permettait seulement d'acheter un demi-baril et parfois même seulement un quart. Or un baril émet 127 kg de carbone soit 466 kg CO₂..

Comme dans les réacteurs actuels c'est à dire majoritairement sans retraitement, il faut 21,7 g pour fournir un MWh, une livre permet donc de produire 21 MWh pour le coût d'un demi baril, c'est à dire pour une émission maximum à partir de pétrole de 11 gCO₂ par kWh. Quel est l'ordre de grandeur raisonnable de la consommation de pétrole pour l'extraction sachant qu'il faut payer les ouvriers, l'amortissement des équipements, les royalties... Probablement 1/10 de cette valeur maximale, c'est à dire comme l'indiquent les études sérieuses autour de 1 gCO₂ par kWh. >>

Critique de l'argument économique : on peut consommer plus de pétrole que le permet le prix de vente de la livre d'uranium dans la mesure où le coût de l'uranium (ou son surcoût) est répercuté sur le prix de vente de l'électricité. De plus, l'argument "Probablement 1/10 de cette valeur maximale..." est donc probablement fallacieux...

Aucun des autres éléments (traitement du minerai pour obtenir le combustible, démantèlement, enfouissement...) intervenant dans le bilan global (cités par l'étude SOVACCOL mais aussi par d'autres études) n'est évoqué dans cet argumentaire.

-Réf.11-

GRANDE GUEULE - D'où viennent les illusions de Mélenchon ?

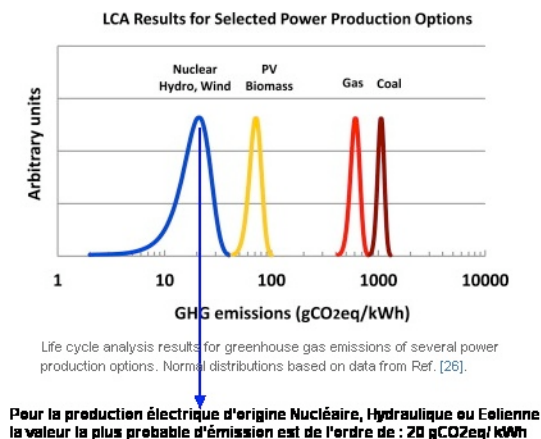
samedi 4 février 2012, par PH
<http://www.energie-crise.fr/spip.php?article87>
<< Extraire 1 L de pétrole permet de récupérer 10 kWh thermique ou 4 kWh électrique.
Extraire 1 L d'eau chaude à 200°C permet de retirer 0.2 kWh thermique ou 0.08 kWh électrique.
Le retour sur investissement économique ou même physique est 20 fois moindre.>>

Sauf qu'il ne s'agit pas "d'extraire de l'eau" mais **d'extraire de la chaleur** par un liquide caloporteur (l'eau) qui peut circuler en grande quantité. Bien que la remarque soit judicieuse, ce calcul ne démontre donc rien.

-Réf.12-

The role of nuclear power in mitigating emissions from electricity

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X12000521>
Energy Strategy Reviews - Volume 1, Issue 4, May 2013, Pages 296–301 - Bob van der Zwaan -



Noter d'ailleurs que cette valeur moyenne d'émission de 20g CO₂eq/kWh était déjà celle indiquée dans une étude de la Commission du Développement Durable UK de 2006 référencée ci-dessous:

Rapport fondée sur les preuves par la Commission du Développement Durable -UK - Mars 2006-

7.1 Sommaire des données de base

Tableau 7: Résumé des données sources et les hypothèses de CO₂ nucléaire émissions.

Référence	CO ₂ kg par MWh	Min	Max	Catégorie	Geog enrichissement	Capacité vie MW de sortie
IIAEA	2-6	2	6			
2Spadaro et al.	2.5 à 5.7	3	6	LWR		
3Vattenfall 1996	2,82	3	3	BWR	Suède Centrifugeuse (60%)	40 1158
4Koch 2001 (Externe)	2-59	2	59			
Conseil de l'énergie 5World	3 - 40	3	40			30
6Dermaut 1998 (WEC)	4	4				40
7WNA	6	6		BWR	Suède Centrifugeuse	80 40 1000
8Uchiyama	8.56	9		Adv BWR	Japon Centrifugeuse	30 1000
9CRIEPI 1995	9	9			Japon Centrifugeuse	
10Van de Vate 1997 (AIEA)	9-30	9	30	PWR	Europe de l'Ouest	40
11Rogner et Khan (AIEA)	9-30	9	30			
12WNA	10 à 26	10	26	BWR	Finlande Tous les deux	80
13Tokimatsu	13	13		LWR	Japon Centrifugeuse 33%	80 60 1100
14Gagnon et al	15	15			Amérique du N.	
15White, Kulcinski & Radcliffe	15	15		PWR	Diffusion	75 1000
16White & Kulcinski	15.2	15		LWR	Centrifugeuse	75 40 1000
17Meier 2002	15	15		LWR	Centrifugeuse	75 40 1000
18Paul Scherrer Institut	16	16			Europe de l'Ouest	
19Voss 2000	19.7	20		PWR	Allemagne	40 1375
20WNA	20	20			France Diffusion	
21Voss 2002	20	20				

Le rôle de l'énergie nucléaire dans une économie à faible émission de carbone

www.sd-commission.org.uk

-Réf.13- Sources d'Energie dans la consommation finale française en 2010.
<http://23dd.fr/energie/les-energies/10-energie-2012>

-Réf.14- METHODOLOGIE DE CALCUL DES EMISSIONS DE CO₂ ASSOCIEES AUX DEPLACEMENTS
ECOCOMPARATEUR VOYAGES-SNCF.COM - Septembre 2009 -
http://www.voyages-sncf.com/design/commons/media/fr/ecocomparateur_regles_calcul.pdf

<< Les calculs sont basés sur une distance, fournie par Voyages-sncf.com et un facteur d'émission moyen correspondant à la quantité de CO₂ émise par un voyageur sur un kilomètre (unité : gCO₂/voyageur.km). Cette valeur est fournie par l'ADEME et la SNCF (tableau annexé). Le produit des deux grandeurs permet d'obtenir l'empreinte carbone de votre déplacement. >>

-Réf.15- Les technologies de l'hydrogène au CEA
http://commente.free.fr/contenus/debat_energie/doc/technologiesH2.pdf

Télécharger la version [CO2_nucleaire.rtf](#) ou la version [CO2_nucleaire.pdf](#)

<http://commente.free.fr>