

Zéro dégageant de CO2 pour l'énergie nucléaire ?

-1-

Pour tous ceux qui sont soucieux d'environnement, le dégageant de Gaz à Effet de Serre (et donc de CO2) est une question cruciale car elle impacte les équilibres thermiques, climatiques et donc écologiques de notre planète. La production d'énergie électrique n'échappe pas à la règle : comme toute production industrielle : elle produit elle-aussi du CO2...

Le fait qu'en France l'électricité soit très majoritairement (à 76%) d'origine nucléaire nécessite d'y voir plus clair quant au dégageant du CO2 imputable au nucléaire. C'est ce qui justifie la mise au point que nous voulons réaliser ici.

-2- Électricité produite versus électricité réellement consommée.

On trouve, dans la littérature, de nombreux documents qui s'intéressent aux quantités de CO2 émises **par la production d'électricité**, documents qui montrent bien entendu la grande variabilité des quantités de CO2 émises, selon l'origine de la production (centrales au charbon, au gaz, nucléaires, photovoltaïque, etc...). Nous y reviendrons plus bas.

D'autres documents, par contre, visent à établir une distinction entre l'énergie **produite** et l'énergie **réellement consommée**. et nous allons, dans un premier temps, montrer l'intérêt de cette distinction.

D'une part, elle met en évidence le fait qu'une partie de l'énergie produite n'est pas réellement consommée à cause des pertes en lignes. D'autre part et surtout, elle établit que la consommation n'est pas uniforme en volume et subit des variations importantes au cours de la journée et en fonction des saisons.

Dans l'état actuel de nos moyens de production, c'est **la structure de la consommation** qui exige donc **le recours à différents types de production d'électricité**. Les centrales nucléaires dont on peut très faiblement faire varier la production d'électricité assurent en France l'essentiel de la partie stable de la consommation. Et les pics de consommation sont assurés par des sources plus souples dans leur usage : énergies hydrauliques ou éoliennes (quand elles sont disponibles), mais surtout électricité produite par des centrales thermiques (charbon ou gaz...).

La structure de production et de consommation d'électricité impose ainsi le recours à des sources qui n'ont pas toutes les mêmes caractéristiques d'émission de CO2. De sorte que si un type d'usage tombe majoritairement dans des heures creuses (électricité d'origine majoritairement nucléaire), sa dépense en CO2 sera plus faible que pour un usage en heures pleines (proportion plus importante d'électricité produite par des centrales à charbon).

Certains usages comme le chauffage électrique correspondent à des périodes de pics de consommation (après 18 heures et en hiver) qui nécessitent une contribution importante d'électricité thermique. **Dans ces conditions**, on peut considérer que la contribution du chauffage électrique aux dégageants de CO2 est plus importante que la même quantité d'électricité qui serait consommée pour de l'éclairage de bâtiments publics, dans la journée.

Une cartographie des différents types d'usage de l'électricité permet d'adapter la production à la consommation et montrer que **"le coût"** en CO2 du KW.h électrique **réellement consommé dépend de l'usage** pour lequel il est consommé.

Les deux articles suivants précisent la méthodologie utilisée pour en rendre compte:

- "Le contenu en CO2 du kWh électrique" <http://observ.nucleaire.free.fr/CO2-Chauffage-electrique-RTE-Ademe.pdf>
- "Le facteur d'émission de l'électricité" http://conseils.xpair.com/actualite_experts/facteur-emission-electricite.htm).

-3- Utiliser cette distinction pour éviter les confusions...

C'est ce que ne font pas les deux autres articles cités ci-dessous qui critiquent ces résultats et cette méthodologie:

- Un article de Remy Prud'homme , Professeur émérite à l'Université de Paris XII publié le mardi 17

novembre 2009 sous le titre: "**Electricité : les calculs bidons de l'Ademe**" http://energie.lexpansion.com/climat/electricite-les-calculs-bidons-de-l-ademe_a-35-2077.html qui, d'une part conteste la réalité des pics de consommation et, d'autre part ironise: "Pour arriver à ce chiffre l'ADEME avance que les électrons produits en France (plus intelligents sans doute que les électrons produits ailleurs) choisissent leurs usages. A un moment donné, et en particulier à l'heure de pointe, les électrons de l'électricité thermique se dirigent en masse vers le chauffage, cependant que leurs collègues hydrauliques ou nucléaires préfèrent travailler dans les usines ou les cuisines.". Ironie qui masque (assez mal) le fait que ce monsieur **n'a pas bien compris** l'intérêt de la méthodologie de l'ADEME...

- Une étude -de 2009- de Pierre Mulin (Co-fondateur de la société Objectif Carbone) intitulée "**Electricité, chauffage, CO2 : la vérité des chiffres**" http://energie.lexpansion.com/climat/electricite-chauffage-co2-la-verite-des-chiffres_a-35-2090.html utilise les données mises à disposition par RTE tout au long de l'année et complète une analyse qui se conclut par ..."En tout état de cause, ce n'est pas le **chauffage** électrique qui est en cause, mais **l'électricité** utilisée pour l'alimenter". Cette conclusion pourrait sembler une évidence, encore qu'il faille, comme on va le voir, **se méfier des évidences** ...

Pour comprendre l'enjeu de cette discussion, il faut d'abord rappeler la distinction entre **énergie primaire** et **énergie finale**.

- Pétrole, gaz, combustible nucléaire sont des énergies primaires, i.e. ces matières premières contiennent une certaine quantité d'énergie avant transformation éventuelle.

- Par contre, l'électricité (produite par une centrale thermique, au gaz ou nucléaire ou autre) est une énergie finale produite à l'issue d'un processus avec un certain **rendement**.

Pour les centrales thermiques ou nucléaires, le rendement est de l'ordre de 33% (en gros, celui des turbines), ce qui signifie que **2/3 de l'énergie consommée** (pour faire de l'électricité via les turbines) **est perdue** : chaleur dissipée dans la nature, participant au réchauffement de l'air, des cours d'eau, etc... Il est donc préférable d'utiliser une source d'énergie primaire (bois, gaz...) pour se chauffer, plutôt qu'utiliser de l'électricité ce qui, sur le plan des **rendements**, est une **totale absurdité**. Et donc, contrairement à ce que prétend monsieur P. Mulin dans son étude ci-dessus : oui, le chauffage électrique est **aussi** en cause !!!

Ces quelques précisions méthodologiques éviteront la confusion entre les émissions de CO2 correspondant à l'électricité produite et à l'électricité réellement consommée.

-4- D'autres questions viennent à l'esprit, comme la proportion que représente l'énergie électrique d'origine nucléaire par rapport à l'énergie totale consommée. Cette proportion donne une idée sur l'économie de CO2 que représenterait un recours croissant au nucléaire. Cette question (d'un bilan énergétique global) ne sera pas abordée ici.

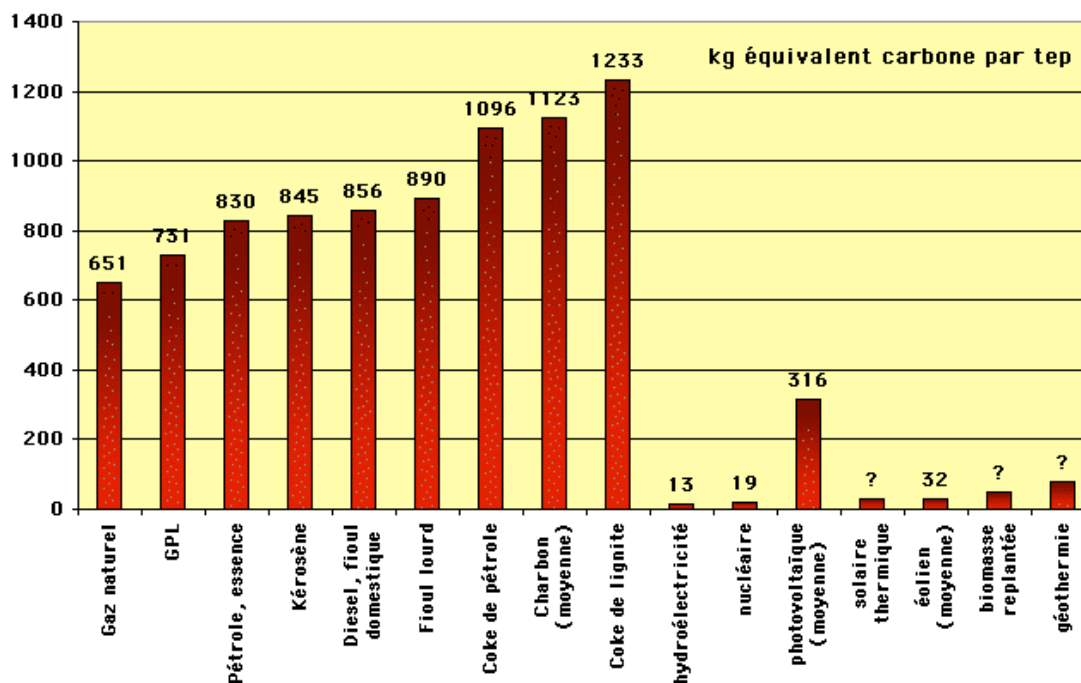
Cela dit, revenons à notre premier objectif qui est "simplement" d'identifier le **dégagement de CO2 spécifique à la production d'électricité par la filière nucléaire**, encore que "simplement" ne soit pas le mot adéquat ...

En effet, la difficulté majeure tient au fait que les études nécessaires pour pouvoir répondre à cette question mettent en jeu un nombre important de données, pas toujours accessibles. En tous cas, aussi bien AREVA qu'EDF n'ont jamais publié, dans le détail, les différents éléments intervenant dans cette estimation. Pour pallier à cette insuffisance de données, sont mises en oeuvre des méthodes par extrapolation, pas nécessairement très fiables. Par exemple, pour évaluer le CO2 produit dans la phase d'extraction du minerai, on pourra procéder par analogie avec l'extraction du charbon dans les mines. Pour évaluer le coût en CO2 des infrastructures en béton, on procèdera par analogie avec des chantiers connus et on évaluera le résultat en fonction d'une donnée de CO2 par m3 de béton.

-5- **Citons tout d'abord les chiffres en présence avant d'en venir à leur interprétation.**

L'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) qui place le "développement durable" au coeur de son action, a réalisé une base de données publiques (La Base Carbone®) contenant un ensemble de facteurs d'émissions. Elle est actuellement utilisée pour la réalisation réglementaire ou volontaire, de bilans GES (Gaz à Effet de Serre). Cette Base est issue des travaux du Bilan Carbone®, et contient plus de 1900 facteurs d'émissions (kg équivalent CO2 par unité) et 800 données sources. Cette base est capable de vous indiquer, par exemple, que 17600 Kg de CO2 sont nécessaires à la production d'une tonne de viande nette commercialisable !!!

Le site **MANICORE** (http://www.manicore.com/missions/bilan_carbone.html), qui se fait le promoteur de l'outil de l'ADEME, publie le graphe (ci-dessous) d'émission de CO2 lors de la production d'électricité, en fonction des sources d'énergies utilisées.



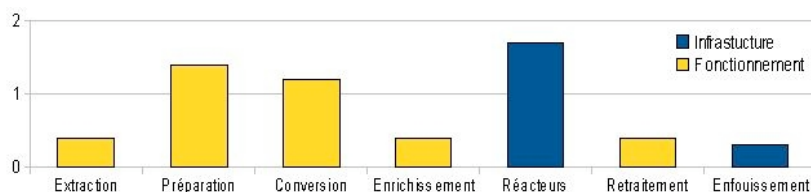
Ce graphique utilise comme unité d'énergie la "Tonne Equivalent Pétrole" (TEP), sachant que 1TEP = 11.600 KWh électriques. D'où il ressort que l'électricité nucléaire consommerait 19 Kg équivalent Carbone par TEP, soit **environ 1,638 grammes équivalent Carbone par KWh...** valeur comprise entre celles de l'hydroélectricité et de l'éolien.

Remarque sur les unités : un kilogramme de CO2 contient 0,2727 kg de carbone. L'émission d'un kilogramme de CO2 vaut donc 0,2727 kg d'équivalent carbone. Donc 1 kg d'équivalent carbone correspond à l'émission de (1 / 0,2727) Kg de CO2.

Ainsi, pour l'électricité nucléaire : **1,638 g équivalent carbone par KWh => 6 grammes de CO2 par KWh.**

-6- Répartition entre les différentes contributions aux émissions de CO2 intervenant dans le processus de fabrication de l'électricité nucléaire.

Une autre publication (qui fait elle aussi référence à l'ADEME, concernant le dégagement de CO2 par le nucléaire) de la **Société BC02 Ingénierie** -société privée de Conseil en Bilan Carbone- est très souvent citée dans les débats sur le CO2. Elle propose la synthèse que nous reproduisons ci-dessous :



" Le total est d'environ **6 g CO2 / kW.h**, 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 / kW.h 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.

-7- Un autre article apporte quelques précisions quant aux paramètres intervenant dans l'estimation, mais laisse dans l'incertitude quant à la valeur des résultats numériques.

Il s'agit de: "**Le nucléaire émet moins de CO2 que le solaire et l'éolien.**" publié sur le site de l'Expansion -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 par Hervé Nifenecker, -Président d'honneur de Sauvons Le Climat- reproduit ce **même résultat de 6 g CO2 / kW.h.**

Je cite un extrait de ce texte :

- "...La quantité d'énergie nécessaire pour cette opération peut être **estimée** à partir de celle observé pour l'exploitation de **mines de charbon** à ciel ouvert. Dans ce cas on a calculé que l'énergie d'extraction était de 0,045 tep/tonne. Pour les 200.000 tonnes de minerai, il faut donc consommer 9000 TEP. A une telle énergie correspond une émission de CO2 d'environ 30.000 tonnes. Dans le cas des mines de charbon à ciel ouvert, est-on sûr que les conditions d'extraction soient "**les mêmes**" que celles des mines d'Uranium, alors que les coûts d'exploitation des mines d'Uranium sont en augmentation du fait de l'augmentation des difficultés d'extraction ? Ces difficultés d'extraction seraient-elles sans incidence sur le CO2 lié à l'extraction du minerai ? Mais sous ces hypothèses, bien sûr... la valeur de 30.000 tonnes de CO2 serait correcte !
- Les mêmes incertitudes pèsent sur la détermination des autres événements intervenant dans la dépense de CO2, En particulier, concernant **la construction proprement dite** du réacteur, l'exemple qui est choisi (celui de l'EPR) est éloquent : Comment peut-on tabler sur 60 années d'exploitations ? Comment a-t'on pris en compte, dans cette estimation, les sur-coûts de ce chantier passant en quelques années, de 3 à 8,5 milliards d'Euros, et a-t'on pris en compte et évalué la sur-dépense en CO2 correspondant à cette complexification du chantier ? Les normes de construction, qui semblent avoir changé en cours de chantier, ont eu quelle répercussion sur le CO2 ? L'augmentation parfaitement justifiée des normes de sécurité a conduit à renforcer les épaisseurs de béton prévues, avec un surcoût en CO2 évident et conséquent : à titre d'exemple, le tablier sous le coeur de la centrale de Fessenheim fait **1 mètre** d'épaisseur (voir: Centrale nucléaire de Fessenheim - Wikipédia http://fr.wikipedia.org/wiki/Centrale_nucleaire_de_Fessenheim) alors que celui de Fukushima faisait **7,60 mètres** d'épaisseur (voir: Le béton des enceintes de trois réacteurs serait entamé à Fukushima http://www.lemonde.fr/japon/article/2011/12/01/le-beton-des-enceintes-de-trois-reacteurs-serait-entame-a-fukushima_1611417_1492975.html).

Citons encore cet article : "...dans un calcul des émissions sur le cycle de vie, il faut aussi inclure les émissions de CO2 au cours des opérations minières, d'enrichissement, de construction, de retraitement des combustibles usés et de stockage.

Faisons une estimation approximative de ces contributions..." *Fin de citation.*

- Concernant le **stockage**, quelle solution a-t'elle été prise en considération ? enfouissement ? dans quelles conditions ? à quelles profondeurs ? avec quel coût en CO2 ? Les expériences actuelles d'enfouissement ont démontré l'ampleur des chantiers nécessaires, la durée et la lourdeur des travaux (creusement de galeries profondes, bétonnage, etc...)
- Et puis, **le plus grand absent dans cette liste d'événements à prendre en considération n'est autre que le démantèlement des centrales**. Sachant que les chantiers de démantèlement sont très lourds, prévus pour durer plusieurs dizaines d'années et sont plus complexes encore que les chantiers de construction, comment ignorer totalement le coût en CO2 de ces opérations ? En réalité, l'incertitude sur le CO2 consommé pour ces opérations n'a d'égale que l'incertitude sur leur coût financier et sur les méthodes à mettre en oeuvre. Effectuant une extrapolation sur les 58 réacteurs Français, la Cour des Comptes dans son rapport de Janvier 2012, réalisait en effet 11 comparaisons internationales pour les coûts de démantèlement, d'où il ressortait une estimation à 18 Md €2010 pour EDF, alors qu'elle ressortait à une moyenne de 53 Md €2010 sur 4 estimations différentes en Allemagne. Autrement dit 3 fois plus. Ce rapport 3 sur les coûts se traduit-il aussi par un facteur du même ordre dans les estimations de CO2 relative à ces opérations de démantèlement ?

-8- Une valeur "officielle"...

- Devant **l'importance des approximations** effectuées pour "évaluer" la consommation de CO2 pour la production d'électricité nucléaire, il est extrêmement "**surprenant**" que les défenseurs du nucléaire citent **toujours strictement la valeur de 6 g CO2 / kW.h.** En fait il s'agit d'une **valeur officielle**, reprise en boucle sans plus de précisions, et ceux qui s'y essaient, comme on vient de le voir, n'accomplissent pas une prestation très convaincante.

- Cette estimation est vivement contestée, entre autres par la CRIIRAD (commission de recherche qui se base sur des données scientifiques, **sans se positionner pour ou contre le nucléaire**), qui dénonce les mensonges d'AREVA sur le «nucléaire propre». Voir par exemple l'article : http://gaboneco.com/show_article.php?IDActu=16294

"L'extraction par exemple de l'uranium par des filiales d'AREVA au Niger nécessite de l'énergie. Les pelles, les camions et les machines utilisés pour l'extraction fonctionnent au fioul et grâce à une centrale thermique au charbon extrêmement polluante.

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".

- Comme l'indique encore Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, chef du laboratoire de la Criirad : « Il ne faut pas laisser croire que l'énergie nucléaire est propre » . <http://www.enviro2b.com/2009/12/23/«-il-ne-faut-pas-laisser-croire-que-lenergie-nucleaire-est-propre-»/>

"...Lorsque l'industrie nucléaire affirme que cette énergie ne fait pas de CO2, c'est faux parce qu'à chacune des étapes de la production et de l'utilisation de l'énergie nucléaire, il y a des rejets de CO2...

...Il existe de nombreuses études qui démontrent qu'à force d'aller chercher un minerai de plus en plus pauvre en uranium, il faut de plus en plus d'énergie pour accéder à ce minerai. Le bilan énergétique et le bilan carbone de cette filière nucléaire est, et sera à l'avenir de plus en plus dégradé.

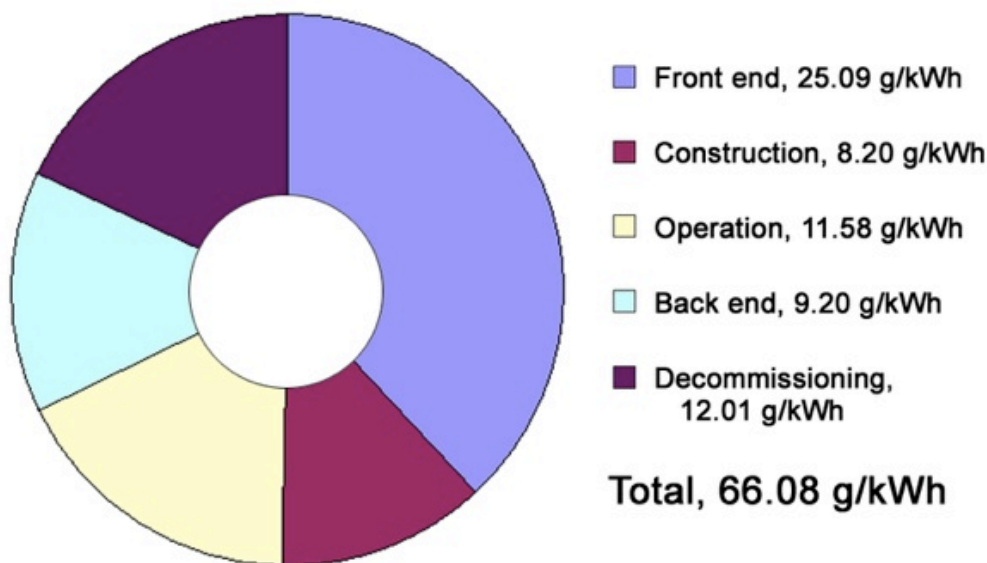
Il serait très intéressant qu'Areva publie un bilan carbone de l'ensemble du cycle du combustible nucléaire. Il faut savoir que même l'usine de retraitement de La Hague, est une des industries qui rejettent le plus de gaz à effet de serre de la région nord-Cotentin, 80 000 tonnes de CO2 en 2007...

...Par ailleurs, il y a une question qui n'est jamais traitée... c'est la question de la vapeur d'eau, qui est un gaz à effet de serre. Si on veut être scientifiquement juste, lorsqu'on parle du nucléaire, il faut que la filière nucléaire sorte un bilan carbone honnête et scientifique sur toutes ces étapes..."

-9- Une compilation de 19 études réalisées dans 9 pays au monde...

Il faut reconnaître à l'étude de BCO2 Ingénierie (citée plus haut en -5-) le mérite d'avoir mentionné l'étude SOVACOOL de 2008 (bien que cherchant à expliquer qu'elle ne s'appliquerait pas à la France). Pour clore ce débat sur le CO2, voyons maintenant quels sont les résultats de cette étude.

Carbon emissions from nuclear power Sovacool life cycle study survey, 2008



Mean value of carbon dioxide emissions from qualified life cycle studies among 103 surveyed. Includes results of 1997 Vattenfall study.

où l'on voit que l'émission de CO2 serait 11 fois supérieure à celle estimée par l'ADEME !!!

Une publication sur le site TerraEco <http://www.terraeco.net/Oui-le-nucleaire-emet-bien-du-CO2.16535.html> précise que cette étude (réalisée par Benjamin SOVACOOOL, chercheur, Université de Singapour) résulte elle-même de la compilation d'analyses de cycles de vie de différentes centrales nucléaires (au nombre de 103).

..." 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], avec une fourchette de résultats assez large : entre 1,4 et 288 grammes de CO2/kWh. 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..."

... "Une autre étude encore plus récente, menée par des chercheurs belges et publiée dans la revue « Energy Policy » en 2009, compare trois travaux portant sur les émissions de CO2 des centrales nucléaires... Ces travaux ont été choisis car ils sont représentatifs de ce que l'on peut trouver dans la littérature scientifique. Et de nouveau, ils donnent une VALEUR MOYENNE SIMILAIRE à celle estimée par SOVACOOOL..."

Textes traduits par Anne-Sophie Dureigne, Nathalie Kummer et Emilie Pommier, lectrices responsables de Terra eco.

-10- L'objectif essentiel...

Pour certains écologistes, la lutte contre le réchauffement climatique (qui nécessite une réduction drastique des émissions de CO2) rend l'énergie nucléaire **incontournable** car, **argument ultime**, le nucléaire ne serait responsable d'**aucune émission de CO2... ou si peu**.

D'après les nombreuses analyses produites par les spécialistes mondiaux et contrairement à celle produite par les organismes officiels français, **il n'en est rien : la chaîne complète de la production d'électricité par le nucléaire** (depuis l'extraction du minerai jusqu'au traitement des déchets et au démantèlement des centrales) **produit 11 fois plus de CO2 que ne le prétend le discours officiel** qui prévaut en France, **et le nucléaire produit, par kwh, plus de CO2 que les autres sources d'énergies renouvelables** (hormis le solaire photovoltaïque dont les processus de fabrication devraient être améliorés à la fois pour réduire les émissions de GES lors de la fabrication des cellules et pour augmenter les rendements photovoltaïques).

11 fois plus : la distortion des résultats est grave dans la mesure où elle accrédite **l'idée fausse que le nucléaire serait inévitable** pour lutter contre l'effet de serre.

Mais surtout, cette sous-estimation induit, en cascade, une sous-estimation de l'empreinte écologique **pour toutes les industries utilisant l'énergie électrique**, qu'il s'agisse par exemple des **transports ferrés** ou des **voitures électriques** dont on n'a de cesse de vanter "le zéro CO2". (ce qui ne condamne pas pour autant le TGV ni la voiture électrique... surtout utilisée en co-voiturage, mais c'est un autre débat !!!).

Cette sous-estimation est d'autant plus néfaste qu'elle tend à discréditer l'idée et à occulter l'intérêt d'un **objectif pourtant essentiel**, qui est la réduction des consommations et des gaspillages énergétiques.

jeanpaulcoste@free.fr

<http://commente.free.fr>

Extrait de : POUR UN DÉBAT CITOYEN sur LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE - B -