

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE RÉCHAUFFE LA PLANÈTE ET LE CLIMAT

Résumé

Toute consommation d'énergie non renouvelable, ou combustion de biomasse, se transforme au final, et de manière irréversible, en chaleur.

Cette chaleur s'accumule dans l'air, dans les sols et dans l'eau (sous forme solide, liquide ou vapeur), ce qui conduit à l'augmentation de température de ces milieux mais aussi à des perturbations dans les circulations océaniques, de régime des vents, de couverture nuageuse, etc.

Plusieurs publications de chercheurs suédois, français, américains, chinois, canadiens, etc., traitent de ces sujets. La production d'électricité, à partir d'énergies non renouvelables (dont l'énergie nucléaire) et de combustion de biomasse, par conversion de la chaleur en mouvement (alternateur), entraîne des pertes de chaleur conséquentes et la nécessité de disposer d'une « source froide » (eau ou air) pour refroidir la machine thermodynamique.

Les centrales nucléaires, qui sont une des technologies les moins efficaces pour convertir de la chaleur en électricité, émettent plus de chaleur de manière directe et immédiate que la plupart des autres techniques de conversion de chaleur en électricité (centrales à charbon, à fuel et à gaz).

Les réacteurs nucléaires n'ont pas été conçus à l'origine pour produire de l'électricité mais pour produire du plutonium nécessaire à la fabrication d'armes atomiques et pour propulser les sous-marins nucléaires.

La concentration de ce mode de production d'électricité dans des centrales de forte puissance, ni trop éloignées, ni trop proches des grandes agglomérations pour des raisons évidentes d'acceptabilité et de sécurité, a pour conséquences :

- une pollution thermique très concentrée avec réchauffement significatif de la « source froide » (eau et air), perturbation de la météorologie locale et accroissement du réchauffement climatique,
- l'impossibilité pratique de « récupérer » la chaleur perdue à la fois du fait des distances par rapport aux lieux de consommation de chaleur et du fait de la dégradation du rendement de conversion de chaleur en électricité qu'entraînerait la récupération de chaleur à un niveau de température utilisable,
- une concurrence forte avec les autres usages de l'eau (agricoles, eau potable, autres industries), ceux-ci étant en outre menacés par les pollutions radioactives et chimiques spécifiques de l'industrie nucléaire.

Ce mode de production d'électricité est fort heureusement très peu répandu et ne constitue qu'une part très faible de l'approvisionnement mondial en énergie ce qui rend son effet sur le climat global très peu perceptible jusqu'à présent. Mais dans les pays fortement équipés en réacteurs nucléaires, pour leur production d'électricité (France, Suède, etc.) et pour la production d'armes atomiques, l'effet des émissions de chaleur sur le climat régional est important et mesurable.

La volonté de certains pays d'augmenter toujours et encore la production d'électricité nucléaire, si elle était mise en œuvre, ne pourrait conduire qu'à une aggravation du réchauffement climatique.

Introduction

L'industrie nucléaire française est très mal en point. EDF et Orano sont empêtrées dans des fiascos industriels et financiers (chantier de l'EPR de Flamanville, usine de retraitement de La Hague, usine de fabrication de combustible Mox à Marcoule, etc.). Ces entreprises ont besoin de financements colossaux pour pouvoir continuer à exploiter leurs installations existantes à bout de souffle. La faillite d'Areva n'a pas servi de leçon aux dirigeants français. Le gouvernement acculé tente de faire diversion en mettant en avant, en même temps, un nouveau concept de petit réacteur modulaire paré de toutes les vertus (Small Modular Reactor) et un projet de construction de 6 nouveaux méga-réacteurs EPR alors que celui de Flamanville n'est toujours pas en service. Les déficits publics n'ont jamais été aussi élevés mais la fuite en avant continue « quoi qu'il en coûte ». Pour emballer ce « cadeau radioactif empoisonné » et faire taire les opposants, les faibles émissions de CO₂ de l'énergie nucléaire sont systématiquement mises en avant. Manque de chance pour les dirigeants français, l'énergie nucléaire réchauffe la planète et le climat, partout où elle est utilisée. Mais comme elle l'est très peu, à cause de son coût prohibitif et des risques inacceptables pour les populations, ça n'apparaît pas de manière évidente à l'échelle de la planète.

En effet, la production d'électricité de l'ensemble des réacteurs nucléaires en fonctionnement dans le monde est de l'ordre de 10% de la production totale mondiale d'électricité. Cela correspond à 2% environ de toutes les énergies consommées, puisqu'en moyenne mondiale l'électricité constitue 20% des consommations totales d'énergie.

En France, par contre, avec près de 70% de l'électricité produite par l'énergie nucléaire, ce qui correspond à près de 20% de toute l'énergie consommée, le réchauffement climatique provoqué par les centrales nucléaires est tout à fait

visible si on veut bien se donner la peine de regarder ce qu'il se passe dans la vraie vie et non pas dans le monde virtuel des simulations climatiques ou des visions gouvernementales de futurs énergétiques.

Une large partie de la population française l'a semble-t-il bien compris et ne fait pas confiance aux allégations des nucléaristes qui affirment que le nucléaire ne réchauffe pas la planète. Un sondage réalisé par BVA en 2019 pour la société Orano (ex Areva) l'indique clairement : « *Le fait que le nucléaire émette peu de CO₂ est peu connu des Français, qui considèrent au contraire très largement (69%) que le nucléaire contribue au dérèglement climatique.* »¹

Ce n'est sûrement pas la méconnaissance des Français qui est la cause du résultat indiqué par BVA mais tout simplement le fait qu'ils comprennent très bien que le nucléaire réchauffe la planète de manière conséquente lorsqu'il est utilisé à grande échelle pour la production d'électricité.

Car les réacteurs nucléaires sont l'une des technologies les moins efficaces de transformation de l'énergie primaire en électricité, c'est-à-dire l'une des technologies qui réchauffe le plus l'environnement par unité d'électricité produite. Le Ministère de l'Ecologie l'indique d'ailleurs très clairement dans une publication de juillet 2017²,

« L'efficacité énergétique en France - Évolution entre 2000 et 2016 et comparaison internationale.

L'intensité énergétique primaire, qui intègre les pertes d'énergie lors de sa transformation ou de son transport, est, quant à elle, plus élevée en France (101 tep par M\$ 2011 de PIB) qu'en Allemagne (86 tep par M\$ 2011 de PIB). Cela s'explique en grande partie par le poids plus important de l'électricité dans le bouquet énergétique final ainsi que par le recours plus élevé au nucléaire pour produire cette électricité en France. En effet, d'une part, la production d'électricité s'accompagne généralement de pertes de chaleur importantes et, d'autre part, ces pertes sont en moyenne relativement plus élevées dans les centrales nucléaires que dans celles utilisant des combustibles fossiles et notamment celles de cogénération, plus développées en Allemagne qu'en France. »

Par unité de PIB, la France réchauffe plus la portion de planète qu'elle constitue, de manière directe et immédiate, que l'Allemagne. Et les centrales nucléaires en sont la cause, non seulement du fait de leurs « pertes de chaleur » mais aussi du fait de l'émission totale de chaleur qu'elles produisent.

1. Quels sont les processus « nucléaires » qui réchauffent la planète et le climat ?

Les réactions de fission ou de fusion de noyaux atomiques, engendrant une réaction en chaîne, contrôlée ou incontrôlée, produisent un **fort dégagement de chaleur et de la radioactivité qui n'existaient pas avant ces réactions.**

- Le processus de fusion thermo-nucléaire est celui qui se produit dans le soleil.
- Le processus de fission incontrôlée (explosion) est celui qui se produit dans les bombes atomiques à uranium hautement enrichi ou dans les bombes atomiques au plutonium.
- Le processus de fission contrôlée est celui qui se produit dans les réacteurs nucléaires de production de plutonium et de production d'électricité.
- La fusion contrôlée est une chimère poursuivie par les nucléaristes par exemple avec le projet Iter à Cadarache³.

Ces processus, hormis la fusion qui se produit au sein du Soleil, ne peuvent exister que par le fonctionnement d'un ensemble d'activités de la recherche et de l'industrie nucléaires. Celles-ci permettent de fabriquer, de faire fonctionner, d'entretenir et de démonter « en fin de vie », les armes atomiques, les réacteurs à usage militaire (propulsion de navires, de sous-marins, de missiles, etc.), les réacteurs de production d'électricité et les installations à usage médical et d'imagerie médicale.

Les industries mobilisées sont celle des mines, de la transformation et de l'enrichissement de l'uranium (chimie), de la fabrication de « combustibles » à usage militaire ou civil, de la construction de réacteurs militaires et civils, de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs, du traitement des combustibles usés en vue d'en extraire le plutonium, du transport et du stockage des déchets et matières radioactives, mais aussi du financement des projets et de la communication qui les accompagne. Et ces industries ne peuvent exister sans un soutien politique fort et des financements publics conséquents.

Toutes ces activités consomment de l'énergie, dégagent de la chaleur et réchauffent le climat.

¹ <https://www.bva-group.com/sondages/francais-nucleaire-sondage-bva-orano/>

² <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/datalab-essentiel-113-efficacite-energetique-b.pdf>

³ Voir à ce sujet l'article du Canard Enchaîné du 27/10/2021 « Iter, un réacteur expérimentale à la 'com »

1. Qu'appelle-t-on climat ?

Selon le Larousse de la langue française :

- Ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état **moyen** de l'atmosphère **en un lieu donné**.
- Mais aussi ensemble des conditions de vie, des circonstances qui agissent sur quelqu'un; milieu, ambiance, contexte : le climat politique, social.

Selon le Robert :

- Ensemble de circonstances atmosphériques et météorologiques (humidité, pressions, températures...) **propres à une région** (aussi microclimat). Climat équatorial, tropical, désertique, tempéré.
- Atmosphère morale. Climat d'hostilité.

Selon ces définitions la notion de climat global ou de changement climatique global n'a pas vraiment de sens physique dans la mesure où il n'existe pas de lieu global ou de région globale. C'est juste une notion abstraite utilisée par les climatologues pour caractériser l'évolution, de la température moyenne globale (autre notion abstraite) et des autres paramètres climatiques, constatée depuis une quarantaine d'années.

Se préoccuper du climat global est important, mais ce qui importe le plus pour les habitants de la planète c'est le climat de leurs lieux ou de leurs milieux de vie. Il est donc nécessaire d'examiner l'impact des activités humaines sur l'évolution du climat à différentes échelles.

1. Comment et dans quelle mesure le nucléaire réchauffe nos milieux de vie ?

3.1. Approche générale et ampleur du problème posé par le nucléaire

Plusieurs publications scientifiques récentes ou un peu plus anciennes le montrent, toutes les émissions de chaleur d'origine anthropique (c'est-à-dire liées à des activités humaines), y compris à partir de fission nucléaire, s'accumulent dans l'air, dans l'eau et dans les sols. La chaleur accumulée dans ces milieux conduit à un réchauffement climatique local mais aussi régional et jusqu'au niveau global.

A l'échelle de la France, par exemple, la chaleur rejetée par l'ensemble des réacteurs nucléaires en fonctionnement en 2017 (828 TWh)⁴ correspond à plus de 2,3 fois les consommations d'énergies finales pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire de la totalité des logements (357 TWh)⁵. Si l'on ajoute aux rejets de chaleur l'électricité produite qui se dégrade au final en chaleur, en 2017, l'ensemble des réacteurs nucléaires français a émis 3,3 fois la chaleur dégagée pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire de l'ensemble des logements. Et cette valeur ne tient pas compte des émissions de chaleur de l'industrie et des transports à l'amont et à l'aval des centrales nucléaires (mines, traitement et enrichissement de l'uranium, retraitement et stockage des déchets).

Ces émissions de chaleur sont tout sauf anecdotiques. Elles ont à l'évidence un rôle important dans le réchauffement climatique provoqué par la France.

3.2. Effets des émissions de chaleur des centrales nucléaires, à l'échelle locale et à l'échelle d'un fleuve

Une des questions soulevée au moment de la construction des premières centrales nucléaires de forte puissance était l'incidence de leurs rejets de chaleur sur la vie aquatique.

Une étude du CEMAGREF (centre d'étude du machinisme agricole), relative à la centrale nucléaire du Bugey et publiée en 1991, examine en détail ce sujet⁶.

⁴ Cette valeur est obtenue en soustrayant de la consommation d'énergie primaire pour la production d'électricité nucléaire (1 207 TWh) la production d'électricité d'origine nucléaire (379 TWh selon indications en page 21 du bilan annuel établi par RTE). https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-06/bilan_electrique_2017.pdf

⁵ Les consommations d'énergies de l'ensemble des logements en France en 2017 ont été de 307,6 TWh pour le chauffage et de 49 TWh pour la production d'eau chaude sanitaire, soit un total de près de 357 TWh. Ces valeurs sont issues des publications du ministère de la « transition écologique » : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-12/consommation-energie-parc-residentiel-2019.xlsx>

⁶ <https://www.hydroecologie.org/articles/hydro/pdf/1991/01/hydro91104.pdf>

Voici un extrait du résumé de l'étude :

« Les rejets d'eau chaude du Centre de Production Nucléaire du Bugey entraînent jusqu'à 5 km en aval de la centrale, une élévation de la température des eaux du Rhône de 6 °C en moyenne. L'échauffement des eaux est encore sensible au niveau de la confluence avec l'Ain.

....

Au niveau de la station échauffée, on observe en 1988-89 une réduction significative de la richesse taxonomique des invertébrés, avec notamment la disparition de *Potamanthus luteus* (éphéméroptère) et de *Propappus volki* (oligochète). On constate également une diminution de la densité des Chironomidae et des oligochètes, ces derniers, ainsi que les Gammaridae, disparaissant durant la période la plus chaude (août, septembre). »

Pour les micro-organismes vivant dans les eaux du Rhône, la centrale nucléaire du Bugey a bien provoqué un changement climatique localisé très significatif et même fatal pour certaines espèces.

Une étude plus récente, réalisée par EDF et publiée en mai 2016⁷ examine l'effet des centrales nucléaires refroidies par les eaux du Rhône sur l'augmentation de température du fleuve.

Dans la synthèse de cette « étude thermique du Rhône » on peut lire que les rejets de chaleur des centrales situées entre Saint-Vulbas (à l'amont de la centrale nucléaire du Bugey) et Aramon (à l'aval de la centrale de Tricastin) ont provoqué en moyenne annuelle une augmentation de la température des eaux du Rhône de 1,2°C sur une augmentation totale de 1,4°C (comparaison entre la période 1988-2010 et la période 1920-1977).

En période chaude, et non plus en moyenne annuelle, la « contribution » des Centrales Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) a été de 1,6°C.

Ce réchauffement à l'échelle du fleuve est tout à fait considérable en comparaison au réchauffement global des surfaces terrestres à l'échelle de la planète, de l'ordre de 0,7°C entre les deux mêmes périodes.

Il ne représente d'ailleurs qu'une partie du problème car 6 des 14 réacteurs nucléaires, situés en bord de Rhône, sont équipés de tours de refroidissement qui évacuent une partie de la chaleur dans les eaux du fleuve et une autre partie dans l'air sous forme d'eau évaporée.

Enfin, de nombreuses études s'intéressent à l'effet d'îlot de chaleur provoqué par les émissions de chaleur très concentrées des zones urbaines à forte densité de population. Le climat local en est affecté de manière très significative.

3.3. Effets des émissions de chaleur, y compris celles des centrales nucléaires, à l'échelle régionale et globale

Plusieurs scientifiques ont mis en évidence que les émissions de chaleur correspondant à l'utilisation des énergies non renouvelables et de stock (fossiles, bois énergie, déchets issus du pétrole, énergie nucléaire, etc.) réchauffent la planète avec des effets à large échelle et dans des proportions qui n'ont rien de négligeable.

Bo Nordell et Bruno Gervet, du Département de génie civil et environnemental, Université de technologie de Luleå en Suède, ont publié en 2009 une étude tout à fait intéressante à ce sujet⁸.

En voici le résumé :

« L'augmentation de la température globale de l'air est une mesure inadéquate du réchauffement climatique, qui devrait plutôt être envisagé en termes d'énergie. Le réchauffement climatique en cours signifie que la chaleur s'accumule depuis 1880 dans l'air, le sol et l'eau. Avant d'expliquer ce réchauffement par des sources de chaleur externes, les émissions de chaleur nettes sur Terre doivent être prises en compte. Ces émissions à partir, par exemple, de l'utilisation mondiale de combustibles fossiles et d'énergie nucléaire, contribuent au réchauffement climatique. Le but de cette étude est de comparer globalement la chaleur accumulée et émise. La chaleur accumulée dans l'air correspond à 6,6% du réchauffement global, tandis que le reste de la chaleur est stocké dans le sol (31,5%), dans la fonte des glaces (33,4%) et dans l'eau de mer (28,5%). Il a été constaté que les émissions nettes de chaleur, de 1880 à 2000, correspondent à 74% de la chaleur accumulée, c'est-à-dire au réchauffement global, pendant la même période. La chaleur manquante (26%) doit avoir d'autres causes, par exemple, l'effet de serre, les variations naturelles du climat et/ou la sous-estimation des émissions nettes de chaleur. La plupart des mesures qui ont déjà été prises pour lutter contre le réchauffement climatique sont aussi bénéfiques, pour la situation actuelle, bien que l'énergie nucléaire ne soit pas une solution (mais une partie) du problème. »

⁷ <https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/axe-rhoneetudes-et-programmes-de-recherches-sur-le-rhone/etude-thermique-du-fleuve-rhone>

⁸ <http://www.zo.utexas.edu/courses/THOC/Nordell-Gervet2009ijgw.pdf>

Une autre étude, publiée en février 2016 dans l'International Journal of Climatology⁹, examine l'effet possible du dégagement de chaleur anthropique dû à la consommation mondiale d'énergie sur le climat mondial.

En voici le résumé :

« La distribution mondiale à haute résolution du dégagement de chaleur anthropique (DCA), qui est généré par la consommation d'énergie humaine, est estimée au moyen de l'application de la télédétection par satellite. De plus, il a été pris en compte dans un modèle climatique mondial et l'effet climatique possible du DCA est examiné dans cette étude. Le DCA est géographiquement concentré et est fondamentalement corrélé à l'activité économique à l'échelle mondiale. Le flux de DCA moyen actuel à l'échelle mondiale est d'environ 0,03 Wm⁻² ; cependant, le flux atteint un niveau suffisamment élevé pour influencer le climat régional dans les zones urbaines concentrées. Les résultats du modèle climatique mondial indiquent que le DCA peut perturber la circulation atmosphérique normale et pourrait avoir un effet évident sur la température de surface aux latitudes moyennes et élevées en été et en hiver dans l'hémisphère nord. L'effet climatique du DCA diffère selon les saisons : la température de surface moyenne mondiale pourrait augmenter d'environ 0,02 K en été boréal et de 0,10 K en hiver boréal. Avec le développement continu de l'économie mondiale et de l'urbanisation, l'effet climatique du DCA deviendra de plus en plus prononcé. L'effet climatique du DCA ne devrait pas être simplement confiné au climat régional, le DCA est un facteur minuscule mais essentiel dans le climat mondial et le changement climatique à long terme qui ne doit pas être ignoré. »

Enfin, une étude publiée en avril 2021, examine les « impact des émissions de chaleur anthropiques sur la température atmosphérique globale »¹⁰.

En voici le résumé :

« L'utilisation de différentes sources d'énergie primaire dans la société humaine a conduit à deux émissions polluantes majeures dans l'environnement : l'énergie (principalement la chaleur) et les substances chimiques (principalement le dioxyde de carbone). Dans cet article, les émissions anthropiques mondiales totales de chaleur dans l'atmosphère au cours de l'ère industrielle (années 1850-2018) ont été déterminées et leur effet sur le changement de la température atmosphérique globale a été calculée. Le concept d'un réacteur terrestre triphasé théorique a été introduit pour estimer l'augmentation de la température atmosphérique globale causée par les émissions de chaleur anthropiques.

Les calculs résultants se sont rapprochés de près du changement de température atmosphérique réel enregistré au cours de la dernière période de 170 ans. Ces résultats suggèrent que le changement de température de l'atmosphère (le réchauffement climatique) est entièrement dû aux émissions de chaleur anthropiques. »

Conclusions

Le recours aux mensonges est une pratique systématique et récurrente de l'industrie nucléaire qui lui permet de masquer ses méfaits. Orano a par exemple diffusé fin 2019, par le canal de la presse quotidienne régionale et d'un supplément hebdomadaire, une publicité dont le message principal, « Nucléaire : eh non on ne réchauffe pas la planète », était clairement mensonger. Le Jury de Déontologie Publicitaire (JDP) a jugé que cette publicité n'était pas conforme aux règles de déontologie¹¹ et notamment aux recommandations « développement durable » de l'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP).

Ce jugement n'a pas empêché cette entreprise de persévérer dans les mensonges.

Il n'a pas non plus dissuadé EDF de reprendre le flambeau du mensonge par une nouvelle publicité épinglée par Le Canard Enchaîné du 20 octobre 2021 (article « Astérisque chez les bonimenteurs »).

Mais ces publicités mensongères ne trompent que ceux qui veulent bien être trompés. Le réchauffement de la planète par le nucléaire est bien réel et attesté par plusieurs publications scientifiques, notamment l'étude thermique du Rhône réalisée par EDF que les publicitaires de cette société n'ont pas dû consulter.

⁹ https://www.researchgate.net/profile/Bing-Chen-6/publication/297790762_Exploring_the_possible_effect_of_anthropogenic_heat_release_due_to_global_energy_consumption_upon_global_climate_A_climate_model_study/links/5bee66bfa6fdcc3a8dd9beba/Exploring-the-possible-effect-of-anthropogenic-heat-release-due-to-global-energy-consumption-upon-global-climate-A-climate-model-study.pdf

¹⁰ <https://www.preprints.org/manuscript/202104.0729/v1>

¹¹ <https://www.jdp-pub.org/avis/orano-presse-internet-plaintes-fondees/>

Comme ils n'ont pas dû consulter les publications, récentes ou plus anciennes, de plusieurs chercheurs pour qui les émissions de chaleur sont une cause majeure voire unique du réchauffement climatique. Ces publications sont complètement ignorées par le GIEC, alors même qu'elles aboutissent aux mêmes types de conclusions avec des méthodes différentes.

Dans ces conditions, prétendre que le nucléaire est une solution acceptable pour atténuer le réchauffement climatique, comme le font les gouvernements des Etats nucléaristes, l'industrie nucléaire, l'Agence Internationale de l'énergie (AIE) et même le GIEC, est au mieux une erreur au pire une tromperie.

La seule manière de ne pas aggraver le réchauffement climatique, par des activités humaines utilisant de l'énergie, serait de n'utiliser que des énergies renouvelables (hors combustion de biomasse).

En attendant que ces énergies soient suffisamment développées il est urgent, parmi les différentes manières de moins aggraver le réchauffement climatique, d'arrêter la production d'électricité nucléaire. Celle-ci peut être substituée sans problème par d'autres techniques moins émettrices de chaleur, en utilisant les installations existantes beaucoup moins dangereuses, beaucoup moins coûteuses et qui n'émettent pas de radioactivité dans l'environnement.

Arrêter la totalité des réacteurs nucléaires en service actuellement dans le monde ne pose pas de problème global d'approvisionnement énergétique et permet d'atténuer immédiatement le réchauffement climatique notamment celui provoqué par des pays fortement nucléarisés comme la France dont la part du nucléaire dans la production d'électricité est la plus élevée au monde. A l'échelle de l'Europe, de ses réseaux électriques interconnectés et de son marché de l'électricité, arrêter la totalité des réacteurs nucléaires en service serait évidemment une très bonne chose pour le climat et pour notre sécurité commune. Cela ne pose pas de problème d'approvisionnement en énergie, ni de problème économique : le nucléaire fournit à peine plus de 6% de toutes les énergies consommées en Europe (25% des consommations se font sous forme d'électricité et 25% de l'électricité produite l'est par des centrales nucléaires).

François VALLET – Ingénieur en génie climatique, énergétique et environnement

Novembre 2021

francois.vallet@laposte.net