

# Le rôle de l'énergie nucléaire dans la réalisation des objectifs climatiques de l'Accord de Paris

Par Tom M.L. Wigley



Tom M. L. Wigley est climatologue à l'Université d'Adélaïde. Auparavant, il était directeur de l'Unité de recherche sur le climat à l'Université d'East Anglia. Ses principaux domaines de recherche sont l'analyse des données climatiques et la modélisation du climat, du niveau de la mer et du cycle du carbone. Il a été nommé membre de l'Association américaine pour le progrès de la science pour ses contributions dans ces domaines

Le rôle que l'énergie nucléaire peut jouer dans la réalisation des objectifs de limitation du réchauffement climatique fixés dans le cadre de l'Accord de Paris sur les changements climatiques dépend principalement de l'ampleur de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> visée. Le processus comporte deux étapes : il faut s'assurer que les objectifs sont réalistes avant de pouvoir évaluer comment le nucléaire peut contribuer à leur réalisation.

## Des objectifs réalistes

L'Accord de Paris est un accord historique qui vise à lutter contre les changements climatiques en s'appuyant sur la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Il définit les objectifs de réduction du réchauffement climatique de deux manières :

*Article 2.1 a) :*

*En « [c]ontenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels [...] »*

*Article 4.1 :*

*« [L]es Parties cherchent à [...] parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du siècle [...] »*

*L'article 4.1 de l'Accord prévoit en outre que les réductions d'émissions devraient se faire « conformément aux meilleures données scientifiques disponibles [...] »*

Cependant, cela pose des problèmes.

Premièrement, selon l'article 2.1 a), la température de la planète doit rester en permanence inférieure aux niveaux fixés. Si cela est techniquement réalisable, bien que très improbable, il serait beaucoup plus facile de permettre un réchauffement en laissant les températures dépasser la cible, puis redescendre

aux niveaux fixés. Cette possibilité soulève toutefois une autre question scientifique : dans quelle mesure et pendant combien de temps peut-on laisser la température dépasser la cible tout en réalisant l'objectif plus général de la CCNUCC, qui est d'« empêcher toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique », les perturbations anthropiques faisant ici référence à la pollution causée par les activités humaines.

Deuxièmement, l'objectif énoncé à l'article 4.1 peut ne pas être compatible avec l'article 2.1 a), d'après les meilleures données scientifiques disponibles. Si un dépassement de température est permis, ce qui à mon avis est nécessaire, ce n'est pas la peine de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> à zéro avant la fin du siècle pour pouvoir réaliser la cible de 2 °C. C'est souvent ainsi que l'article 4.1 est interprété. Il est même possible de réaliser l'objectif de 1,5 °C en laissant la température dépasser la cible de façon appropriée, sans que la courbe des émissions n'entre dans la zone négative (voir la figure). Les émissions devraient cependant être négatives si la température dépassait la cible dans une mesure moindre à partir de l'année 2060 environ, conformément à l'article 4.1. Si cela se produisait, les puits océaniques et terrestres résiduels à long terme permettraient de ramener par la suite les émissions à un niveau supérieur à zéro.

Ces questions sont illustrées sur la figure : les émissions de CO<sub>2</sub> ont d'abord été calculées après avoir établi une courbe de réchauffement (voir le graphique du haut, qui présente deux cas pour l'objectif de 1,5 °C), puis en utilisant un modèle climatique en mode inverse pour déterminer les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine fossile alors nécessaires (voir le graphique du milieu). De cette manière, nous avons pu établir les courbes de concentration de CO<sub>2</sub> correspondantes.

## Et le nucléaire ?

Quel rôle l'énergie nucléaire pourrait-elle jouer dans la réalisation des objectifs correspondant aux courbes des émissions représentées sur le graphique du milieu de la figure ? Nous pouvons répondre partiellement à cette question en utilisant les résultats obtenus à l'aide de modèles d'évaluation intégrés – modèles économiques de l'énergie utilisés pour projeter les données et les conséquences de la demande énergétique future – publiés dans le Programme scientifique sur les changements climatiques des États-Unis.

Trois équipes de modélisation de l'évaluation intégrée reconnues à l'échelle mondiale ont été chargées d'élaborer une série de scénarios d'atténuation axée sur l'action des pouvoirs publics au moyen des modèles IGSM, MERGE et MiniCAM. Dans ces scénarios, les objectifs ont été atteints comme suit :

- en réduisant la demande énergétique des utilisateurs finals, notamment grâce à des améliorations en matière de conservation et d'efficacité ;
- en augmentant la production d'énergie à partir de la biomasse, de sources renouvelables autres que la biomasse (éolien et solaire principalement) et du nucléaire ; et

- en capturant et en stockant le carbone.

Dans tous les scénarios, y compris ceux de référence, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> se fait à la fois spontanément, c'est-à-dire en l'absence de nouvelles politiques d'atténuation, et à la suite de la mise en œuvre de mesures. En effet, même dans les scénarios de référence, l'utilisation de technologies énergétiques ne générant pas de gaz carbonique augmente, au point que 19-29 % de la production d'énergie primaire se fera sans émissions de carbone d'ici 2100. Cependant, pour atteindre l'objectif de 2 °C, il faut encore réduire dans une large mesure la production d'énergie primaire émettant du CO<sub>2</sub>.

Le tableau ci-dessous montre la contribution (en pourcentage) de chaque modèle à la réduction globale de la production d'énergie primaire d'ici 2100, par rapport aux niveaux de référence.

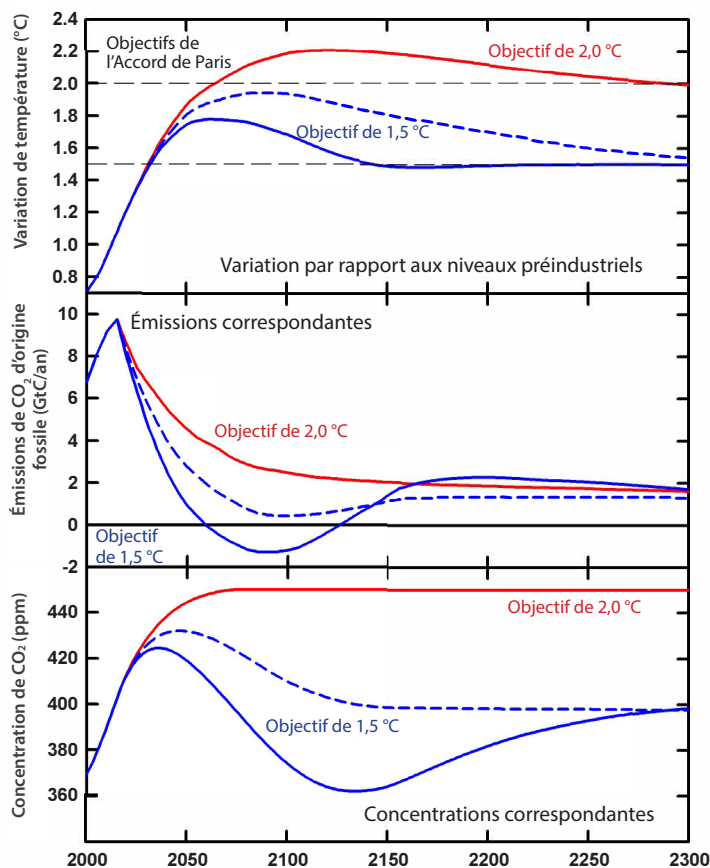
Le modèle IGSM se démarque nettement en ce qui concerne la réduction de la demande énergétique, car ceux qui l'ont élaboré supposaient que la production d'énergie nucléaire dans le monde évoluerait très peu, du fait notamment de l'opinion défavorable de la population à l'égard du nucléaire. Compte tenu du rôle minime de l'énergie nucléaire, il faudrait que la demande diminue pour que les émissions soient réduites de manière significative. Les deux autres modèles donnent des pourcentages très différents de ceux du modèle IGSM et attribuent un rôle bien plus important au nucléaire.

Afin d'étayer ces chiffres, voici ci-après les valeurs de l'énergie primaire nucléaire en exajoules (EJ) pour l'année 2100, par modèle : 238 EJ avec le modèle MERGE (total : 491 EJ d'énergie primaire), 185 EJ avec le modèle MiniCAM (total : 1 288 EJ) et seulement 20 EJ avec le modèle IGSM (total : 1 343 EJ). En 2000, les 451 réacteurs nucléaires de puissance toujours en exploitation aujourd'hui généraient approximativement 8 EJ d'électricité, soit l'équivalent de quelque 26 EJ d'énergie primaire, ce qui veut dire que le modèle IGSM prévoit en réalité une diminution de la production d'énergie nucléaire. Les modèles MERGE et MiniCAM prévoient, quant à eux, des augmentations d'un facteur neuf et sept, respectivement, entre 2000 et 2100.

Il existe toutefois des preuves tangibles du fait que le nucléaire pourrait se développer à un rythme bien plus rapide, comme cela a été le cas en France ou en Suède, lorsque ces pays ont décidé de passer au nucléaire. Si cela se produit, l'énergie nucléaire pourrait – et devrait – jouer un rôle bien plus important que laissent à penser les modèles présentés ci-dessus.

Modèle	Demande	Biomasse	Sources renouvelables	Nucléaire	Capture du carbone	Résidu
IGSM	50,4 %	17,3 %	3,3 %	1,5 %	16,8 %	10,7 %
MERGE	27,6 %	17,5 %	12,3 %	16,0 %	21,1 %	5,6 %
MiniCAM	18,7 %	17,9 %	13,7 %	14,4 %	22,8 %	12,5 %

**Contribution de diverses sources d'énergie à la réduction de la production d'énergie primaire. Le résidu correspond au volume de la production d'énergie primaire émettant encore du CO<sub>2</sub>.**



**Si l'on permet un dépassement temporaire des objectifs de l'Accord de Paris, il n'est pas nécessaire que les émissions de CO<sub>2</sub> soient négatives.** (Source : Wigley, Climate Change, vol. 147, pp. 31-45, 2018)

Investir plus massivement dans le nucléaire présente des avantages manifestes. Tout d'abord, le nucléaire est la seule source d'énergie qui peut produire en continu une électricité de base sans carbone, avec une empreinte beaucoup plus faible que celle des énergies renouvelables. Les inconvénients perçus sont en grande partie illusoire : les coûts de construction et de production d'électricité récemment estimés pour les petits réacteurs modulaires sont aussi concurrentiels que ceux correspondant aux combustibles fossiles et aux technologies utilisant des sources renouvelables ; les problèmes de gestion des déchets peuvent potentiellement être résolus grâce aux technologies de quatrième génération ; les réacteurs modernes assurent une sûreté passive ; et les risques de prolifération sont minimes. Compte tenu des objectifs ambitieux fixés dans le domaine climatique, il serait selon moi hasardeux de négliger le rôle important que peut jouer l'énergie nucléaire.