

CLAIRE KERBOUL

PRÉFACE DE  
BERNARD ACCOYER

**L'URGENCE**  
**DU**  
**NUCLÉAIRE**  
**DURABLE**



**B**



**L'URGENCE  
DU  
NUCLÉAIRE  
DURABLE**



CLAIRE KERBOUL

PRÉFACE DE  
BERNARD ACCOYER

**L'URGENCE  
DU  
NUCLÉAIRE  
DURABLE**

**B**

### ***Dans la même collection***

*Dérèglement climatique. Les vraies conséquences pour la santé et la biodiversité*, Bernard Swynghedauw, préface de Gilles Boeuf, 2022.

*Météorologie de l'espace. Vivre demain avec notre Soleil*, Jean Lilensten, Frédéric Pitout, Marina Gruet & J. Pedro Marques, préface d'Alain Cirou, 2021.

*L'IA peut-elle penser ? Miracle ou mirage de l'intelligence artificielle*, Hubert Krivine, préface de Guillaume Lecointre, 2021.

*Transition énergétique. Ces vérités qui dérangent !*, 2<sup>e</sup> édition, Bertrand Cassoret, préface de Brice Lalonde, 2020.

*Pourquoi le nucléaire*, Bertrand Barré, préface de Jean-Marc Jancovici, 2017.

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web :

**[www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)**

Relecture : Alain Rossignol

Conception graphique et mise en page : SCM, Toulouse

Couverture : Primo&Primo

Dépôt légal :

Bibliothèque royale de Belgique : 2023/13647/028

Bibliothèque nationale, Paris : mars 2023

ISBN : 978-2-8073-5748-8

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme ou de quelque manière que ce soit.

© De Boeck Supérieur SA, 2023 – Rue du Bosquet 7, B1348 Louvain-la-Neuve  
De Boeck Supérieur – 5 allée de la 2<sup>e</sup> DB, 75015 Paris

# Table des matières

<b>Préface</b> .....	<b>7</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>15</b>
<b>1. L'importance de raison garder</b> .....	<b>27</b>
Un besoin absolu d'énergie .....	27
Priorité à l'énergie, 30 – La dérive du climat de la Terre, 32	
Quelle énergie ? .....	37
<b>2. L'énergie nucléaire : abondante et décarbonée</b> .....	<b>43</b>
Une question d'ordre de grandeur .....	43
Renouvelable n'est pas nécessairement durable .....	46
L'énergie nucléaire durable .....	49
<b>3. Du nucléaire actuel au nucléaire durable</b> .....	<b>53</b>
L'uranium : une ressource considérable, mais gaspillée .....	53
Le réacteur à neutrons rapides (RNR), outil unique du nucléaire durable .....	58

<b>4. Le nucléaire durable deux fois abandonné :</b>	
<b>Superphénix puis Astrid</b> .....	<b>67</b>
Une France pionnière ayant perdu vision et stratégie .	67
La R&D sur les RNR : un chemin semé d'embûches ...	76
Pourquoi la voie rapide ne s'est-elle pas imposée ?, 77 – Arrêt de Superphénix, 84 – Arrêt d'Astrid, 88	
<b>5. Erreurs et impasses</b> .....	<b>95</b>
La filière et ses institutions.....	99
Les politiques .....	108
Les écologistes.....	114
Les médias.....	120
Les scientifiques.....	123
<b>6. Si rien n'est fait</b> .....	<b>129</b>
Fin de la parenthèse électronucléaire française .....	129
Inexorable paupérisation.....	138
Confusions et idées reçues sur le nucléaire du futur ...	140
« L'avenir, c'est la fusion, attendons ! », 142 – « L'uranium, c'est le passé; l'avenir, c'est le thorium. », 143 – « Il y a bien assez d'uranium. », 144 – « Le prix de l'uranium est encore très bas. », 145 – « On pourra toujours aller chercher l'uranium de l'eau de mer. », 145 – « Le SMR est le réacteur du futur. », 146 – « L'avenir est aux réacteurs à sels fondus (MSR). », 147	
<b>7. Changer de cap</b> .....	<b>151</b>
Un réacteur à neutrons rapides .....	152
Le besoin de compétences.....	155
<b>Conclusion</b> .....	<b>157</b>
<b>Épilogue</b> .....	<b>161</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>163</b>
<b>Glossaire</b> .....	<b>165</b>



# Préface

*L'urgence du nucléaire durable* que signe Claire Kerboul est un document d'une importance capitale.

Nous sommes devant un appel au secours, lancé par une scientifique, qui n'est pas sans rappeler, heureusement avec les mœurs du XXI<sup>e</sup> siècle, ce qu'ont pu ressentir les scientifiques et les découvreurs au temps de l'Inquisition.

Devant la menace d'effondrement du système électrique français, qui au tournant du millénaire était admiré du monde entier, la brillante physicienne nucléaire lance un avertissement aux arguments incontestables. Elle place les pouvoirs publics devant les conséquences accablantes de décisions politiques idéologiques en contradiction avec les réalités incontournables des lois de la physique : « *Nous allons nous réveiller dans un avenir proche sans ressources propres, alors même que notre pays dispose d'une quantité telle de matière énergétique que ses besoins en électricité pendant des milliers d'années pourraient être garantis.* »

Bien des « lanceurs d'alerte », pas toujours très qualifiés, mobilisent bruyamment les médias, convainquent une partie de l'opinion publique et influencent la décision politique pour des

sujets sans commune mesure avec les enjeux contenus dans cette annonce prémonitoire d'une catastrophe.

Alors que le réchauffement climatique est devenu le défi probablement le plus grave que l'humanité ait eu à affronter, la priorité est de décarboner plus de 80 % de l'énergie finale utilisée sur Terre, puisque c'est la part des combustibles fossiles dans le mix énergétique mondial. Un défi colossal de par son ampleur, exigeant qu'une nouvelle fois pour survivre l'Homme s'appuie sur sa spécificité : son intelligence et sa capacité à transmettre ses connaissances pour développer des solutions capables de produire une quantité phénoménale d'énergie décarbonée.

Alors qu'à l'échelle de l'histoire de l'Homme, le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources naturelles en combustibles fossiles comme en minerais de toutes sortes, constituent un événement d'une ampleur et d'une rapidité sans équivalent, la durabilité des solutions apparaît comme une évidence.

Claire Kerboul rappelle la définition de la durabilité : « *un procédé dont le développement répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ».

L'impact des énergies renouvelables et de leurs externalités sur les ressources en terres rares, leurs conséquences environnementales, encore mal évaluées mais évidentes, illustrent la différence fondamentale de sens entre renouvelable et durable, puisque panneaux photovoltaïques, éoliennes, batteries, réseaux... ne sont en rien durables.

C'est le développement des énergies fossiles qui, en à peine deux siècles, a offert à l'Homme de fabuleux et vertigineux progrès pour son confort, sa santé et son espérance de vie. Alors que tant de peuples aspirent encore à de dignes conditions d'existence et que personne, ou presque, n'accepterait une régression, chacun jugeant d'ailleurs sa propre situation

améliorable, imaginer que l'efficacité et la sobriété énergétiques puissent suffire à résoudre le défi, est utopique.

La demande en énergie continuera globalement à croître, et il est possible qu'un jour décarboner l'atmosphère devienne un enjeu vital nécessitant des besoins énergétiques gigantesques.

La question vitale du climat et de la finitude des ressources naturelles se pose donc ainsi : comment disposer d'une énergie durable au sens strict du terme ?

La physicienne nucléaire apporte la réponse : le nucléaire durable. Une production d'énergie qui, par la surgénération – sous le flux de neutrons rapides, il est produit plus de matière fissile qu'il n'en est consommé – réduit considérablement le besoin de ressources naturelles. Une production qui, en utilisant comme combustible les déchets produits par les réacteurs depuis le début de leur développement, résout le problème des déchets – le meilleur exemple possible d'économie circulaire.

Les réacteurs à neutrons lents actuellement en exploitation ont l'avantage incontestable de produire l'électricité pilotable la plus décarbonée : 2 fois moins que l'éolien, 12 fois moins que le photovoltaïque, 100 fois moins que le gaz et 200 fois moins que le charbon. Avec une occupation au sol 50 à 300 fois moindre que les autres sources d'énergie bas carbone. Mais bien que l'uranium qu'ils consomment ne soit pas d'origine fossile, les réserves diversement réparties, estimées aujourd'hui à plus d'un siècle, comme toutes les ressources naturelles ne sont pas inépuisables. Surtout la fission dans les réacteurs à neutrons lents ne permet d'utiliser que 1 % du contenu énergétique de l'uranium, ce qui produit des déchets dont le traitement et le stockage, bien que maîtrisés et sûrs, constituent un énorme gaspillage. À ce titre, le réacteur à neutrons lents ne satisfait pas aux exigences de durabilité.

C'est pourquoi la remarquable démonstration de Claire Kerboul est à diffuser largement, surtout auprès des décideurs

du pouvoir exécutif, législatif, administratif... et même à certains scientifiques et chercheurs, sans oublier le monde pédagogique et médiatique.

La France a montré la voie dès le début de son histoire nucléaire industrielle en visant cet aboutissement qui ferme le cycle de l'uranium avec les réacteurs à neutrons rapides, surgénérateurs : Rapsodie (1967), Phénix (1973) raccordé au réseau jusqu'en 2009, Superphénix (1976) qui a produit en 1996, la dernière année de son fonctionnement, 3,312 TWh avant d'être arrêté sur décision politique, au mépris des avis scientifiques et de l'avance mondiale que la France avait su acquérir dans la trajectoire vers le nucléaire durable.

S'il y a un domaine dont la déconstruction est une évidence, comme un triste exemple de l'affaiblissement de la stratégie d'un État pour ménager ses intérêts civils et militaires, en l'espèce indissociables, c'est le sort réservé par la France à sa politique nucléaire et énergétique. Quand l'idéologie prend le pas sur les faits, quand le court-termisme politicien prend le pas sur l'intérêt national et l'avenir à long terme du pays, alors les pires erreurs peuvent être commises. C'est de tout cela dont a été victime le nucléaire durable que la France avait pourtant su bâtir.

Parce que le nucléaire durable est inattaquable au plan environnemental et que la filière actuelle a démontré sa sûreté qui ne cesse de progresser, avec un retour d'expérience considérable d'environ 2000 années-réacteurs, soit l'équivalent d'un réacteur de notre technologie REP qui aurait fonctionné 2000 ans, il fallait que le mouvement antinucléaire, à l'origine et toujours au centre de la doctrine et de la stratégie de l'écologie politique, pousse les pouvoirs publics à en avoir la peau. À force d'infiltrations idéologiques tous azimuts, jusque dans certaines administrations d'État. À force d'influence sur le monde scientifique, pédagogique et médiatique, avec la

complaisance de partis ou l'ignorance de politiciens privilégiant leur carrière à la rationalité, aux intérêts nationaux et à l'avenir de notre pays, des alliances électorales ont finalement bel et bien détruit, ou tout au moins stoppé, l'essor puis les perspectives de reprise du nucléaire durable français avec l'arrêt et le démantèlement de Superphénix en 1997 et celui d'Astrid en 2019.

Alors que tous les pays dotés d'une industrie nucléaire (USA, Chine, Russie, Canada, Japon) travaillent activement au développement de la 4<sup>e</sup> génération et au nucléaire durable, la France, s'écrie Claire Kerboul, ne peut abandonner une partie qu'elle avait engagée si loin.

La France doit se ressaisir pour continuer à montrer l'exemple sur le plan climatique, à produire avec le nucléaire une électricité fiable accessible aux familles et compétitive pour notre industrie tout en continuant d'assurer son rôle de seul État membre de l'Union européenne détenteur d'une force nucléaire militaire. Les deux étant indissociables.

Comment l'Histoire jugerait-elle une génération politique qui, disposant d'un stock de matières hautement stratégiques d'une valeur énergétique décarbonée inestimable, l'aurait « mis à la poubelle » par renoncement, abandon ou tergiversation comme cela se dessine ?

La France ne peut oublier sa grande histoire nucléaire d'abord scientifique, puis industrielle. Elle lui doit d'être le leader des pays du G7 pour ses émissions de gaz à effet de serre par habitant et le pays industrialisé qui a le moins contribué au réchauffement de la planète.

Face aux énergies renouvelables et à leur intermittence, sans savoir si un jour nous saurons stocker l'électricité en grande quantité, face à leurs besoins massifs en terres rares et à la dépendance qu'elles créent, au-delà de l'absence d'une filière nationale de fabrication de ces générateurs, face aux centaines

de milliards déjà dépensés ou engagés pour leur développement en Allemagne et en France sans bénéfice suffisant ni même significatif pour la réduction de nos émissions de gaz à effet de serre, le nucléaire durable apparaît bien comme l'évidente solution pour prendre le relais des réacteurs actuels REP et EPR, la fusion restant une perspective au moins lointaine sinon incertaine.

Après un désinvestissement dans le nucléaire et le projet utopique de la sortie du nucléaire, sous la pression d'une idéologie relativiste pour qui *in fine* la fin du nucléaire est prioritaire sur la fin du monde, la France doit relancer sans délais sa filière nucléaire, le nucléaire durable se substituant progressivement, mais dès que possible, au nucléaire actuel tout en traitant les déchets.

Au pays des Lumières, le bon sens doit l'emporter. Puisse le drame de la guerre en Ukraine faire revenir aux réalités de la physique et du progrès scientifique et technique, qui sont toujours des facteurs décisifs pour l'issue des conflits autant que l'énergie en est une des causes ou des enjeux.

À l'échelle du défi de fournir de très grandes quantités d'énergie décarbonée, seule la spécificité unique dans l'Univers de la densité énergétique fantastique de l'uranium peut apporter la solution. Un gramme d'uranium pouvant produire autant d'énergie qu'1,7 tonne de pétrole ! Une réalité physique incontestable que seule la France négligerait ? Alors qu'elle a tout pour en tirer le meilleur pour notre pays et bien d'autres.

Fonder la planification énergétique sur les réalités incontournables de l'aspiration de l'Homme au progrès et des lois de la physique, relancer une R&D mise à mal par des nominations de convenance politique qui égarent ce joyau de la recherche et de l'innovation nucléaire qu'est le CEA, jadis envié du monde, informer objectivement, produire un effort pédagogique, remettre la science à sa juste place dans la décision politique et

## Préface

publique, planifier le développement technologique et la construction des installations nucléaires pour l'ensemble de la filière, du combustible et des réacteurs au stockage des déchets, bref travailler sur le long terme s'impose comme un devoir pour préserver les enjeux essentiels que sont le devenir du climat, l'état de la planète et ses ressources, mais aussi notre indépendance comme notre avenir industriel économique social et, à coup sûr, si nous persistions dans l'erreur, l'avenir démocratique.

**Bernard Accoyer**

Président de PNC-France  
ancien président de l'Assemblée nationale

*À Ariane, Paola et Valérie*



# Introduction

J'ai écrit ce livre comme on écrit un manifeste – et d'ailleurs j'aurais pu l'intituler *Manifeste pour un nucléaire durable* –, car je me suis placée dans une perspective particulière qui mérite quelques explications.

En premier lieu, j'affirme que le nucléaire actuellement n'est pas durable, et que le nucléaire durable reste à mettre en œuvre et doit l'être. Le mot *durable* doit s'entendre dans la définition précise qui lui a été donnée pour la première fois par l'ONU, en 1987, afin de définir le *développement durable* : « *développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ». En ce sens, les réacteurs actuels, qui utilisent moins de 1 % de l'uranium naturel, ne sont pas des technologies nucléaires durables. Aujourd'hui, on entend dire parfois que le nucléaire est durable et qu'il recycle ses déchets, voire qu'il pourrait les multirecycler<sup>1</sup>, cela est faux.

---

1. Recycler le nombre de fois nécessaire pour réduire les déchets aux seuls déchets ultimes.

Le recyclage actuel ne porte que sur 15 % de la matière fissile présente dans le combustible utilisé. Quant au multirecyclage en REP<sup>2</sup>, comme nous le verrons, il conduit, au contraire, à augmenter significativement les quantités de déchets !

En deuxième lieu, pour expliquer ce titre de combat, qu'il me soit permis ici de raconter une anecdote emblématique de l'idéologie qui a réussi à infiltrer jusqu'aux institutions chargées de transmettre la connaissance. Alors que j'avais été nommée professeur associé au sein d'une grande école parisienne, il me fut refusé d'utiliser l'expression « nucléaire durable » pour l'intitulé de mon cours consacré aux réacteurs à neutrons rapides de 4<sup>e</sup> génération... Dans l'esprit de l'équipe enseignante de l'époque, il était, littéralement, *impensable* que le nucléaire puisse être une ressource énergétique vertueuse ! L'opinion et les croyances surpassaient le savoir. Quelques années plus tard, le cours lui-même fut supprimé...

En troisième lieu, j'exprime ici un engagement personnel à reprendre la parole. Les différentes fonctions que j'ai occupées au cours de ma carrière de physicien nucléaire au service du CEA m'ont naturellement assignée au silence, particulièrement celles de directeur de cabinet du haut-commissaire à l'énergie atomique. Mais j'ai quitté le CEA il y a quelques années, notamment pour reprendre la liberté d'exprimer les faits. Car le devoir de parole devient alors le premier des devoirs face à la disparition des compétences à tous les niveaux des institutions et de l'État.

Enfin, je n'ai pas souhaité réaliser ici une compilation érudite de monographies ; celles-ci existent déjà et, parmi elles, il en est

---

2. Réacteur à eau pressurisée. Les 56 réacteurs du parc nucléaire français actuel sont des REP.

# EN PLEINE CRISE ÉNERGÉTIQUE ET CLIMATIQUE, COMMENT ACCEPTER QUE NOTRE PAYS AIT ABANDONNÉ LA VOIE DU NUCLÉAIRE DURABLE ?

L'histoire scientifique et industrielle de la France lui permet de détenir aujourd'hui des quantités considérables de matières fissibles stratégiques. À condition de disposer de réacteurs à neutrons rapides – technologie de base du nucléaire durable – ces ressources lui garantissent des millénaires de production d'électricité. Pourtant, tout a été fait pour stopper leur développement, sans prendre en compte nos besoins d'autonomie énergétique et la préservation de notre environnement. Pourquoi ?

Ce livre expose avec rigueur et simplicité les atouts incontestables de cette filière. La forme est celle d'un manifeste adressé à chacun – citoyen responsable, politique, décideur... – afin de restaurer notre souveraineté énergétique sur la base irremplaçable du nucléaire durable : une énergie décarbonée, économe de la ressource, minimaliste dans la production de déchets et économiquement compétitive.



**Claire Kerboul** est docteur en sciences physiques, spécialisée en physique nucléaire. Elle a été chercheur au CEA, professeur associé à Chimie-ParisTech, conseiller scientifique de la CNE2 et directeur de cabinet du Haut-commissaire à l'énergie atomique. Elle est administrateur des associations PNC-France et Sauvons le climat.

**Préface de Bernard Accoyer**, médecin, président de l'Assemblée nationale de 2007 à 2012 et président de PNC-France, une association soutenue par de nombreux scientifiques, dont deux prix Nobel et des personnalités politiques de droite et de gauche.

14,90 €

ISBN : 978-2-8073-5748-8



9 782807 357488

deboeck **B**  
SUPÉRIEUR

[www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)