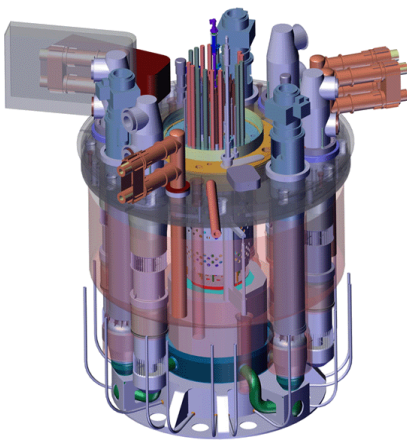


Juillet 2021

## L'énergie nucléaire du futur et les conséquences de l'abandon du projet de réacteur nucléaire de 4<sup>e</sup> génération « Astrid »



Dans un contexte déjà difficile pour la filière nucléaire, l'annonce en août 2019 du report de la construction du réacteur de 4<sup>e</sup> génération Astrid à la fin du siècle a provoqué un vif émoi et de nombreuses réactions.

Quels étaient les principaux objectifs de ce projet lancé dix ans auparavant ? Dans quelles conditions a-t-il été développé et à quel coût ? Quelle est la pertinence des justifications avancées pour son report ou son abandon ? Quelles sont les conséquences de cette décision sur l'avenir de la filière nucléaire française ? Quelles sont les nouvelles pistes technologiques pour le nucléaire de demain ? Comment redonner une perspective de long terme à la recherche française sur le nucléaire avancé ?

Telles sont quelques-unes des questions auxquelles les rapporteurs ont cherché à apporter des réponses et qui les conduisent à proposer de relancer le débat démocratique sur ce sujet central pour l'indépendance et la souveraineté de la France.

**Thomas GASSILLOUD, député**

**Stéphane PIEDNOIR, sénateur**

La création du CEA en 1945 a permis à la France de se doter en une dizaine d'années à la fois de l'arme nucléaire et de la maîtrise des technologies nucléaires civiles, en particulier pour la production d'électricité.

Cette réussite a été prolongée dans les années 1970 par le déploiement accéléré, après le premier choc pétrolier, du parc de centrales nucléaires et la conversion de l'usine de La Hague pour le secteur civil, première étape vers un cycle du combustible fermé.

Mais les accidents de Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima ont entamé la confiance des populations dans l'énergie nucléaire et ralenti son développement en France et en Occident.

### L'énergie nucléaire un enjeu stratégique

L'OPECST avait alerté le Gouvernement dès 1991, les années récentes le confirment : l'absence de construction de nouveaux réacteurs s'est traduite par une perte de compétences et de savoir-faire. Aux États-Unis, la situation des acteurs traditionnels de l'industrie nucléaire est très similaire à celle existant en France.

Alors qu'à l'Ouest l'industrie nucléaire déclinait, à l'Est de nouveaux leaders ont émergé : la Fédération de Russie et la Chine, qui investissent toutes deux fortement dans la R&D.

Ce basculement de la maîtrise de l'énergie nucléaire comporte plusieurs risques :

- une prise de contrôle des organisations internationales par des pays moins soucieux de non-prolifération et de sûreté nucléaire ;
- une influence croissante de la Chine et de la Russie par le biais de l'exportation de solutions nucléaires ;
- le risque de devenir également dépendants si notre maîtrise technologique continue à décliner ;
- ce dernier risque est aggravé par un besoin probable à long terme d'énergies pilotables décarbonées en complément de l'hydraulique et des énergies renouvelables variables ;
- cette dépendance pourrait aussi remettre en cause notre aptitude à maintenir la composante navale de la force de dissuasion.

Les rapporteurs considèrent qu'il ne sera pas possible d'inverser la tendance au déclin sans revenir aux fondamentaux qui ont fait de la France l'un des grands acteurs du nucléaire civil : un fort investissement dans la recherche et l'innovation, allant de pair avec la motivation des jeunes pour un domaine scientifique et technique parmi les plus exigeants.

---

### **Le « nucléaire du futur » : la diversité des pistes technologiques**

---

Les réacteurs dits de 4<sup>e</sup> génération, dont les développements sont coordonnés par le Forum international génération IV, représentent la première catégorie de réacteurs du futur qui utilise la fission. Le projet de réacteur ASTRID correspondait à l'un des 6 concepts développés dans ce cadre.

Ces différents concepts présentent plusieurs avantages par rapport aux réacteurs actuels, mais ils comportent aussi tous des difficultés en termes de sûreté. Les rapporteurs considèrent que la sûreté constitue l'obstacle principal au développement de ces technologies dans les pays occidentaux. Un réacteur innovant devrait proposer un saut en matière de sûreté pour compenser le manque de recul sur l'exploitation.

Les petits réacteurs modulaires (*Small Modular Reactors* ou SMR) constituent la seconde grande catégorie de réacteurs du futur basés sur la fission. La plupart reprennent les principes de fonctionnement des réacteurs actuels, même si leur taille et leur puissance sont inférieures.

Les SMR présentent potentiellement plusieurs atouts :

- leur faible puissance ouvre la possibilité de réaliser un saut en matière de sûreté nucléaire ;

- leur modularité permet de standardiser les composants et de les fabriquer en usine pour bénéficier d'un effet de série ;
- leur construction sur site sera beaucoup plus simple, ce qui réduira les délais et les incertitudes, avec un impact positif sur le financement ;
- leurs faibles taille et puissance les rendent plus adaptables à diverses situations : sites isolés, réseaux électriques peu développés, ressources en eau limitées, production de chaleur de proximité en cogénération pour l'industrie, le chauffage urbain, etc. – mais la multiplication des sites peut nuire à la sécurité.

Un coût de production plus élevé pourrait être l'inconvénient majeur des SMR qui ne bénéficient pas d'un effet d'échelle comme les grands réacteurs. Mais l'effet de série et la simplification de leur construction sur site pourraient compenser ce facteur défavorable.

EDF, TechnicAtome, le CEA et Naval Group développent le SMR français Nuward, destiné à remplacer les centrales à charbon dans le monde, avec un objectif de commercialisation après 2030.

Compte tenu du nombre élevé de projets concurrents, ayant parfois quelques années d'avance, les rapporteurs jugent que le projet Nuward mériterait d'être soutenu dans la suite de son développement, avec l'objectif de l'accélérer.

Par ailleurs, la construction de ce réacteur en série nécessitera une usine qui ne peut se justifier sans un volant de commandes initiales suffisant. Aussi, les rapporteurs estiment qu'il faudra évaluer la possibilité de remplacer, après 2030, certains réacteurs de 900 MWe par des SMR, en mettant en balance les questions de coût, de sûreté et de développement industriel.

Le succès des SMR dépendra aussi de la possibilité d'homogénéiser leurs conditions de certification dans les différents pays. Les rapporteurs soutiennent les démarches engagées en ce sens par l'ASN et l'IRSN et demandent que les moyens nécessaires pour les mener à terme leur soient accordés.

Enfin, environ la moitié des projets de SMR, issus d'un concept de réacteur de 4<sup>e</sup> génération, désignés sous l'acronyme AMR pour *Advanced Modular Reactor* ou « réacteur modulaire avancé », pourraient eux-aussi tirer bénéfice de leur faible puissance pour apporter un saut significatif en matière de sûreté.

Pour les rapporteurs, cette voie de recherche et développement doit être poursuivie.

---

## **ASTRID : un projet stratégique mais inachevé**

---

Le projet ASTRID répondait à 3 enjeux majeurs :

- l'indépendance énergétique, en donnant à la France la capacité d'utiliser la quasi-totalité du contenu énergétique de l'uranium naturel et des matières nucléaires disponibles sur son sol en grande quantité ;
- une meilleure gestion des déchets radioactifs les plus dangereux, au travers de la transmutation, prévue par la loi Bataille de 1991 et par la loi du 28 juin 2006 sur la gestion durable des déchets radioactifs ;
- la préservation des acquis de la recherche, ASTRID prenant le relais de 60 ans de recherches sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium.

Le projet ASTRID, prévu par les lois du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique et du 28 juin 2006, a été lancé en 2010, à la suite d'une décision du président Jacques Chirac.

Son financement dans le cadre du PIA 1 était d'environ 650 millions d'euros et son coût total a été évalué à environ 1,2 milliard d'euros.

Le projet était encadré par une convention signée entre l'État et le CEA. Jusqu'en 2017, il s'est déroulé en conformité avec les engagements pris dans ce cadre, notamment en termes de délais, d'atteinte des objectifs techniques et de mobilisation de partenariats, avec des industriels français et étrangers.

Mais, dès 2017, une décision aurait été prise de diviser par 4 la puissance du futur prototype ASTRID, ce qui revenait à repartir sur la conception d'un nouveau réacteur.

C'est au travers d'un article de presse, paru le 29 août 2019, que la décision de ne pas poursuivre le projet ASTRID au-delà de 2019 par la construction d'un prototype a été rendue publique. Elle a été confirmée le lendemain par un communiqué de presse du CEA annonçant le report de cette construction à la fin du siècle.

Deux motifs ont été avancés : le prix de l'uranium durablement bas, qui ne justifiait pas dans l'immédiat d'investir dans de nouveaux réacteurs économes en ressources naturelles ; la nécessité d'approfondir les connaissances sur le cycle du combustible associé à ASTRID.

Les intérêts à long terme du pays, notamment son indépendance énergétique dans un contexte

où l'électricité représentera une part croissante de sa consommation d'énergie, ne semblent pas avoir été pris en compte.

Les rapporteurs jugent que l'absence d'association du Parlement à cette décision et la divergence créée avec le cadre législatif ne sont pas garantes du nécessaire consensus qui doit se dégager sur ces questions stratégiques pour la Nation.

---

## **L'arrêt du projet ASTRID : quatre impacts majeurs**

---

Les rapporteurs ont identifié 4 impacts principaux de cette décision :

- elle sème le doute sur la cohérence de la démarche de fermeture du cycle suivie depuis 70 ans, donc sur les intentions de la France à long terme. La France risque d'être perçue comme un partenaire peu fiable en matière de R&D. De plus, les pays souhaitant acheter des centrales nucléaires en s'appuyant sur des fournisseurs pérennes pourraient s'interroger sur les intentions de la France.
- ASTRID était le projet phare de la R&D nucléaire en France. Dans un contexte déjà difficile, l'annonce de son abandon a un impact négatif sur l'attrait de la filière pour les étudiants.
- en l'absence de projet fédérateur, l'acquis de 70 ans de recherches sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium pourrait être perdu ;
- à plus long terme, la stratégie de fermeture du cycle du combustible pourrait être abandonnée, avec des conséquences potentiellement lourdes sur l'industrie nucléaire française et sur le stockage géologique des déchets.

---

## **Une loi programmatique pour refonder la stratégie de recherche sur le nucléaire avancé**

---

Considérant qu'il est nécessaire de réagir rapidement pour montrer que la France dispose toujours d'une vision claire de l'avenir de l'énergie nucléaire, les rapporteurs proposent de refonder une stratégie de recherche sur le nucléaire avancé, au travers d'un projet ou d'une proposition de loi programmatique qui serait l'occasion d'un large débat au sein du Parlement.

---

## Recommandations

1. Fonder une nouvelle stratégie de recherche sur le nucléaire avancé au travers d'un projet ou d'une proposition de loi programmatique permettant un large débat au sein du Parlement.
2. Réaffirmer le choix stratégique de la fermeture complète du cycle du combustible et du développement des nouveaux réacteurs de 4<sup>e</sup> génération indispensables à sa réalisation.
3. Présenter un plan de déploiement des réacteurs de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> génération ainsi que de rénovation des installations du cycle permettant à l'ensemble des acteurs de la filière nucléaire de disposer d'une visibilité à long terme.
4. Identifier la meilleure façon de valoriser les acquis du projet ASTRID et des travaux précédents sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, dans le cadre d'un nouveau projet national, européen ou éventuellement international.
5. Prendre le temps d'examiner la question du statut des matières nucléaires dans le cadre d'un véritable débat démocratique sur les options à long terme pour assurer la souveraineté et l'indépendance énergétique du pays.
6. Engager une revue des infrastructures et collaborations nécessaires à l'atteinte des objectifs de recherche sur le nucléaire avancé, prenant également en compte les intérêts stratégiques du pays, en particulier dans la zone indopacifique.
7. Définir un plan de développement des compétences adapté aux disciplines clés, par le soutien à la formation des jeunes, notamment à l'université. En particulier, initier un programme de soutien à la formation et à la recherche nucléaire dans les universités.
8. Accorder à l'ASN et à l'IRSN les moyens nécessaires pour pouvoir anticiper les évolutions réglementaires nécessaires à la certification des réacteurs avancés.
9. Prolonger le soutien accordé au projet de SMR Nuward sur plusieurs années afin d'accélérer la finalisation du projet.
10. Évaluer l'alternative d'un déploiement de SMR Nuward pour remplacer certains réacteurs de 900 MWe après 2030.

---

Pour consulter le rapport : [www.senat.fr/opecest](http://www.senat.fr/opecest) et [www.assemblee-nationale.fr/commissions/opecest-index.asp](http://www.assemblee-nationale.fr/commissions/opecest-index.asp)

*Assemblée nationale - 101 rue de l'Université - 75355 Paris 07 SP – Tél : 01 40 63 26 81 – Mél : [secretariat-opecest@assemblee-nationale.fr](mailto:secretariat-opecest@assemblee-nationale.fr)  
Sénat - 15 rue de Vaugirard - 75291 Paris Cedex 06 – Tél : 01 42 34 25 58 – Mél : [opecest-secretariat@senat.fr](mailto:opecest-secretariat@senat.fr)*