

Parler du nucléaire



Fiches de synthèse
Novembre 2025



Face aux crises mondiales du climat et de l'énergie, le monde connaît aujourd'hui une vraie relance du nucléaire. La France a annoncé un nouveau programme industriel de construction de réacteurs, qui sera le socle de sa sécurité d'approvisionnement électrique, de la décarbonation de notre économie et de la réindustrialisation du pays dans les années qui viennent.

L'énergie nucléaire est un atout essentiel pour nos stratégies économique, industrielle et climatique :

- Elle permet aux ménages français de bénéficier d'une électricité abordable et à nos industries d'être compétitives
- Elle est parmi les trois premières filières industrielles française, l'industrie nucléaire emploie 247 000 personnes dans près de 2 000 entreprises, avec un très haut niveau de qualification et un fort ancrage dans les territoires
- Associée aux énergies renouvelables, elle permet à la France de bénéficier d'une électricité à plus de 95 % bas carbone, laquelle sera un outil indispensable pour sortir du gaz et du pétrole.

Les discussions en famille, entre amis ou entre collègues, plus encore en période de débats publics, sont l'occasion de parler du nucléaire. Ces fiches de synthèse, préparées avec les sections techniques de la Sfen, ont vocation à être un outil de référence pour éclairer les débats.

Nous espérons qu'elles vous seront utiles.
Nous sommes preneurs de vos questions et vos retours à l'adresse sfen@sfen.org

Valérie Faudon
Déléguée générale de la Sfen

Fiches de synthèse



Un atout environnemental

Une solution indispensable face à l'urgence climatique

Une industrie respectueuse de l'environnement

Recyclage des matières et gestion maîtrisée des déchets

Des progrès dans la radioprotection et la radiothérapie



Un atout économique

Un pilier de notre souveraineté énergétique

Un coût de l'électricité compétitif

Une filière porteuse d'emplois

Une filière qui exporte



Un atout industriel

Le parc nucléaire, un socle toujours modernisé

Des EPR pour garantir le futur socle nucléaire

La sûreté des installations nucléaires

Une nouvelle génération de réacteurs innovants

L'ESSENTIEL

Une solution indispensable face à l'urgence climatique

Pour lutter contre le changement climatique, le monde aura besoin de toutes les énergies bas carbone, dont le nucléaire. Il permet d'accélérer la

décarbonation des mix électriques, de produire de l'hydrogène et de la chaleur bas carbone.

LE CHIFFRE CLÉ

95 %

de l'électricité en France était décarbonée en 2024. L'intensité carbone de la production d'électricité française a atteint 21,7 g eqCO₂/kWh, soit le niveau le plus bas de son histoire¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les panaches blancs qui sortent des tours aéro-réfrigérantes des centrales sont des gouttelettes d'eau (nuages) et n'ont pas d'impact sur le climat².

LEVER LE DOUTE

Est-ce que le nucléaire arrive trop tard pour lutter contre le changement climatique ?

Le nucléaire permet d'éviter 1,5 milliard de tonnes d'émissions de CO₂ par an³, et de réduire la demande de gaz de 180 milliards de m³ par an dans le monde. À court terme, l'exploitation des réacteurs dans la durée est le moyen le plus rapide pour limiter les émissions. Sur le long terme, le nucléaire permettra d'accompagner des

secteurs difficiles à décarboner (chaleur haute température). Selon l'AIE, « Atteindre la neutralité carbone serait plus coûteux et moins sûr sans le nucléaire »⁴. Dans sa trajectoire NZE 2023, la production d'électricité nucléaire doit plus que doubler d'ici 2050, avec un rythme d'addition nette de 35 GW/an à partir de 2030.

L'ARGUMENT

La décarbonation de l'économie passe par une électrification massive des usages, grâce à un mix nucléaire et renouvelable.

LES RÉFÉRENCES

1. RTE - Bilan électrique 2024
2. FAQ 8.1 Quelle importance la vapeur d'eau a-t-elle pour le changement climatique ? - Giec - 2013
3. World Energy Outlook 2024 - AIE
4. AIE - 2023

Une solution indispensable face à l'urgence climatique

1. Une énergie bas carbone

Les émissions du nucléaire sur l'ensemble du cycle de vie (matières premières, construction, fabrication du combustible, démantèlement, déchets) sont évaluées par le Giec à 12 gCO₂/kWh, au même niveau que l'éolien. **En France, elles sont de l'ordre de 4 gCO₂/kWh⁵**, car plusieurs étapes du cycle du combustible, dont l'enrichissement, bénéficient d'une électricité bas carbone. Toutes les institutions internationales (Giec, OCDE, UE) incluent dans leurs scénarios de décarbonation une part de nucléaire, à l'horizon 2050, aux côtés des renouvelables.

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a en 2025 pour la cinquième année consécutive relevé ses projections de long terme de la capacité nucléaire mondiale⁶. Dans le scénario le plus favorable au nucléaire, l'AIEA prévoit que la capacité devrait atteindre deux fois et demie le niveau actuel – soit 992 GWe – en 2050.

2. Une solution de décarbonation éprouvée

Mis à part la Norvège (90% hydraulique), les pays qui ont décarboné leur bouquet électrique en Europe ont fait le choix d'un mix nucléaire et renouvelable. C'est le cas de la Finlande, la France, la Suède et la Suisse⁷.

En moyenne, l'électricité allemande (330 g eqCO₂/kWh)⁸ est quinze fois plus émettrice de gaz à effet de serre que l'électricité française (21,4 g eqCO₂/kWh)⁹. Si l'Allemagne a beaucoup investi dans les renouvelables¹⁰, 22% de son électricité vient encore du charbon et du lignite, très émetteurs de CO₂. Un rapport officiel¹¹ de 2025 recommande la construction de 25 à 36 GW de nouvelles centrales à gaz pour garantir la sécurité d'approvisionnement électrique à 2035. Si l'Allemagne avait conservé ses réacteurs nucléaires, elle aurait déjà pu sortir du charbon et du lignite.

Dans le cadre de son objectif de neutralité carbone, l'Union européenne a intégré l'énergie nucléaire dans ses stratégies et réglementations d'investissement, tels que la taxonomie, le Net Zero Industry Act (NZIA) et la réforme du marché de l'électricité.

3. Un potentiel au-delà de l'électricité

Si l'électricité est un vecteur de décarbonation essentiel, d'autres vecteurs, comme la chaleur et le dihydrogène bas carbone, seront nécessaires pour réduire les émissions de l'industrie, du bâtiment et du transport. Selon l'AIEA, plus de 40 réacteurs nucléaires dans le monde alimentent déjà des réseaux de chauffage urbain, comme en Suisse la centrale de Beznau. La Chine a lancé fin 2020 un projet à Haiyang pour servir 400 000 habitants. Des technologies nucléaires avancées permettent de produire de la chaleur à haute température (supérieure ou égale à 500°C), pour décarboner certains procédés industriels (annonces du chimiste Dow Chemical avec X-energy au Texas ou du chinois CNNC à Xuwei sur la base de la technologie HTR). En France, l'étude E-Cube pour la Sfen a identifié un potentiel de 100 TWh de chaleur techniquement adressable par des petits réacteurs innovants.

Le nucléaire peut contribuer aux objectifs de production de dihydrogène bas carbone en alimentant des électrolyseurs à basse et haute température. Cet hydrogène bas carbone bénéficiera aux secteurs industriels dont les procédés ne peuvent pas être électrifiés, comme la production d'ammoniac et la sidérurgie.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

5. Analyse Cycle de Vie du kWh nucléaire - EDF - 2022
6. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 - AIEA - 2025
7. RTE - Bilan électrique 2024
8. Electricity Map - 2024
9. RTE - Bilan électrique 2024
10. la production renouvelable allemande bat des records - Ambassade d'Allemagne - 2025
11. Bundesnetzagentur 2025

L'ESSENTIEL

Une industrie respectueuse de l'environnement

L'énergie nucléaire n'émet pas de polluants atmosphériques, comme les particules fines. Ses rejets sont soumis à une réglementation très stricte. L'essentiel de l'eau qu'elle

préleve est restituée au milieu d'origine. Elle est très économique en matières premières et présente une faible emprise au sol.

LE CHIFFRE CLÉ

1 %

La consommation d'eau moyenne d'une centrale nucléaire équipée de tours aéroréfrigérantes, rapportée au débit du cours d'eau sur lequel elle est installée¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les mesures de la radio-activité effectuées à l'intérieur et autour des sites nucléaires sont en libre accès en ligne².

LEVER LE DOUTE

Les centrales sont-elles vulnérables au changement climatique ?

Les centrales peuvent fonctionner dans un climat désertique (Palo Verde en Arizona) et avec de l'eau chaude (Barakah aux Émirats arabes unis).

Certaines unités baissent leur production l'été, en respect de la réglementation sur les rejets thermiques, pour protéger les écosystèmes des rivières. La perte de production est d'environ 0,4 % sur l'année³.

D'autres moyens doivent aussi moduler leur puissance pour des contraintes environnementales : l'hydraulique doit assurer des débits réservés, et l'éolien pour limiter son impact sur l'avifaune.

EDF s'est dotée d'un programme dédié, ADAPT, pour étudier et préparer les enjeux liés au changement climatique.

L'ARGUMENT

L'énergie nucléaire a une faible emprise au sol. Elle présente l'avantage de produire beaucoup d'électricité sur peu de terrain.

LES RÉFÉRENCES

1. Combien d'eau consomment les centrales nucléaires ? - Sfen - 2023
2. mesure-radioactivité.fr
3. RTE - 2021

Une industrie respectueuse de l'environnement

1. Le faible impact des rejets nucléaires

Les centrales nucléaires ne polluent pas l'air : elles n'émettent dans l'atmosphère aucun des polluants responsables de maladies respiratoires (particules fines, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre...).

Les rejets des installations nucléaires sont encadrés par une réglementation stricte, et font l'objet de contrôles exigeants, avec, selon la taille de l'installation, **jusqu'à 20 000 mesures par an⁴**, via des prélevements dans l'air, dans l'eau (rivière, nappe phréatique), de la flore (herbe) ou la faune (lait), etc.

2. Un usage de l'eau contrôlé

Les centrales nucléaires utilisent de l'eau (mer ou rivière) pour leurs besoins de refroidissement. L'eau prélevée est soit intégralement rejetée vers sa source (circuit ouvert) soit refroidie au sein d'une tour aéroréfrigérante où une partie de l'eau s'évapore sous forme de gouttelettes (circuit fermé).

L'échauffement du milieu aquatique est limité par la réglementation propre à chaque site. Lors de l'été 2022, l'ASN a autorisé certaines centrales, à la demande de RTE, à fonctionner avec des limites temporaires supérieures. La surveillance renforcée a montré que ce dépassement n'a pas eu d'incidence sur le milieu aquatique⁵.

97% de l'eau douce prélevée par les centrales nucléaires sur les cours d'eau est restituée au milieu d'origine. Les 3% restants représentent 12% des consommations totales françaises d'eau douce⁶. La consommation d'eau moyenne d'une centrale nucléaire équipée de tours aéroréfrigérantes, rapportée au débit du cours d'eau sur lequel elle est installée, est de 1%.

La centrale de Bugey, au bord du Rhône, fleuve à fort débit, bénéficie de grandes marges d'étiage, grâce à des mesures techniques et des accords in-

ternationaux. Plusieurs études ont confirmé la faisabilité d'installer deux nouveaux réacteurs EPR2 sur le secteur du Haut-Rhône⁷.

3. Économie en ressources

Grâce à la densité énergétique de l'uranium, la production d'énergie nucléaire nécessite peu de combustible : l'extraction annuelle d'uranium est de l'ordre de 6 000 tonnes, soit **150 000 fois moins que le charbon (9 milliards de tonnes)⁸**. Les centrales nucléaires n'ont pourtant produit que quatre fois moins que les centrales à charbon.

La transition écologique crée déjà des tensions sur les minéraux et les métaux de structure. D'ici 2050, les besoins pourraient atteindre six fois les niveaux actuels⁹. Le nucléaire est, avec l'hydraulique, l'énergie bas carbone la plus économique en matériaux de structure par KWh produit¹⁰.

L'empreinte au sol de la production d'énergie nucléaire est très faible. **Le nucléaire permet de fournir beaucoup d'électricité tout en préservant les paysages, les espaces naturels et les surfaces agricoles.** Les espaces autour des centrales permettent d'entretenir des zones favorables à la biodiversité comme les zones humides. Le site du Blayais possède une réserve ornithologique, avec une zone de calme et de nidification sur plus de 70 hectares.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

4. Rapport Environnement - EDF - CNPE de Gravelines - 2022 & Rapport environnemental - CEA Cadarache - 2022

5. Rejets thermiques des centrales nucléaires : retour d'expérience de l'été 2022 - ASN - 2023

6. Combien d'eau consomment les centrales nucléaires ? - Sfen - 2023

7. Hydrologie du Rhône sous changement climatique du comité de bassin Rhône Méditerranée en 2023

8. AIE 2025

9. CNUCED 2024, sur la base des données de l'AIE et de l'USGS

10. Global Critical Minerals Outlook - AIE - 2025 + RGN 4 - 2021

L'ESSENTIEL

Recyclage des matières et gestion maîtrisée des déchets

La France dispose d'une filière complète de gestion des déchets nucléaires aux méthodes rigoureuses. Elle est engagée dans une démarche d'économie

circulaire pour augmenter le taux de recyclage de ses matières, et économiser les ressources.

LE CHIFFRE CLÉ

10 %

C'est la part d'électricité nucléaire produite aujourd'hui en France à partir de matières recyclées (MOX).

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le stockage en couche géologique profonde est la solution de référence reconnue par la communauté scientifique internationale pour les déchets les plus radioactifs⁶.

LEVER LE DOUTE

Les piscines d'entreposage de combustibles usés débordent-elles ?

La France produit 1100 tonnes de combustibles usés¹ par an :

- 1000 tonnes, après entreposage dans les piscines de la Hague, sont traitées puis recyclées (MOX) dans les réacteurs de 900 MWe.
- 100 tonnes² issues d'un premier recyclage (MOX et URE usés), doivent être entreposées dans l'attente d'une solution industrielle de multirecyclage.

Fermer des réacteurs 900 MWe entre 2027 et 2035³ aurait entraîné un risque de saturation à court terme. Avec la poursuite de leur fonctionnement au-delà de 50 ans, la saturation des piscines d'entreposage n'interviendrait pas avant la décennie 2040⁴. Le programme « Aval du Futur » prévoit la mise en service de nouvelles piscines d'entreposage à partir de 2040⁵.

L'ARGUMENT

À la différence des déchets générés par les énergies fossiles, les déchets radioactifs sont peu volumineux et isolés de l'homme et de l'environnement.

LES RÉFÉRENCES

1. Consultation - ASN - 2021
2. Dossier de concertation piscine EDF La Hague - EDF - 2022
3. PPE 2
4. ASN - 17 avril 2024
5. 1^{er} bassin
6. Radioactive Waste Management Programmes in OECD/NEA Member Countries - 2025

Recyclage des matières et gestion maîtrisée des déchets

1. Une gestion responsable des déchets nucléaires

Les déchets radioactifs représentent de l'ordre de 2 kg par an et par personne⁷, dont seulement **5 grammes de déchets de haute activité (le poids d'une pièce de vingt centimes)**. À titre de comparaison, les déchets industriels toxiques représentent 100 kg par an et par personne.

Tous les déchets sont pris en charge. Les filières industrielles mises en œuvre garantissent que les déchets radioactifs ne se retrouvent pas en contact ni avec les humains ni avec l'environnement.

L'Andra⁸, l'établissement public dédié, publie tous les ans un Inventaire national, sur la base des déclarations des 1200 producteurs (industrie nucléaire, laboratoires, industries, hôpitaux, défense, etc.)⁹ qui recense les volumes existants des matières et déchets radioactifs.

L'Andra a déjà mis en place **des solutions de stockage définitif, déjà pleinement opérationnelles, pour 90 % des déchets radioactifs** produits en France (TFA et FMA-VC¹⁰).

Pour les déchets les plus radioactifs (HA et MA-VL)¹¹, qui représentent moins de 3 % du volume, mais concentrent plus de 99 % de la radioactivité, le stockage géologique permettra de confiner la radioactivité sur de très longues échelles de temps, et de protéger les générations futures même en cas de déstabilisation de la société¹².

Le projet Cigéo a été reconnu d'utilité publique en 2022. La demande d'autorisation de création a été déposée en 2023 et est en cours d'instruction. Les déchets seront stockés à 500 mètres sous terre dans une formation géologique sélectionnée pour ses qualités de confinement, sa stabilité et sa quasi-imperméabilité. Sur sa centaine d'années d'exploitation, Cigéo est conçu pour pouvoir être adapté aux

évolutions de l'inventaire des déchets, en fonction de la politique énergétique.

2. Une filière engagée dans l'économie circulaire.

La filière nucléaire a déjà mis en place des solutions technologiques permettant de recycler jusqu'à 96 % des matières issues des combustibles usés¹³.

L'utilisation du MOX permet aujourd'hui d'économiser 10 % d'uranium. La reprise du recyclage de l'Uranium de retraitement (URT) depuis 2023 permettra à terme **une économie de 25 %**.

Le programme Aval du futur, porté par Orano, vise à renouveler les usines de traitement-recyclage des combustibles usés. Il comprend sur le site de la Hague la construction de nouvelles piscines d'entreposage et d'une nouvelle usine de fabrication de combustible MOX à l'horizon 2040, ainsi qu'une nouvelle usine de traitement des combustibles usés d'ici le milieu du siècle¹⁴.

L'industrie nucléaire française confirme son engagement dans l'économie circulaire. Le projet « Technocentre » à Fessenheim pourra à partir de 2031 valoriser des métaux¹⁵ issus du démantèlement ou de la maintenance des installations nucléaires. Après traitement et contrôles stricts, ces métaux pourront être réemployés¹⁶ sans contrainte et sans risque dans l'industrie.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

7. Andra 2020
8. Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
9. Andra 2021
10. Déchets de très faible activité, et de faible et moyenne activité principalement à vie courte
11. Déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue
12. Contre-expertise de l'évaluation socio-économique du projet de Cigéo - rapport au SGPI - 5 février 2021
13. Plutonium, Uranium
14. CPN 2024 - CPN 2025
15. TFA (très faiblement radioactifs)
16. Décret n° 2022-175 du 14 février 2022 relatif aux substances radioactives

L'ESSENTIEL

Des progrès dans la radioprotection et la radiothérapie

L'usage des technologies nucléaires est soumis à une réglementation rigoureuse pour assurer la protection des travailleurs contre les radia-

tions. En médecine, la radioactivité est utilisée pour effectuer des diagnostics et des traitements qui sauvent de nombreuses vies.

LE CHIFFRE CLÉ

1 %

Les centrales nucléaires contribuent pour moins de 1% à la dose de radioactivité reçue par les personnes qui résident dans leur voisinage¹. L'ASN parle d'exposition « négligeable ».

LE SAVIEZ-VOUS ?

En 2022, 1,9 million d'actes d'imagerie médicale (TEP et TEMP³) ont été réalisés en France grâce à la médecine nucléaire⁴.

LEVER LE DOUTE

Comment est suivie la santé des travailleurs du nucléaire ?

Tous les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants bénéficient d'une surveillance dosimétrique individuelle et d'un suivi médical renforcé². Par précaution, les exploitants et leurs fournisseurs imposent des « contraintes de doses » inférieures à la limite légale pour les interventions de leurs salariés. Depuis 2005, le Système d'information de

la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (Siseri), rassemble les données de la surveillance individuelle des travailleurs. Ces dernières sont accessibles, selon des règles strictes, aux travailleurs, aux médecins du travail et aux agents chargés du contrôle.

L'ARGUMENT

La radioactivité naturelle représente les deux tiers de l'exposition moyenne des Français.

LES RÉFÉRENCES

1. Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023 - ASN 2024
2. Modalités de surveillance de l'exposition des travailleurs - ASN 2025
3. Tomographie d'émission monophotonique (TEMP) et Tomographie d'émission à positrons (TEP)
4. Conseil National Professionnel de Médecine nucléaire - 2022

Des progrès dans la radioprotection et la radiothérapie

1. Une exposition d'origine naturelle et artificielle

Une personne habitant en France reçoit en moyenne 2,9 millisieverts (mSv) d'origine naturelle par an. Cette radioactivité provient des rayons cosmiques, de la terre et des roches qui renferment des atomes radioactifs. Dans les régions granitiques comme la Bretagne ou le Limousin, l'exposition naturelle peut être jusqu'à quatre fois plus élevée que dans d'autres endroits de France.

À cela s'ajoute la radioactivité produite par les activités humaines (principalement médicales) **pour un total de 4,5 mSv**.

2. Une réglementation protectrice des travailleurs

La Commission internationale pour la protection radiologique (CIPR) fixe la limite de dose par travailleur sur un an à 20 mSv⁵. Les États-Unis et le Canada ont une limite de 50 mSv⁶. À titre de comparaison, prendre un vol Paris/New York expose à une dose de 0,03 mSv et passer un scanner abdominal à 10 mSv.

En 2024, l'industrie nucléaire représente **36 % des personnes suivies en France**, soit près de 90 000 personnes⁷. La dose moyenne reçue était de moins de 0,55 mSv⁸. On ne comptait aucun travailleur au-dessus de la limite de 20 mSv.

3. Le nucléaire au service de la santé

La médecine nucléaire consiste à administrer aux patients, en quantités faibles, des médicaments radiopharmaceutiques contenant des éléments radioactifs (radionucléides) à des fins de diagnostic ou de thérapie. **La France compte plus de 800 médecins⁹ et internes spécialistes de médecine nucléaire**, actifs dans les 253 services de médecine nucléaire autorisés¹⁰. La France dispose de plusieurs

acteurs importants (CEA, Framatome, Orano) sur toute la chaîne de valeur du médicament radio-pharmaceutique, depuis la production de radioisotopes jusqu'à la recherche clinique.

Le Service Hospitalier Frédéric Joliot (SHJF) du CEA développe des radiopharmaceutiques innovants et est impliqué dans une quinzaine d'études précliniques et cliniques.

En diagnostic, la scintigraphie permet de visualiser des organes en fonctionnement. Framatome (CERCA) à Romans-sur-Isère produit les cibles pour 75 % des scintigraphies (imagerie médicale) à base de technétium-99m dans le monde. Le réacteur Jules Horowitz (RJH) du CEA en construction à Cadarache produira 25 à 50 % des besoins européens en molybdène-99.

La radiothérapie interne vectorisée (RIV) permet de cibler et détruire les cellules cancéreuses de façon sélective, en limitant l'impact sur les cellules saines. Le nouveau traitement d'Orano Med, **AlphaMedix**, à base de Plomb 212 (issu des stocks français de Thorium) vise les tumeurs neuroendocrines, cancers essentiellement digestifs, pancréatiques et pulmonaires. Framatome développe la production en réacteur de puissance de Lutétium-177, un radio-isotope utilisé dans le traitement du cancer de la prostate.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

5. Publication 60 parue en 1991 (CIPR 60)
6. Publication 26 parue en 1977 (CIPR 26)
7. Bilan 2024 de l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants – ASN 2025
8. Dose efficace annuelle moyenne pour l'industrie nucléaire
9. RPNS - 2024
10. Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2024

L'ESSENTIEL

Un pilier de notre souveraineté énergétique

Face à la volatilité des cours des énergies fossiles et aux risques géopolitiques, l'énergie nucléaire est un facteur de stabilité. La France maîtrise

l'ensemble des installations nécessaires pour garantir sa souveraineté, ainsi qu'une chaîne d'approvisionnement en uranium diversifiée.

LE CHIFFRE CLÉ

40 %

des réserves actuelles en uranium se trouvent dans l'OCDE, notamment en Australie et au Canada, limitant ainsi les risques géopolitiques¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

En 2024, les importations liées aux énergies fossiles représentaient 64 Mds €⁵. Celles d'uranium pour l'électro-nucléaire représentent environ 1 Md €.

LEVER LE DOUTE

La France pourrait-elle connaître une rupture d'approvisionnement en uranium ?

Grâce au traitement-recyclage (MOX), la France économise 10 % d'uranium naturel. La reprise du recyclage de l'Uranium de retraitement (URT) depuis 2023 permettrait jusqu'à 25 % d'économie. Le stock de matières valorisables sur le territoire (Unat, Uapp, URT...²) représente près de douze ans de consommation du parc nucléaire. En comparaison, les capacités de stockage

du gaz naturel sont de 90 jours³. - Le stock d'uranium naturel correspond à deux ans de consommation. - Ceux d'uranium appauvri (330 000 tonnes) et d'URT (34 000 tonnes)⁴ sont susceptibles d'être réenrichis. Ils constituent une mine secondaire, équivalente à plus de 90 000 tonnes d'uranium naturel, soit plus de 10 ans de consommation.

L'ARGUMENT

Grâce à son programme nucléaire lancé en 1973, la France a réduit en 20 ans la part des énergies fossiles dans son mix électrique de 70 % à moins de 10 %.

LES RÉFÉRENCES

1. Redbook NEA/AIEA - 2024
2. Unat : uranium naturel / Uapp : uranium appauvri / URT : Uranium de retraitement
3. Sagess - 2025
4. Andra - 2024
5. RTE - 2025

Un pilier de notre souveraineté énergétique

1. Un coût de production peu dépendant des marchés internationaux

Il est difficile d'anticiper les aléas des marchés mondiaux de l'énergie: chocs et contrechocs pétroliers, choc gazier fin 2021, guerre en Ukraine... La crise énergétique de 2022 a vu une multiplication par dix des prix du gaz. Le coût de production du nucléaire est très peu sensible au cours de l'uranium, qui n'en représente que 5%⁶.

Au début des années 1970, les deux tiers de l'électricité française étaient produits avec des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz). Après le premier choc pétrolier, et grâce au programme nucléaire, cette part s'est réduite pour passer en dessous de 10% en seulement 20 ans.

En France en 2024, les énergies fossiles ne comptent que pour moins de 5% de l'électricité, mais dominent toujours les transports (pétrole) et le chauffage (fioul, gaz). Le pays importe presque la totalité de ces ressources, avec une facture de 64 milliards d'euros en 2024 (106 milliards en 2022), contre seulement 1 milliard pour l'uranium.

2. Les industriels Français sécurisent l'approvisionnement en uranium grâce à une politique de diversification

La souveraineté énergétique ne veut pas dire autarcie, mais robustesse des chaînes d'approvisionnement. Celle-ci est assurée via une double diversification. EDF a des contrats de fourniture d'uranium avec Orano, mais aussi avec d'autres fournisseurs. Orano exploite des mines aujourd'hui dans deux pays (Canada, Kazakhstan). Depuis plusieurs années, son budget d'exploration est parmi les plus importants du secteur minier uranifère.

Si ses activités au Niger sont actuellement à l'arrêt, **Orano investit 1,6 milliard de dollars⁷ pour**

construire la mine de Zuuvch Ovoo (Mongolie) et reprendre l'extraction à McClean Lake (Canada). Il a aussi signé⁸ un accord pour développer le gisement d'uranium de South Djengeldi en Ouzbékistan.

L'uranium est présent en sous-sol en quantité abondante à l'échelle mondiale. La WNA a confirmé que les ressources en uranium sont suffisantes d'ici 2040 même pour les scénarios ambitieux de relance du nucléaire dans le monde. Des investissements sont nécessaires pour mettre ces ressources en production⁹.

3. Une chaîne industrielle du combustible aussi au service d'autres pays

L'exemple des terres rares souligne l'enjeu stratégique de maîtriser toute la chaîne de valeur de transformation des minéraux, au-delà de l'accès aux ressources. La France possède déjà des installations clés: conversion et enrichissement de l'uranium (Orano, Tricastin et Malvési), fabrication du combustible (Framatome, Romans-sur-Isère), ainsi que traitement et recyclage (Orano La Hague et Melox).

Après la guerre en Ukraine, les industriels français se sont mobilisés pour offrir à leurs clients (Europe, États-Unis) une alternative à la filière russe. Framatome développe les assemblages pour les réacteurs VVER en Europe de l'Est. Orano étend de 30% la capacité de son usine Georges Besse 2 (Tricastin) et étudie un projet d'usine aux États-Unis. Ces derniers, ayant interdit l'importation d'uranium enrichi russe à partir de 2028¹⁰, encouragent le développement de nouvelles capacités locales.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

6. «Combien coûte le nucléaire ? » Sfen - 2022

7. Orano 2025

8. Orano 2025

9. WNA Nuclear Fuel Report – 2025

10. Prohibiting Russian Uranium Imports Act - 2024

L'ESSENTIEL

Un coût de l'électricité compétitif

L'énergie nucléaire permet aux ménages français de bénéficier sur l'ensemble du territoire d'une électricité abordable. Le coût de l'électricité nucléaire est compétitif et prédictible.

C'est un atout clé pour l'électrification des usages et la décarbonation du pays. C'est un facteur d'attractivité en faveur de la réindustrialisation des territoires.

LE CHIFFRE CLÉ

2X

L'accise (taxe) sur l'électricité bas carbone payée par les ménages est le double de celle sur le gaz fossile¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le prix de l'électricité pour le consommateur a trois composantes : fourniture, coûts d'acheminement, taxes/ contributions.

LEVER LE DOUTE

Le coût de production de l'électricité inclut-il celui du démantèlement des centrales et de la gestion des déchets ?

La loi impose aux exploitants de constituer des provisions couvertes par des actifs dédiés, dès la conception de l'installation. Elles sont actualisées tous les ans et contrôlées par l'État et le Parlement.
Les provisions constituées par EDF s'élèvent en 2024 à

68 milliards d'euros² et celles d'Orano à 9 milliards d'euros³.

La Cour des comptes souligne que, même avec un doublement des coûts de démantèlement, les coûts de production de l'électricité n'augmenteraient que de 5%⁴.

L'ARGUMENT

Les systèmes électriques avec un socle nucléaire sont moins coûteux que ceux 100 % ENR. Leurs coûts d'acheminement et d'équilibrage sont plus faibles.

LES RÉFÉRENCES

1. MTEAu - 2025

2. Rapport annuel - EDF - 2024

3. Orano - 2025

4. Les coûts de la filière électricité nucléaire - Cour des comptes - 2012

Un coût de l'électricité compétitif

1. Le coût du nucléaire est prédictible et compétitif

Le coût de production du nucléaire est peu sensible aux variations du cours de l'uranium. **Ce dernier ne représente que 5 %⁵ du coût total.** A contrario, le combustible (charbon ou gaz) représente les trois quarts du coût de production des centrales fossiles.

En 2022, en France, la tarification des offres construites, pour partie, autour de la compétitivité du nucléaire, a joué un rôle-clé dans le bouclier tarifaire⁶.

Selon l'AIE⁷, l'électricité fournie à partir de la prolongation des centrales nucléaires existantes constitue le mode de production le plus compétitif⁸. Dans les trajectoires 2050 étudiées par RTE⁹, celles qui incluent la construction de nouveaux réacteurs, ont un coût complet annualisé du système électrique le plus bas.

2. Le nucléaire contribue à protéger les Français pendant les crises

Après la crise de corrosion de 2022, les centrales françaises produisent de nouveau une électricité abondante. Sur l'année 2024, les prix sur les marchés de gros en France ont été en moyenne 30 €/MWh moins élevés que les prix allemands.

Un nouveau mécanisme, le VNU (versement nucléaire universel) mis en place par la loi de finances pour 2025, permettra **aux consommateurs de bénéficier de la stabilité et de la compétitivité** des coûts de la production nucléaire française. Ce dispositif interviendra en cas de forte hausse des prix de l'électricité sur le marché de gros.

Les ménages restent pénalisés par des taxes élevées. Au 1^{er} août 2025, l'accise sur l'électricité était d'environ 30 €/MWh, alors que l'accise sur le gaz fossile était de l'ordre de 15 €/MWh. Rapportée aux

émissions de CO₂ générées, l'électricité reste **8 fois plus taxée que le gaz et 11 fois plus que le fioul domestique¹⁰.**

3. L'électricité nucléaire est un moteur de la réindustrialisation

Pour les « **électro-intensifs** » (aluminium, chlore), le coût de l'électricité peut représenter **de 40 à 50 % du coût de production**. Dans de nombreux secteurs industriels, la manière la plus efficace de réduire les émissions de CO₂ est d'électrifier leurs procédés.

La réforme du marché européen de l'électricité permet aux industriels de signer des contrats de long terme avec les producteurs. Aluminium Dunkerque a conclu un accord avec EDF, avec une indexation des prix sur le cours mondial de l'aluminium¹¹. Data4 (data center) et Lafarge ont signé des contrats avec EDF pour plus de 10 ans, à un prix très compétitif reflétant un partage équilibré des risques liés à la production d'électricité.

Le caractère bas carbone et local de la production d'électricité française est amené à devenir un facteur de compétitivité pour nos industriels dans un contexte d'augmentation du coût du CO₂ (quotas d'émission, taxe carbone aux frontières) et d'aléas géopolitiques. Produire une tonne d'aluminium, en France, émet deux tonnes de CO₂, contre 15 tonnes en Chine¹².

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

5. Combien coûte le nucléaire ?
Sfen - 2023

6. Prix de l'électricité en France et dans l'Union européenne en 2022 - MTE - 2023

7. AIEA

8. The Path to a New Era for Nuclear Energy - IEA - 2025

9. Futurs Énergétiques 2050- RTE - 2021

10. Observatoire de l'industrie électrique - 2025

11. EDF - 2025

12. Uniden - 2019

L'ESSENTIEL

Une filière porteuse d'emplois

Le nucléaire est parmi les trois premières filières industrielles françaises et se caractérise par un ancrage territorial très fort.

Il est engagé dans un plan ambitieux de recrutement et de développement des compétences.

LE CHIFFRE CLÉ

100 000

En 10 ans, c'est le nombre de femmes et d'hommes, en équivalent temps plein, que la filière doit recruter¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le site « Mon avenir dans le nucléaire » donne d'ores et déjà accès à près de 470 formations.

LEVER LE DOUTE

Le secteur nucléaire est-il un monde d'hommes ?

La science nucléaire repose sur des découvertes faites par des femmes comme Marie Curie, Lise Meitner et Irène Joliot-Curie.

Les femmes ne représentent toujours que 29 % des élèves ingénieurs², et peu s'engagent dans les métiers techniques qualifiés, comme soudeuse par exemple.

Aujourd'hui, 24 % des postes dans l'industrie nucléaire sont occupés par des femmes, en constante augmentation depuis 2010 (10 %). Des actions ciblées sont menées pour inciter les lycéennes et étudiantes à rejoindre les métiers scientifiques et techniques, dont le secteur nucléaire (prix Fem'Energia de WiN France).

L'ARGUMENT

Les femmes et les hommes du nucléaire sont deux fois plus qualifiés que la moyenne de l'industrie française³. Deux tiers des effectifs sont cadres ou Etam⁴.

LES RÉFÉRENCES

1. Programme Match - Gifen - 2023
2. Observatoire des femmes ingénieries - Femmes ingénieries - 2023
3. Orano - Idées reçues - 2021
4. Employés, techniciens et agents de maîtrise

Une filière porteuse d'emplois

1. La filière nucléaire a développé un plan de compétences

Avec **247 000 professionnels⁵** et **près de 2 000 entreprises** réparties sur l'ensemble du territoire, le nucléaire est parmi les trois premières filières industrielles avec l'automobile et l'aéronautique. En Europe, elle représente un demi-million d'emplois⁶.

Le Gifen⁷ a développé le programme Match, un outil commun de pilotage des besoins en recrutement dans une centaine de métiers cœur d'activité. **Il estime les besoins en recrutement entre 2024 et 2035 à 100 000 sur l'ensemble de la filière⁸**, dont 73 000 sur les métiers cœur.

Un plan d'actions spécifique est mené pour sécuriser 20 de ces métiers en tension (automaticien, chaudronnier, fondeur, soudeur...), identifié par l'UMN⁹.

2. Le nucléaire contribue au développement économique des régions françaises

Une centrale en exploitation, comme Saint-Laurent-des-Eaux, fait vivre 5 000 personnes¹⁰. En plus des emplois directs, elle génère des emplois indirects (un achat sur trois pour la centrale s'effectue auprès d'entreprises locales) et des emplois induits (commerces, écoles, santé). Une centrale en démantèlement ne représente que 15 % des effectifs d'une centrale en exploitation.

La construction de six EPR2 représentera 30 000 emplois directs et indirects. Près de 10 000 emplois seront prérennisés après les chantiers¹¹.

La filière contribue au développement d'écosystèmes industriels locaux. Ainsi, l'agglomération de Chalon-sur-Saône a développé 9 400 emplois industriels autour de la présence de Framatome¹².

Les installations du cycle d'Orano représentent 5 300 emplois directs en Normandie et de l'ordre de 5 800 personnes dans le Sud-Est (Tricastin, Melox et Malvési).

3. Une industrie qui offre un panel de formations qualifiées sur l'ensemble du territoire

Les femmes et les hommes du nucléaire sont deux fois plus qualifiés que la moyenne de l'industrie française¹³. La moitié des collaborateurs est cadre et ingénieur. Chaque salarié bénéficie en moyenne de neuf jours de formation par an¹⁴.

L'UMN a élaboré le plan d'action « compétences » de la filière nucléaire pour attirer, former et recruter la main-d'œuvre qualifiée de la filière. Le site monavenirdanslenucleaire.fr s'adresse à des jeunes et des personnes en reconversion, et répertorie **470 formations donnant accès à plus de 7 000 offres d'emploi en ligne¹⁵**. Plus de 800 bourses ont été attribuées depuis 2022 et plus de 86 % des bénéficiaires continuent de travailler dans le secteur nucléaire.

Le dispositif « **Passeport nucléaire** » dont l'objectif est de permettre aux entreprises de trouver des candidats pour des stages, alternances et emplois dans la filière nucléaire, recense déjà plus de 100 établissements partenaires¹⁶ qui ont formé plus de 3 000 élèves aux fondamentaux du nucléaire.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

- 5.** Gifen 2025, ETP
- 6.** Deloitte pour Nuclear Europe - 2025
- 7.** Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire
- 8.** Gifen 2023
- 9.** Université des métiers du nucléaire
- 10.** Insee - 2020
- 11.** Gifen - 2022
- 12.** Relocaliser en décarbonant grâce à l'énergie nucléaire - Fondapol - 2021
- 13.** Orano - Idées reçues - 2021
- 14.** CSFN - 2019
- 15.** UMN rapport d'activité - 2024
- 16.** ibid.

L'ESSENTIEL

Une filière qui exporte

La France exporte en moyenne 10% de sa production d'électricité bas carbone vers ses voisins.

L'industrie française est reconnue pour son expertise.

Dans un contexte international de relance du nucléaire, elle propose une gamme complète d'équipements et de services aux exploitants nucléaires étrangers.

LE CHIFFRE CLÉ

380

C'est le nombre de réacteurs nucléaires dans le monde clients de la filière nucléaire française¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

La France est un des rares pays capables de produire et assembler de grands composants pour les îlots nucléaires.

LEVER LE DOUTE

La relance du nucléaire dans le monde est-elle une réalité ?

En septembre 2025, le monde comptait 62 réacteurs nucléaires en construction.

Pour la cinquième année consécutive, l'AIEA a relevé fin 2025 ses projections². La plus basse montre une croissance de 50 % de la capacité mondiale à 2050, et la plus haute une multiplication par plus de deux fois et demie de cette capacité, de 377 GWe en 2024 à 992 GWe en 2050.

Selon l'AIE, les investissements dans le nucléaire ont connu une hausse de 50 % sur les cinq dernières années. Ils devraient dépasser les 70 milliards de dollars en 2025³. Si la croissance est toujours tirée par les projets chinois de gros réacteurs, la demande de SMR de la part des centres de données pourrait devenir un futur grand moteur de croissance.

L'ARGUMENT

En 2024, la France a atteint un record historique d'exportation d'électricité, avec un total de 89 TWh soit 5 milliards d'euros⁴.

LES RÉFÉRENCES

1. CSFN - 2023

2. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 - AIEA - 2025

3. World Energy Investment - AIE - 2025

4. RTE - 2025

Une filière qui exporte

1. Une filière exportatrice d'électricité bas carbone

La France est le premier exportateur d'électricité en Europe (5 milliards d'euros en 2024⁵). Sur les dix dernières années, le solde exportateur a varié de 40 à 65 TWh par an, soit de l'ordre de 10 % de sa production. L'année 2022, à cause des problèmes de corrosion sous contrainte sur le parc nucléaire, a été une exception.

Ces exportations limitent le recours aux centrales à gaz et au charbon dans les pays voisins (baisse des émissions). **Les moyens pilotables français (nucléaire, hydraulique) contribuent à l'équilibre offre-demande du système électrique européen** dans lequel le solaire et l'éolien ont une part croissante. Après le black-out d'avril 2025, la France a apporté son soutien à la filière électrique espagnole pour l'aider à redémarrer⁶.

2. Des réacteurs français à l'étranger

La France est un des cinq pays au monde disposant d'une offre à l'export de construction de nouvelles centrales, avec la Russie, les États-Unis, la Chine et la Corée du Sud. Elle propose un réacteur de forte puissance (EPR 1650 MW) et un de moyenne puissance (EPR 1200 MW). Elle développe **plus d'une dizaine de concepts de petits réacteurs nucléaires (SMR/AMR)**, utilisant différentes technologies. Ces projets ciblent, en plus des besoins domestiques, le marché international.

Quatre réacteurs EPR sont connectés au réseau électrique aujourd'hui (Flamanville 3 en France, Taishan 1 et 2 en Chine, Olkiluoto 3 en Finlande) et dix réacteurs EPR sont en construction ou en projet (Hinkley Point C 1&2 et Sizewell C 1&2 au Royaume-Uni et six en France à Penly, Gravelines et au Bugey). EDF est en discussion pour des projets en Inde et dans plusieurs pays européens.

3. L'expertise de la filière française reconnue

La filière française est présente sur la fourniture d'équipements, l'exploitation et la maintenance des centrales à l'étranger. Elle l'est également sur le cycle du combustible, la fabrication d'emballages et le transport de matières nucléaires, ainsi que les activités de démantèlement et de gestion des déchets⁷.

La France est un des rares pays capables de produire et assembler de grands composants pour les îlots nucléaires, grâce aux usines Framatome au Creusot et à Chalon-sur-Saône. Elle développe ses capacités de production de pièces de très grande taille avec le projet Forge + au Creusot.

Selon le Gifen, 39 % des entreprises de la filière nucléaire françaises ont une activité à l'export, soit en 2023 un total de 7 milliards d'euros de chiffre d'affaires à l'export hors électricité.

Orano est implanté dans de nombreux pays dans le monde et réalise près de la moitié de son chiffre d'affaires hors de France.

Framatome intervient sur trois quarts des réacteurs dans le monde. L'entreprise aide les pays d'Europe de l'Est à sortir de leur dépendance à la Russie en développant une offre de combustibles pour la technologie de réacteurs VVER. Elle dispose d'usines de fabrication de combustibles en France, en Allemagne et aux États-Unis, et projette d'en construire une au Royaume-Uni.

Assystem, premier ingénieriste nucléaire en Europe, est présent au Moyen Orient, en Asie centrale et en Amérique du Nord.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

5. RTE moyenne 2014-2019

6. RTE - 2025

7. Gifen - 2022

L'ESSENTIEL

Le parc nucléaire, un socle toujours modernisé

Le parc nucléaire français, piloteable et bas carbone, garantit la sécurité d'approvisionnement en électricité sur

l'ensemble du territoire. Il fait l'objet d'un grand programme de travaux pour fonctionner jusqu'à 50 ans, voire au-delà.

LE CHIFFRE CLÉ

67%

C'est la part de la production du nucléaire en 2024 dans le mix électrique français, elle a augmenté de 13 % par rapport à 2023 et s'élève à 361,7 TWh¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Aux États-Unis,
une vingtaine
de réacteurs
ont plus de
50 ans, 73
réacteurs sont
 autorisés à
fonctionner
jusqu'à 60 ans
et 13 réacteurs
sont autorisés
à fonctionner
jusqu'à 80 ans².

LEVER LE DOUTE

La durée de fonctionnement d'un réacteur est-elle limitée à 40 ans ?

Les réacteurs français sont autorisés à fonctionner sans limitation de durée. La loi impose un réexamen tous les dix ans à l'issue duquel l'ASN³ prend position sur la poursuite de l'exploitation⁴.

Les calculs de conception envisageaient à l'origine un fonctionnement pendant 40 ans avec des marges conséquentes. Les réacteurs

peuvent donc aller au-delà. Dans le cadre du réexamen des 40 ans des réacteurs de 900 MW et de 1300 MW, des modifications sont déployées pour tendre vers les objectifs de sûreté des réacteurs de dernière génération de type EPR. Le programme de travaux est déployé sur 21 unités du palier de 900 MW fin 2024. Il démarera en 2026 sur le palier de 1300 MW.

L'ARGUMENT

Les composants d'une centrale nucléaire sont remplaçables à l'exception de la cuve et de l'enceinte de confinement.

LES RÉFÉRENCES

1. RTE - 2025
2. Base Pris - IAEA - 2025
3. Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection
4. Article L593-18 du code de l'environnement

Le parc nucléaire, un socle toujours modernisé

1. Une sûreté toujours améliorée pour exploiter le parc dans la durée

Le Grand Carénage est un programme industriel qui a pour ambition de poursuivre l'exploitation du parc nucléaire jusqu'à 60 ans et au-delà. Les travaux consistent à rénover ou remplacer de gros composants, améliorer la sûreté et assurer la pérennité des matériels dans la durée. Fin 2024, 21 réacteurs de 900 MWe (sur les 32 que compte la France) avaient achevé leur quatrième visite décennale (VD4). Les 4^e visites décennales 1300 MW démarrent en 2026.

L'ASN a défini les conditions encadrant la poursuite de leur exploitation au-delà de 50 ans.

L'enjeu du 5^e réexamen décennal sera de démontrer la maîtrise de la conformité des installations, et leur résilience au changement climatique.

En Europe, le réacteur de Loviisa en Finlande a déjà reçu l'autorisation de fonctionner jusqu'à 70 ans. Aux États-Unis, une vingtaine de réacteurs ont dépassé les 50 ans. 73 réacteurs sont autorisés à fonctionner jusqu'à 60 ans et 13 réacteurs sont autorisés à fonctionner jusqu'à 80 ans⁵.

2. Un parc stable et piloteable indispensable au système électrique européen

Les réacteurs produisent 24h/24, 7j/7 (hors incident fortuit). Ils sont capables de varier leur puissance à la hausse ou à la baisse de 80 % jusqu'à deux fois par jour pour satisfaire la consommation et compléter les productions renouvelables solaire, éolienne, et hydroélectrique fatale. Si certaines technologies, comme le stockage, offrent une flexibilité journalière, le nucléaire apporte également une flexibilité précieuse à l'échelle hebdomadaire, mensuelle et saisonnière. Les maintenances des réacteurs sont planifiées de préférence en été, afin de garantir une disponibilité maximale du parc pendant l'hiver, période où la consommation est la plus élevée.

Les 57 réacteurs (sur 18 centrales) fournissent aussi au réseau français et européen (via les interconnexions) des services essentiels: stabilisation de la fréquence du réseau grâce à l'inertie mécanique des turbines, réserve de puissance mobileable en cas d'urgence et régulation de la tension. Ils garantissent en continu une électricité de qualité pour les plus de 424⁶ sites industriels raccordés au réseau de transport.

Le nucléaire français a contribué à redémarrer rapidement le réseau électrique espagnol après le black-out d'avril 2025⁷.

3. Une mobilisation pour augmenter la production nucléaire

L'électrification des usages doit s'accélérer pour remplacer le gaz et le pétrole dans les consommations finales et répondre à l'urgence climatique. Pour garantir la sécurité d'approvisionnement, le gouvernement compte désormais sur l'exploitation à long terme de tous les réacteurs, sous réserve de l'autorisation de l'ASN. **EDF a produit plus de 360 TWh en 2024 et a défini une ambition managériale de capacité à produire à 400 TWh.** L'entreprise travaille à accroître le niveau de disponibilité du parc (programme Start 2025 et projet Camox) et étudie une augmentation de puissance des réacteurs existants.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

5. Base Pris IAEA - 2025

6. Qui sont nos clients ? - RTE - 2025

7. RTE - 2025

L'ESSENTIEL

Des EPR pour garantir le futur socle nucléaire

La France projette de construire entre 6 puis 8 EPR2 pour garantir la sécurité d'approvisionnement du pays, en complément de l'exploita-

tion à long terme du parc nucléaire existant et en prévision de son renouvellement.

LE CHIFFRE CLÉ

13

C'est le nombre cumulé de réacteurs EPR en exploitation, en construction ou confirmé dans le monde (Chine, Finlande, RU, France) en 2025.

LE SAVIEZ-VOUS ?

L'EPR2 intègre le retour d'expérience des EPR pour en simplifier et en industrialiser la construction, tout en conservant le même niveau de sûreté.

LEVER LE DOUTE

Est-ce que les citoyens français sont suffisamment consultés sur l'énergie nucléaire ?

De 2004 à 2025, la Commission nationale du débat public (CNDP) a organisé 17 débats publics et concertations sur le nucléaire civil¹. Le programme de nouveaux réacteurs nucléaires a donné lieu à trois débats publics. En 2022/23 pour l'ensemble du programme, dont les deux EPR2 de Penly (Seine-Maritime); en

2024/25 pour les deux EPR2 de Gravelines (Hauts-de-France); en 2025 pour les deux EPR2 de Bugey (Auvergne-Rhône-Alpes). Les débats publics sont pour la plupart suivis de dispositifs de concertation continue.

L'ARGUMENT

Les nouveaux EPR en France produiront beaucoup d'électricité sur peu de terrain, à partir des sites existants.

LES RÉFÉRENCES

1. CNDP - 2025

Des EPR pour garantir le futur socle nucléaire

1. Garantir un socle nucléaire à horizon 2050

La Stratégie nationale bas carbone (SNBC) prévoit, en 2050, que la part de l'électricité représentera un peu plus de la moitié de la consommation d'énergie finale².

En 2050, plus de trois quarts du parc existant auront atteint 60 ans. Engager un programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires est nécessaire pour garantir l'approvisionnement à long terme à un coût abordable. **Plusieurs études^{3,4} montrent que plus la part de renouvelables est élevée dans le mix électrique, plus les besoins d'investissements dans le réseau et les moyens de flexibilité augmentent.** A contrario, plus la part de nucléaire sera importante en 2050, plus le coût total du système électrique français sera compétitif.

2. L'EPR2 a été conçu pour le renouvellement du parc nucléaire français

Les EPR2 sont des réacteurs de grande puissance (1670 MW). **Ils sont conçus dès le départ pour fonctionner à minima 60 ans.** Leur niveau de sûreté vise à rendre quasiment impossible des rejets au dehors de l'enceinte en cas d'accident. Les deux EPR de Penly (Seine-Maritime) seront les 9^e et 10^e réacteurs de type EPR, après deux en Chine, un en Finlande, un en France et quatre au Royaume-Uni.

3. La filière française se prépare pour un nouveau programme de constructions neuves

Le réacteur EPR de Flamanville a divergé en septembre 2024 et a été connecté au réseau le 20 décembre 2024, marquant une première en France depuis 25 ans. Les premiers chantiers EPR ont connu des difficultés, en raison de la complexité inhérente aux grands projets, les incertitudes de

têtes de série et la nécessité de reconstituer les compétences en construction.

Pour tenir son calendrier, le programme EPR2 doit relever des défis organisationnels, industriels et humains. Le retour d'expérience du premier programme français a montré la nécessité, pour obtenir des effets de série, de **construire les réacteurs nucléaires par paires, dans le cadre de programmes industriels d'au moins six unités.** Grâce à la planification et au cadencement des chantiers, les entreprises peuvent engager leurs investissements sur leur outil industriel et leurs ressources humaines.

La filière prépare ses besoins en compétences et en recrutement, anticipés par le rapport Match du Gifen. Elle prévoit ses besoins en formations avec l'Université des Métiers du Nucléaire (UMN). Elle améliore la gouvernance de ses projets, le niveau de qualité de ses chantiers et ses relations fournisseurs afin de « **construire bon du premier coup** ».

À l'issue du débat public sur le programme de construction de six EPR, EDF a confirmé son projet et a déposé en juin 2023 une Demande d'autorisation de création (DAC) pour deux réacteurs de type EPR2 sur le site de Penly, une première en France depuis 2006. La future centrale EPR2 de Penly a été officiellement désignée comme un « grand chantier » par l'État français. Ce statut, attribué en juin 2023, permet d'accélérer les procédures administratives et de mobiliser des moyens exceptionnels pour la construction de cette paire de réacteurs.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

2. MTE - 2024

3. Flexibility requirements and the role of storage in future European power systems - JRC - 2023

4. Futurs énergétiques 2050 - RTE - 2022

L'ESSENTIEL

La sûreté des installations nucléaires

Les exploitants sont les premiers responsables de la sûreté de leurs installations. La sûreté et la transparence en matière nucléaire sont

garanties par l'application d'une réglementation exigeante et par une autorité indépendante dotée de prérogatives fortes.

LE CHIFFRE CLÉ

886

C'est le nombre d'inspections menées par l'ASNR sur les installations nucléaires de base et équipements sous pression en 2024, dont 20 % de façon inopinée¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

**La Force
d'action rapide
nucléaire (Farn)
d'EDF, dotée de
moyens lourds,
peut rétablir
en 24 heures
l'alimentation
en eau, air et
électricité sur
une centrale
nucléaire.**

LEVER LE DOUTE

**Les installations nucléaires
françaises sont-elles protégées
contre le risque terroriste ?**

La sécurité des installations nucléaires repose en premier lieu sur un ensemble de moyens sous la responsabilité de l'État : renseignement, défense aérienne, interception. Le Commandement spécialisé pour la sécurité nucléaire (Cossen), créé en 2017, assure le contrôle et le suivi administratif de toute personne accédant aux installations et activités

nucléaires. Les installations nucléaires disposent de moyens de protection physique (clôtures, vidéosurveillance, systèmes d'alarme, gardes armés). Les centrales sont surveillées par plus de 800 membres du Peloton spécialisé de protection de la gendarmerie (PSPG), formé par le GIGN.

L'ARGUMENT

Selon le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire, « les réacteurs français ont un meilleur niveau de sûreté que lors de leur mise en service »².

LES RÉFÉRENCES

1. État de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2024 – ASNR – 2025, p. 155

2. Une sûreté nucléaire vivante et évolutive – RGN – 2023

La sûreté des installations nucléaires

1. La sûreté et la transparence garanties par une autorité indépendante

La sûreté est la responsabilité première des exploitants selon la loi³, comme le prescrit l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Depuis le 1^{er} janvier 2025, l'ASN et l'IRSN ne forment plus qu'une seule entité, l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Cette dernière assure, d'une part, le contrôle des activités nucléaires civiles en France et mène, d'autre part, des missions d'expertise, de recherche, de formation et d'information des publics.

L'ASNR, indépendante du gouvernement et des industriels, dispose d'un pouvoir de réglementation technique et de contrôle sur les sites nucléaires. Elle peut imposer la mise à l'arrêt d'une centrale nucléaire pour demander des vérifications ou des travaux.

L'ASNR publie en ligne ses avis et décisions, rapports d'inspection, lettres de suite aux exploitants de manière transparente. Depuis 2016, elle met à disposition un portail Internet destiné à recueillir de potentiels signalements par des personnes qui auraient connaissance d'irrégularités.

2. Une exigence de sûreté régulièrement réexamинée

L'amélioration de la sûreté nucléaire est continue. **La législation française ne prévoit pas de limite de durée à l'exploitation des réacteurs**. Elle exige tous les dix ans un réexamen périodique pour réévaluer leur niveau de sûreté au regard du retour d'expérience, de l'évolution des connaissances et des nouveaux standards ou technologies.

Une visite approfondie des équipements critiques est réalisée. Cet arrêt prolongé permet de changer des composants et, le cas échéant, de modifier l'installation.

La France fait régulièrement appel à des experts internationaux via l'AIEA pour évaluer ses pratiques (revues Osart). L'association mondiale des exploitants (Wano) organise des revues de pairs entre industriels de différents pays.

3. Des industriels engagés dans une culture de transparence

Les industriels sont tenus de déclarer à l'ASNR **tout écart par rapport au fonctionnement normal d'une installation nucléaire**. Chaque écart fait l'objet d'analyses afin d'en corriger les causes et de faire progresser la sûreté. Ces événements sont classés sur l'échelle Ines (International Nuclear Event Scale) allant de l'absence d'impact sur la sûreté (niveau 0) à l'accident majeur (niveau 7). En 2024, l'industrie nucléaire française a déclaré 1124 événements⁴, dont 1047 de niveau 0, et aucun de niveau supérieur à 2.

Les représentants de l'exploitation nucléaire échangent avec les parties prenantes au sein des Commissions locales d'information (CLI). Elles rassemblent autour des sites, des élus locaux, des représentants d'associations de protection de l'environnement et de riverains, des organisations syndicales, des personnalités qualifiées (scientifiques, médecins, experts, etc.), des représentants de l'exploitation nucléaire (EDF, Orano, CEA, etc.) et des services de l'État (préfecture, Dreal, ASNR en tant qu'invités). Les 35 CLI sont consultées lors des étapes importantes. Elles peuvent demander des expertises indépendantes et réaliser des visites.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

3. Loi sur la transparence et la sûreté nucléaire (TSN) de 2006

4. État de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2024 – ASNR – 2025

L'ESSENTIEL

Une nouvelle génération de réacteurs innovants

L'industrie nucléaire connaît une vague d'innovations sans précédent, avec le développement de nouveaux concepts de réacteurs pour répondre aux besoins croissants d'électricité

bas carbone et de décarbonatation de différents vecteurs (chaleur, hydrogène...).

LE CHIFFRE CLÉ

127

C'est, en 2024, le nombre de nouveaux concepts de petits réacteurs modulaires innovants en développement dans le monde¹.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Google et Amazon ont passé en 2025 des accords d'investissements avec des porteurs de projet de petits réacteurs innovants².

LEVER LE DOUTE

Peut-on explorer l'espace sans nucléaire ?

Sur Apollo 11 en 1969, des générateurs à radioisotopes (RTG) ont protégé les instruments de la nuit solaire (-175°C). Depuis, les RTG ont équipé les sondes d'exploration vers Jupiter³, Saturne⁴, et les confins du système solaire⁵. Sur Mars, ils alimentent les rovers Curiosity (2011) et Perseverance (2020). L'énergie nucléaire approvisionnera les nouvelles bases sur la lune,

où la nuit est de 14 jours. Des recherches sont en cours sur la propulsion nucléothermique qui pourrait faire passer de 180 à 90 jours le temps de trajet vers Mars.

Le projet Artemis de la NASA a pour ambition de mettre en service un petit réacteur nucléaire de 100 kWh sur la Lune à horizon 2030⁶.

L'ARGUMENT

Le nucléaire civil est une technologie récente (70 ans). L'innovation dans le numérique et les matériaux permet de faire émerger de nouveaux concepts.

LES RÉFÉRENCES

1. OCDE-NEA - 2024
2. Kairos power, X-energy
3. Galileo (1989)
4. Cassini (1997)
5. Voyager 1 et 2 (1977)
6. NASA - 2025

Une nouvelle génération de réacteurs innovants

1. De nouveaux concepts de réacteurs

L'OCDE-NEA⁷ recense plus de 127 nouveaux concepts différents de réacteurs innovants de 10 à 300 MW dans le monde. Les États-Unis ont une certaine avance, avec la Russie et la Chine.

En février 2024, la Commission européenne a lancé une alliance industrielle pour les SMR⁸, rassemblant aujourd'hui plus de 300 membres.

Grâce au programme France 2030, la France a constitué un écosystème de plus de dix nouveaux concepts de petits réacteurs nucléaires SMR/AMR sur des technologies très diverses (réacteurs rapides au sodium, au plomb, aux sels fondus...). Plusieurs pourront, à partir de la décennie 2030, produire de la chaleur bas carbone dans un contexte de ressources biomasses limitées. **Ce programme permet d'attirer des talents vers le nucléaire, avec des cultures propres à l'innovation de rupture.** Il permettra aussi de reconstruire les compétences et le tissu industriel dans les technologies de neutrons rapides, nécessaires à terme pour la fermeture du cycle. Le CPN⁹ de mars 2025 a missionné les acteurs institutionnels et industriels pour définir une feuille de route pour la fermeture du cycle du combustible sur la seconde moitié du 21^e siècle.

Depuis 2021, **le domaine de la fusion nucléaire a levé près de 10 milliards de dollars¹⁰.** Le réacteur expérimental Iter sera le banc d'essai pour l'industrialisation de cette technologie.

2. De nouveaux usages

Les SMR/AMR peuvent produire de la chaleur bas carbone, aux côtés de la biomasse et de la géothermie. **Leur taille est adaptée pour servir des zones industrielles, des réseaux de chaleur urbains et des sites isolés.** Ces réacteurs pourront alimenter en cogénération des électrolyseurs haute température¹¹

pour produire de l'hydrogène propre, tout en fournant une chaleur à +500°C indispensable à la décarbonation de l'industrie.

Les besoins de chaleur décarbonée technique-ment adressables par des SMR/AMR en France sont estimés à plus de 80 TWh par an aujourd'hui, et pourraient dépasser les 100 TWh à l'horizon 2050¹². Cela correspondrait à 12,5 GWth, soit environ 250 modules de 50 MWth.

Le nucléaire offre des perspectives prometteuses dans des applications innovantes comme la propulsion spatiale, les générateurs transportables ou le transport maritime.

3. Des innovations en synergie avec d'autres secteurs industriels

Orano s'appuie sur ses compétences en matière de cycle du combustible pour développer des projets industriels sur la chaîne de valeur des batteries (cathodes), comme le recyclage des batteries en fin de vie. Ces nouveaux procédés sont développés à Bessines-sur-Gartempe (Nouvelle-Aquitaine).

Framatome a inauguré en France un centre européen dédié à la fabrication additive (impression 3D métallique), sur son site de Romans-sur-Isère, pour produire des composants stratégiques pour le nucléaire et la défense¹³.

La Sfen a récompensé en 2025 l'utilisation de l'intelligence artificielle pour des inspections visuelles plus fiables et plus rapides en centrale.

LES RÉFÉRENCES (SUITE)

7. Nuclear Energy Agency -

2025

8. Commission européenne -

2024

9. Conseil de politique nucléaire

10. Sfen - 2025

11. Comme la technologie Genvia d'électrolyseur d'oxyde solide à haute performance

12. Perspectives de marché pour les SMR/AMR en France - Étude E-Cube/Sfen - 2025

13. Framatome - 2025

Nos sections techniques

Association scientifique, la Sfen a pour mission le progrès des connaissances de toutes celles et ceux qui s'intéressent à l'énergie nucléaire. Sa raison d'être est de « Permettre aux esprits curieux de partager et de se faire de nouvelles idées sur le nucléaire ». La Sfen rassemble plus de 4000 professionnels de l'industrie, de l'enseignement et de la recherche.

La Sfen tient à remercier, pour la rédaction de ces fiches de synthèse, les spécialistes de ses sections techniques :

- Science et technologie des matériaux, CND, chimie
- Nucléaire et sciences de la vie
- Sûreté et protection de l'environnement
- Cycle du combustible nucléaire
- Physique des réacteurs
- Technologie et exploitation des réacteurs
- Économie et stratégie énergétique
- Génie civil et architecture nucléaire
- Droit et assurance
- Applications spatiales
- Déchets et démantèlement
- Transport de matières radioactives
- Nucléaire, énergies renouvelables et systèmes énergétiques bas carbone
- Transformation numérique



Contact presse :
sfen@sfen.org / 06 47 43 93 48
103 rue Réaumur, 75002 Paris

sfen.org