

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

prélève est restituée au milieu d'origine. Elle est très économe en matières premières et présente une faible empreise 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 empreise 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-radioactivite.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 prélèvements 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. Économe 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 économe 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

Le recyclage des matières et une 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'ASNR 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 - ASNR 2024
2. Modalités de surveillance de l'exposition des travailleurs - ASNR 2025
3. Tomographie d'émission monophotonique (TEMP) et Tomographie d'émission à positons (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 radiopharmaceutique, 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 – ASNR 2025

8. Dose efficace annuelle moyenne pour l'industrie nucléaire

9. RPPS - 2024

10. Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2024