D’où vient l’uranium ?

Par David BOILLEY. Mai 2023.

Depuis 2001, année de la fermeture de sa dernière mine, la France importe tout son uranium. Pour savoir d’où il vient et en quelle quantité, il faut prendre en compte tout le circuit de transformations chimiques et nucléaires entre la mine et le réacteur qui est complexe. Commençons donc par le décrire pour comprendre l’approvisionnement du parc nucléaire.

L’uranium naturel est composé de deux isotopes, l’uranium-238 et l’uranium-235. Seul ce dernier est fissible, mais sa teneur naturelle n’est que de 0,7%. Or, la grande majorité des réacteurs nucléaires de production d’électricité utilisent un combustible dont la teneur en uranium-235 a été enrichie entre 3 et 5%. L’enrichissement est donc une étape stratégique pour l’industrie avec seulement 4 acteurs majeurs[[1]](#footnote-1) : Rosatom en Russie couvre 46% de la production mondiale ; Urenco, avec des usines au Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas et Etats-Unis, détient 30% des parts de marché ; Orano, avec une usine en France, 12% et CNNC en Chine, 11%. Il y a aussi deux acteurs mineurs au Japon et au Brésil.

Entre la mine et l’usine d’enrichissement, plusieurs transformations chimiques sont nécessaires. La teneur du minerai extrait des mines est assez faible et des premières séparations chimiques donnent du « yellow cake » contenant 75 % d’oxyde d’uranium. Pour être enrichi, l’uranium doit se présenter sous forme gazeuse. Après purification, il est d’abord converti en UF4 (un atome d’uranium et 4 atomes de fluor). Pour la France, c’est l’usine de Malvési[[2]](#footnote-2) dans l’Aude qui s’en charge. Puis, la seconde étape de la conversion a lieu sur le site du Tricastin[[3]](#footnote-3) et donne de l’hexafluorure d’uranium (UF6). L’enrichissement a ensuite lieu sur le même site. Enfin, il faut défluorer aussi bien l’uranium enrichi et l’uranium appauvri pour obtenir de l’oxyde d’uranium, toujours au Tricastin.

Les barres de combustibles sont fabriquées dans d’autres usines spécialisées. L’acteur français est Framatome[[4]](#footnote-4), qui a des usines à Romans-sur-Isère, Karlstein (Allemagne) et Richland (Etats-Unis). Les autres usines européennes sont en Suède (Westinghouse) et en Espagne (Enusa). La Roumanie a aussi une usine qui fabrique des barres de combustible à l’uranium naturel pour ses réacteurs Candu.

CNNC, l’enrichisseur chinois ne fournit que la Chine, dont le marché est fermé. Le marché russe est aussi fermé aux enrichisseurs occidentaux, mais Rosatom fournit l’occident. En France, EDF s’approvisionne auprès d’Orano, qui lui fournit 40 % de son combustible[[5]](#footnote-5), et d’enrichisseurs étrangers. Et Orano, avec son usine Georges-Besse-II au Tricastin, fournit 60 clients dans le monde[[6]](#footnote-6).

L’uranium voyage donc beaucoup entre la mine et les réacteurs nucléaires, sous plusieurs formes chimiques. Il est difficile de suivre les flux et de faire un bilan de l’approvisionnement du parc nucléaire français. Aux Etats-Unis, l’administration publie un rapport annuel complet sur les flux d’uranium et les coûts associés[[7]](#footnote-7). Euratom publie des données au niveau européen[[8]](#footnote-8). Mais rien de tel en France et il faut fouiller sur internet pour trouver des données, malheureusement incomplètes.

**Quid de l’indépendance énergétique ?**

Dans son bilan annuel, le ministère de la transition écologique affiche[[9]](#footnote-9) que 55% de l’énergie consommée est produite sur le territoire en 2021. Pour arriver à une telle performance, le nucléaire est inclus, même si 100% de l’uranium est importé grâce à une « convention statistique » issue du manuel de statistiques coédité par l’Agence internationale de l’énergie et par Eurostat, qui recommande de « compter » en tant qu’énergie primaire la chaleur émise par le réacteur plutôt que le combustible utilisé pour le faire fonctionner.

Orano, sur son site Internet[[10]](#footnote-10), met en avant ses propres mines d’uranium situées au Canada, Kazakhstan, Niger et Ouzbékistan. La compagnie a des participations dans d’autres mines dont elle n’est pas l’exploitant. Mais les données publiées par Le Monde[[11]](#footnote-11) sur la quantité d'uranium naturel importé en France entre 2005 et 2020 montrent un autre tableau. Selon les données transmises par le Comité technique Euratom au quotidien, les pays exportateurs étaient

Kazakhstan : 27 748 tonnes (soit 20,1 %)

Australie : 25 804 tonnes (18,7 %)

Niger : 24 787 tonnes (17,9 %)

Ouzbékistan : 22 197 tonnes (16,1 %)

Namibie : 16 981 tonnes (12,3 %)

Canada : 10 285 tonnes (7,4 %)

Kirghizistan : 3 430 tonnes

Afrique du Sud : 2 937 tonnes

Ukraine : 2 238 tonnes

Brésil : 1 037 tonnes

République tchèque : 687 tonnes

Etats-Unis : 59 tonnes

Hongrie : 39 tonnes

Slovénie : 256 kilos.

Sachant qu’en 2018-2019, selon le dernier « Red book[[12]](#footnote-12) », 15 pays ont produit de l’uranium de par le monde, la France en a importé de presque partout. Mais, sur cette période de seize années, près des trois quarts des 138 230 tonnes d’uranium naturel importées provenaient de quatre pays.

Cet uranium enrichi en France est destiné au marché français, mais aussi étranger. L’uranium appauvri résultant, environ 7 300 tonnes par an, reste en France. Une toute petite partie – environ 100 tonnes par an – sert à produire du combustible MOx.

Au niveau européen, 12 000 tonnes d’uranium naturel ont été importées en 2021. Le Niger, le Kazakhstan, la Russie, l’Australie et le Canada en ont fourni à eux cinq 96%, selon l’Euratom supply agency[[13]](#footnote-13). A noter que l’uranium fourni par la Russie est parfois déjà enrichi. La conversion chimique de l’uranium européen a été effectuée à 31% par Orano (Comurhex), à 25,5% par Cameco (Canada), à 25% par Rosatom (Russie) et à 14 par ConverDyn (Etats-Unis). Et pour ce qui est de l’enrichissement, 62% a été effectué en Europe par Orano et Urenco. La Russie a fourni 31% des services d’enrichissement, en hausse de 8% par rapport à l’année précédente.

La plupart des exploitants de centrales nucléaires ont plusieurs fournisseurs d’uranium enrichi, sauf ceux qui exploitent des centrales de technologie russe (VVER) qui dépendent exclusivement de la Russie. Changer de fournisseur va nécessiter des investissements, qui ne seront pas viables sans un soutien politique et des contrats à long terme, selon l’Euratom supply agency.

Comme cela a déjà été dit, EDF ne se fournit pas qu’auprès d’Orano et traite avec les deux autres enrichisseurs, à savoir Urenco et Rosatom. Mais, contactée par *Le Monde*, EDF n’a donné de détails sur l’origine précise du combustible chargé dans ses centrales[[14]](#footnote-14). Entre 1956 et 2003, selon le « Red book » de l’OCDE[[15]](#footnote-15), le parc nucléaire français a eu besoin de 173 837 tonnes d’uranium, soit 11,5% de la demande mondiale, juste derrière les Etats-Unis (24,1%) et devant le Japon (10,8%). Presque toutes les mines d’uranium ont dû contribuer…

# De l’uranium russe ?

Le commerce d’uranium avec la Russie a fait l’objet de plus d’attention suite à l’invasion de l’Ukraine. Mais, ni EDF ni Orano, entreprises où l’Etat est majoritaire, ne respectent la résolution du parlement européen[[16]](#footnote-16) qui *« invite les États membres à mettre un terme à toute collaboration avec la Russie dans le domaine nucléaire, en particulier avec Rosatom et ses filiales ».*

Selon la World Nuclear Association[[17]](#footnote-17), la France a envoyé 33 000 tonnes d’uranium appauvri en Russie entre 2006 et 2009 (fin du contrat en 2010) pour y être enrichi en uranium-235 à un niveau « naturel », c’est à dire de 0,7%. 3 090 auraient ainsi été renvoyées en France. C’est assez étonnant comme procédure puisque cet uranium devra encore être enrichi avant d’être chargé en réacteur. Quant à l’uranium encore plus appauvri, il reste en Russie, au grand bénéfice de la France qui s’en est ainsi débarrassé. A noter que ce commerce aurait repris en 2021.

Si exporter des déchets radioactifs est interdit, ce n’est pas le cas pour les matières dites valorisables. Mais l’ASN[[18]](#footnote-18), en octobre 2020, a estimé *« indispensable qu’une quantité substantielle d’uranium appauvri soit requalifiée, dès à présent, en déchet radioactif »* et demande à l’Andra de *« poursuivre, en lien avec Orano, les études visant au stockage de l’uranium appauvri. »*

Selon le Canard Enchaîné[[19]](#footnote-19), en 2021, EDF a acheté 110 tonnes d’uranium enrichi à la Russie pour un coût de 92 millions d’euros et 290 tonnes durant les neufs premiers mois de 2022 pour un coût de 345 millions d’euros. Cela représente presque un tiers des 1 030 tonnes nécessaires pour le parc hexagonal. Selon l’hebdomadaire, c’est tout simplement parce que l’enrichissement coûte moins cher en Russie… La provenance de l’uranium et le niveau d’enrichissement ne sont pas indiqués par le journal.

# Comment se débarrasser de l’uranium de retraitement ?

Les clients étrangers de l’usine de retraitement de La Hague ne sont pas autorisés à laisser leurs déchets nucléaires en France. Mais l’uranium extrait des combustibles usés n’est pas classé en déchet, même s’il n’a quasiment aucun débouché. Il peut donc rester en France, à la grande satisfaction de ces clients qui s’en débarrassent à bon compte.

Dans les années 1980, la « Commission Castaing » avait déjà souligné le peu d’intérêt que représente le recyclage de cet uranium de retraitement qui pose aussi des problèmes de radioprotection et contamine les installations de conversion et d’enrichissement. Par conséquent, aucun pays d'Europe de l'Ouest, ne dispose de l'outil industriel nécessaire pour le recycler. Orano prétend pouvoir le ré-enrichir dans son usine Geoges-Besse II du Tricastin, mais pas les étapes préliminaires de purification et de transformation chimique. Orano et EDF dépendent donc toutes les deux de la Russie pour cela, ce qui leur permet aussi de se débarrasser à leur tour de cet uranium de retraitement.

Orano a vendu à la Russie de l’uranium du retraitement issu de combustibles étrangers, suite à un contrat signé en 2020 avec Rosatom portant sur 1 150 tonnes d’uranium de retraitement[[20]](#footnote-20). Les transports ont eu lieu en 2021 et 2022, sans que la guerre n’y mette fin. Ce contrat serait soldé.

Selon le dernier inventaire prospectif de l’ANDRA[[21]](#footnote-21), sur les 34 100 tonnes d’uranium de retraitement entreposées en France, 8 % serraient d’origine étrangères, soit 2 700 tonnes environ. L’envoi en Russie de 1 150 tonnes n’est donc pas négligeable pour Orano. La Russie n’en a pas besoin car elle en possède déjà un énorme stock dont elle ne sait que faire.

EDF n’est pas en reste. Par le passé, une toute petite partie de son uranium de retraitement a aussi été envoyé en Russie pour y être réenrichi avant d’être réutilisé dans la centrale de Cruas dans la Drôme, l’uranium de retraitement appauvri restant sur place. En 2013, EDF a dû mettre fin au contrat pour des raisons environnementales : les effluents produits lors de la purification de l’uranium étaient directement injectés dans le sol… Bilan : à peine 2% de l’uranium extrait des combustibles nucléaires français lors des opérations de retraitement ont été recyclés à ce jour.

Pour sauver le mythe du recyclage, EDF a signé un nouveau contrat de 600 millions d’euros avec la Russie en 2018. Et, cette fois-ci, les effluents issus de la purification de l’uranium français devraient être vitrifiés. Le premier chargement dans un réacteur de Cruas est prévu pour 2023. L’invasion de l’Ukraine n’a en rien altéré les plans de la compagnie et une cargaison est arrivée discrètement à Dunkerque le 28 novembre 2022. Greenpeace a permis sa médiatisation[[22]](#footnote-22). Les assemblages de barres de combustible seront fabriqués à partir de cet uranium de retraitement enrichi (URE) dans l’usine de Framatome de Romans-sur-Isère.

Les exactions et les crimes de guerre commis par la Russie en Ukraine n’ont pas remis pas en cause les liens avec Rosatom, et sa filiale Tenex, le partenaire russe d’EDF qui réenrichit l’uranium de retraitement. L’entreprise d’Etat russe en charge du complexe militaro-industriel nucléaire, est pourtant directement associée à la prise en otage la centrale nucléaire ukrainienne de Zaporijjia. Mais, si EDF rompait ses contrats avec Rosatom, c’en serait fini du recyclage de l’uranium qui devrait alors être classé en déchet ultime. Alors, entre l’Ukraine et le mythe du recyclage, EDF a choisi. L’industrie nucléaire se comporte donc comme les industries fossiles, malgré les 16 engagements Responsabilité Sociétale d’Entreprise d’EDF[[23]](#footnote-23).

# Evolutions futures

Suite à la catastrophe de Fukushima, de nombreux réacteurs nucléaires ont été arrêtés temporairement ou définitivement, ce qui a entraîné une surcapacité des usines d’enrichissement. Cela a aussi eu pour effet d’extraire plus d’uranium-235 de l’uranium naturel et donc de consommer moins de minerai.

Mais, la guerre en Ukraine et les sanctions contre la Russie sont en train de bouleverser la géopolitique de l’uranium. Orano espère ainsi capter une partie du marché détenu par Rosatom dans les pays occidentaux, qui représente toujours près d'un tiers des approvisionnements, en augmentant de 30% ses capacités de production d’ici à la fin de la décennie. Une concertation préalable est en cours[[24]](#footnote-24). Mais, Orano ne prévoit toujours pas d’y ré-enrichir l’uranium de retraitement[[25]](#footnote-25). Que fera EDF ?

Dans le dossier[[26]](#footnote-26) mis à disposition du public pour présenter son projet d’extension de l’usine d’enrichissement Georges-Besse II du Tricastin, Orano ne mentionne jamais l'uranium appauvri qui finira en déchet… Etonnant cet oubli fréquent de l’industrie nucléaire, dès qu’il s’agit de déchets !

1. Euratom Supply Agency, *Annual Report 2021*, Prepared by Dariusz Kozak, Niina Jackson

<https://euratom-supply.ec.europa.eu/system/files/2022-12/Euratom%20Supply%20Agency%20-%20Annual%20report%202021%20-%20Corrected%20edition.pdf> [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.orano.group/fr/l-expertise-nucleaire/tour-des-implantations/transformation-uranium/malvesi-minerai-uf4/activite-strategique> [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://www.orano.group/fr/l-expertise-nucleaire/tour-des-implantations/transformation-uranium/tricastin/expertise> [↑](#footnote-ref-3)
4. <https://www.framatome.com/fr/expertise/conception-et-fabrication-de-combustible/> [↑](#footnote-ref-4)
5. Odile Benyahia-Kouider et Christophe Labbé, *D’inavouables atomes crochus unissent la France à Poutine*, Le Canard Enchaîné, 7 décembre 2022 [↑](#footnote-ref-5)
6. AFP, *Produire plus d'uranium enrichi pour se passer de la Russie (ou presque), le pari du Français Orano*, 27 janvier 2023

<https://www.linfodurable.fr/produire-plus-duranium-enrichi-pour-se-passer-de-la-russie-ou-presque-le-pari-du-francais-orano> [↑](#footnote-ref-6)
7. U.S. Energy Information Administration, *2021 Uranium Marketing Annual Report*, May 2022

<https://www.eia.gov/uranium/marketing/pdf/2021%20UMAR.pdf> [↑](#footnote-ref-7)
8. Euratom Supply Agency, *Annual Report 2021*, Prepared by Dariusz Kozak, Niina Jackson

<https://euratom-supply.ec.europa.eu/system/files/2022-12/Euratom%20Supply%20Agency%20-%20Annual%20report%202021%20-%20Corrected%20edition.pdf> [↑](#footnote-ref-8)
9. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-de-lenergie-edition-2022-0?rubrique=19&dossier=170> [↑](#footnote-ref-9)
10. <https://www.orano.group/fr/l-expertise-nucleaire/tour-des-implantations/mines-d-uranium> [↑](#footnote-ref-10)
11. Pierre Breteau, *L’indépendance énergétique de la France grâce au nucléaire : un tour de passe-passe statistique*, LeMonde.fr, Publié le 24 janvier 2022 à 17h22, mis à jour le 21 février 2022 à 10h31

<https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2022/01/24/l-independance-energetique-de-la-france-grace-au-nucleaire-un-tour-de-passe-passe-statistique-et-100-d-importation_6110781_4355770.html> [↑](#footnote-ref-11)
12. AEN et AIEA, *Uranium 2020: Resources, Production and Demand*, 2020

https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2020-12/7555\_uranium\_-\_resources\_production\_and\_demand\_2020\_\_web.pdf [↑](#footnote-ref-12)
13. Euratom Supply Agency, *Annual Report 2021*, Prepared by Dariusz Kozak, Niina Jackson

<https://euratom-supply.ec.europa.eu/system/files/2022-12/Euratom%20Supply%20Agency%20-%20Annual%20report%202021%20-%20Corrected%20edition.pdf> [↑](#footnote-ref-13)
14. Pierre Breteau, op. cit. [↑](#footnote-ref-14)
15. AEN-OCDE, *Forty Years of Uranium Resources, Production and Demand in Perspective - “The Red Book Retrospective”,* 2006

<https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/6096-40-years-uranium.pdf> [↑](#footnote-ref-15)
16. Résolution du Parlement européen du 1er mars 2022 sur l’agression russe contre l’Ukraine (2022/2564(RSP))

<https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0052_FR.html> [↑](#footnote-ref-16)
17. World Nuclear Association, *Nuclear Power in France*, mis à jour en janvier 2023.

<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx> [↑](#footnote-ref-17)
18. Avis n° 2020-AV-0363 de l’ASN du 8 octobre 2020

<https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/avis/avis-n-2020-av-0363-de-l-asn-du-8-octobre-2020> [↑](#footnote-ref-18)
19. Odile Benyahia-Kouider et Christophe Labbé, *D’inavouables atomes crochus unissent la France à Poutine*, Le Canard Enchaîné, 7 décembre 2022 [↑](#footnote-ref-19)
20. Perrine Mouterde et Marjorie Cessac, *La Russie possède la seule usine au monde capable de « recycler » l’uranium déchargé des réacteurs nucléaires français*, LeMonde.fr, Publié le 29 novembre 2022 à 08h00, mis à jour le 29 novembre 2022 à 14h12

<https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/11/29/la-russie-possede-la-seule-usine-au-monde-capable-de-recycler-l-uranium-decharge-des-reacteurs-nucleaires-francais_6152097_3234.html> [↑](#footnote-ref-20)
21. ANDRA, Les Essentiels - Inventaire national des matières et déchets radioactifs, 2022

<https://inventaire.andra.fr/sites/default/files/pdf/Andra-MAJ_Essentiels_2022-22_01_25-BDweb_0.pdf> ou <https://inventaire.andra.fr/les-donnees/les-matieres-radioactives> [↑](#footnote-ref-21)
22. Greenpeace France, *Malgré la guerre en Ukraine, la France se fait livrer une importante cargaison d’uranium naturel et enrichi en provenance de Russie*, 29 novembre 2022

<https://www.greenpeace.fr/espace-presse/nucleaire-malgre-la-guerre-en-ukraine-la-france-se-fait-livrer-une-importante-cargaison-duranium-naturel-et-enrichi-en-provenance-de-russie/> [↑](#footnote-ref-22)
23. ACRO, *Le prix du recyclage des combustibles nucléaires usés*, 6 décembre 2022

<https://www.acro.eu.org/le-prix-du-recyclage-des-combustibles-nucleaires-uses/> [↑](#footnote-ref-23)
24. <https://www.orano.group/projetextensiongb2/fr> [↑](#footnote-ref-24)
25. Marine Godelier, *Nucléaire : le sprint d’Orano pour remplacer l’uranium enrichi russe, notamment aux Etats-Unis*, latribune.fr, 27 Jan 2023, 16:35

<https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/energie-environnement/nucleaire-le-sprint-d-orano-pour-remplacer-l-uranium-enrichi-russe-notamment-aux-etats-unis-949639.html> [↑](#footnote-ref-25)
26. <https://www.orano.group/projetextensiongb2/fr/accueil> [↑](#footnote-ref-26)