

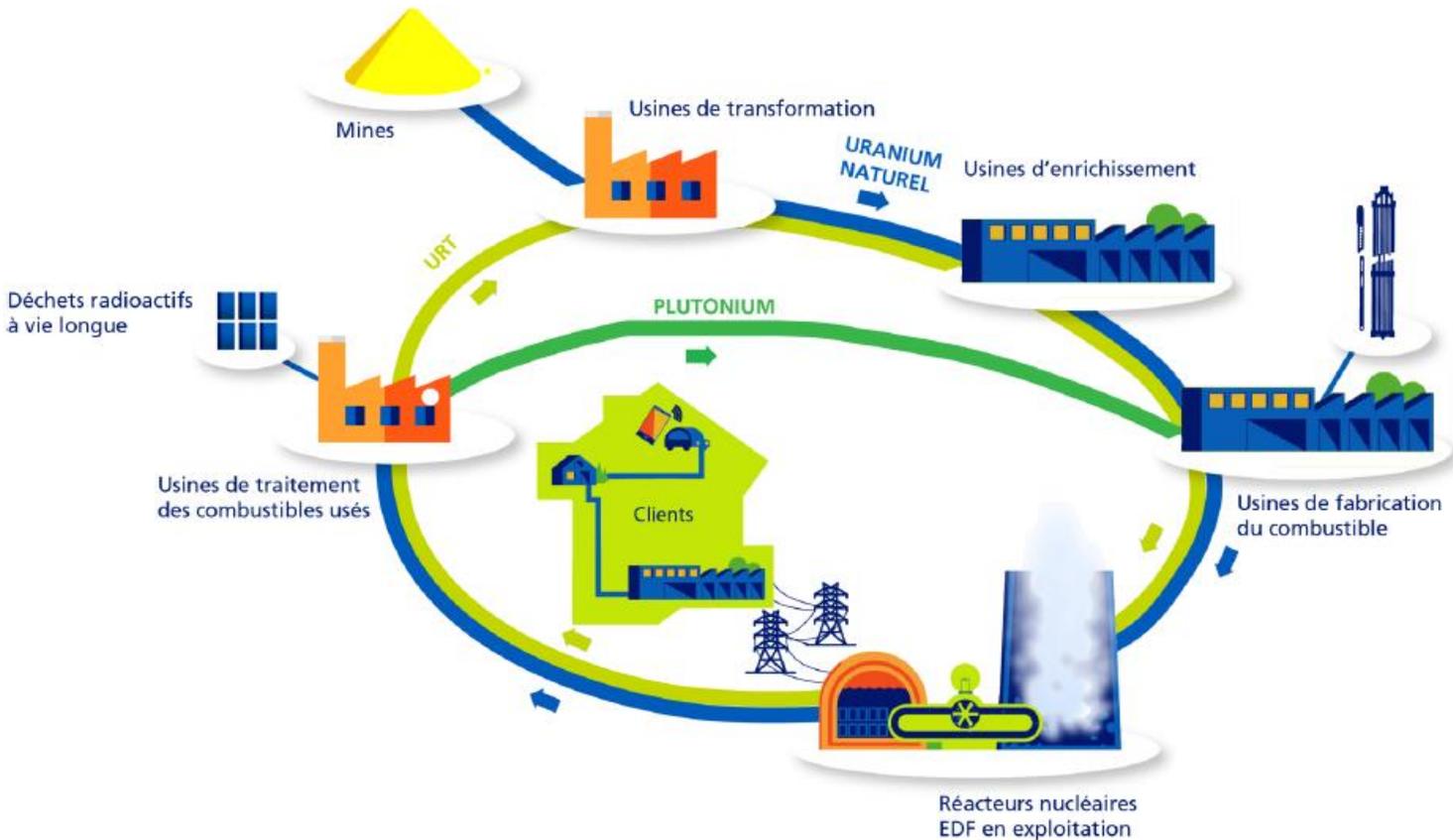


Ressources en uranium et perspectives

**Julien GARREL - Dir. Adjoint
Division Combustible Nucléaire**

Université été Sauvons Le Climat – 11 oct. 2023

Le Combustible Nucléaire chez EDF



NOTRE ENJEU

Garantir la sécurité d'approvisionnement, à chaque étape du cycle du combustible, en toute sûreté et en visant l'optimum économique et environnemental.

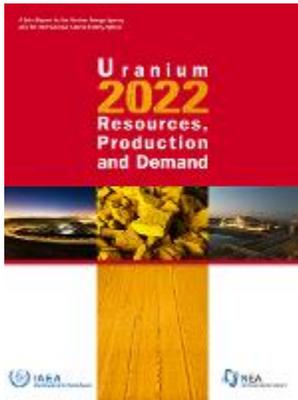
NOS BESOINS

7 000 tonnes d'uranium par an (soit environ 15% du marché mondial), pour les parcs français et britannique.

NOS ATOUTS

Un portefeuille diversifié de contrats long-terme et une stratégie de fermeture du cycle, avec recyclage du plutonium et de l'uranium de retraitement.

Un approvisionnement résilient en uranium à horizon 2050 : quels défis ?



Red Book AIEA/OCDE

120 ans de ressources

au niveau de consommation au niveau actuel



des équilibres géopolitiques incertains

avec des risques de disruption profonde du marché



une demande orientée à la hausse

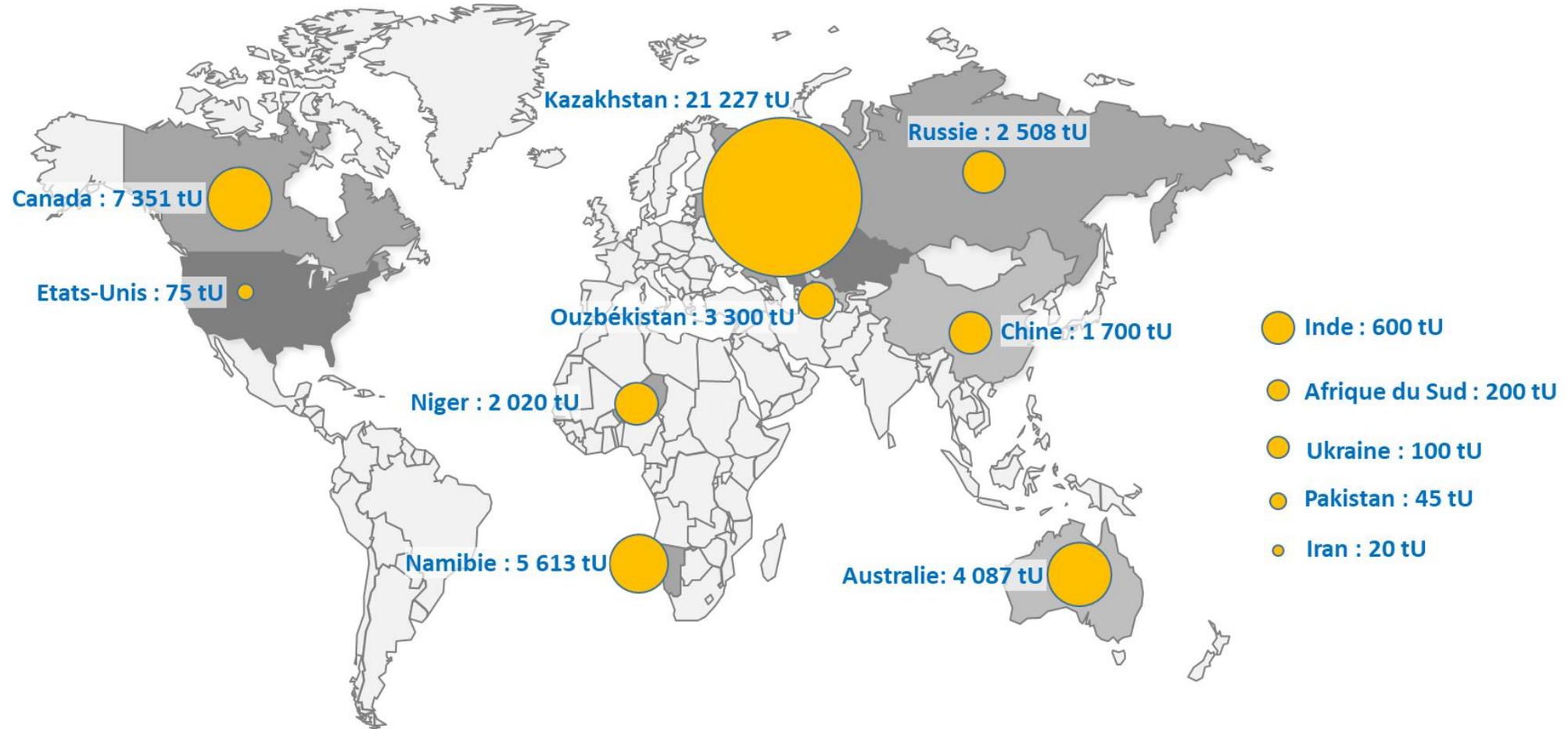
portée par des impératifs de décarbonation et de sécurité énergétique



une empreinte environnementale

qui peut être réduite encore davantage

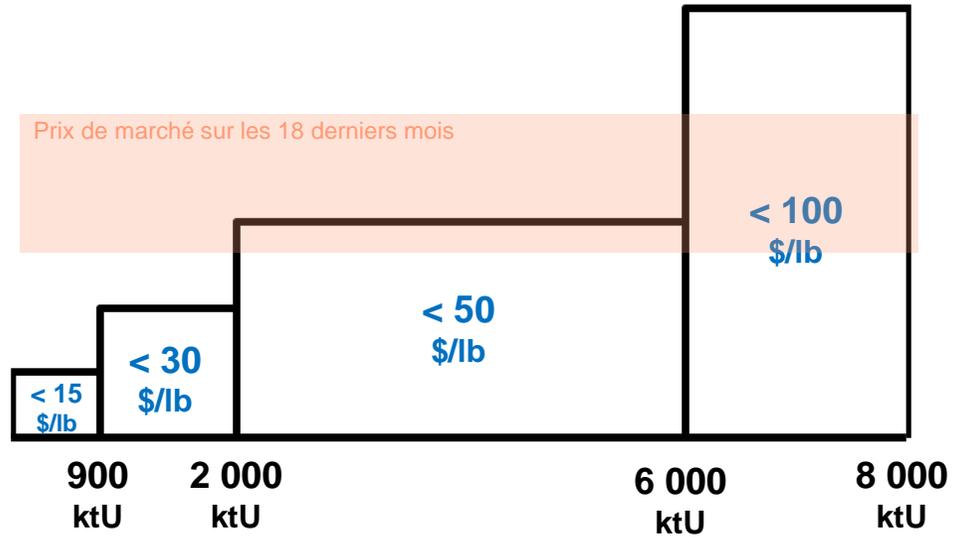
Aujourd'hui quatre pays principaux couvrent près de 80% de la production mondiale



Répartition de la production d'uranium en 2022

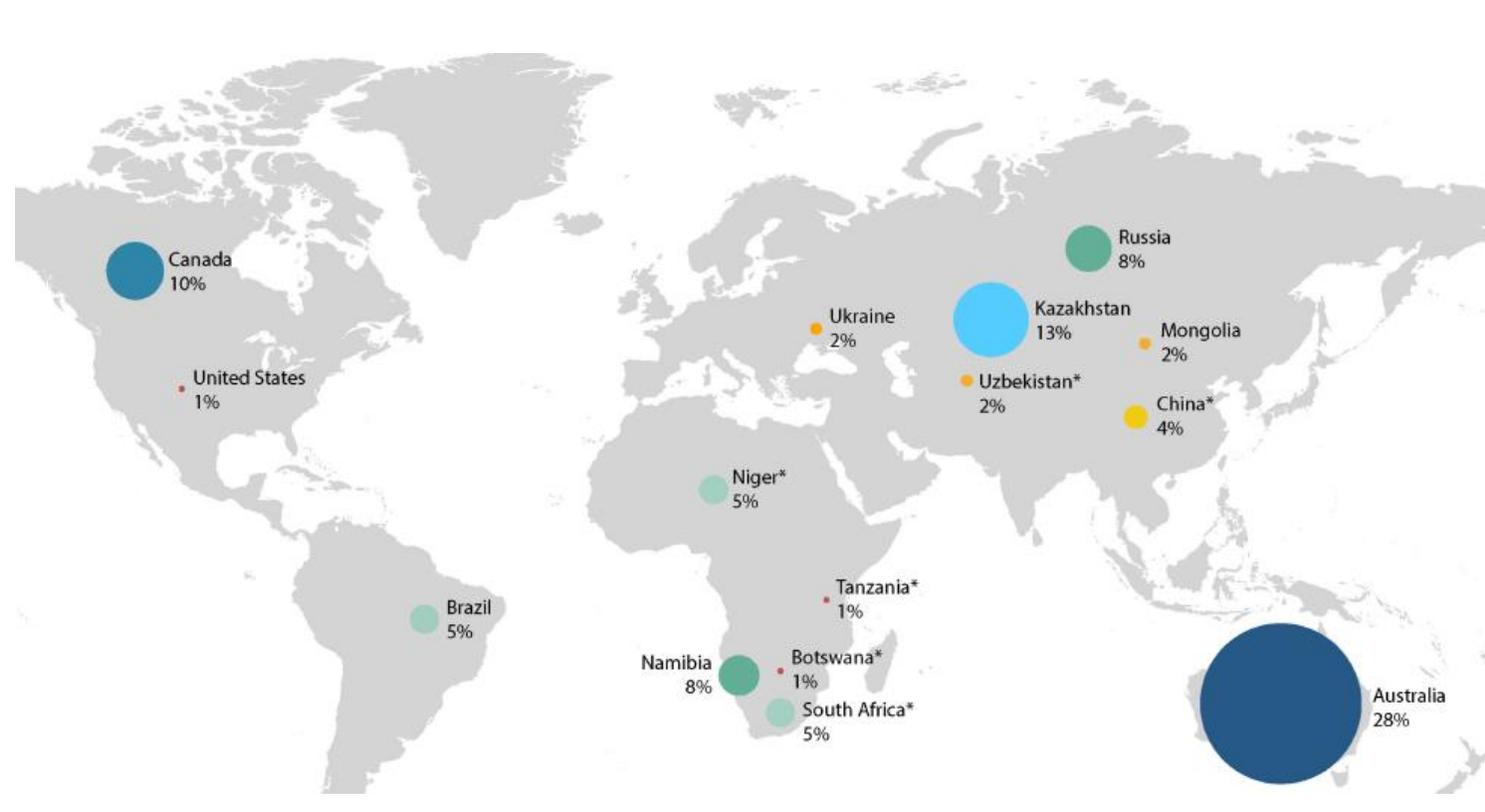
source : [Fuel Report](#) du WNA

Plus d'un siècle de ressources en uranium, dont moins de 50% dans des pays de l'OCDE



8 000 ktU = 120 ans de ressources

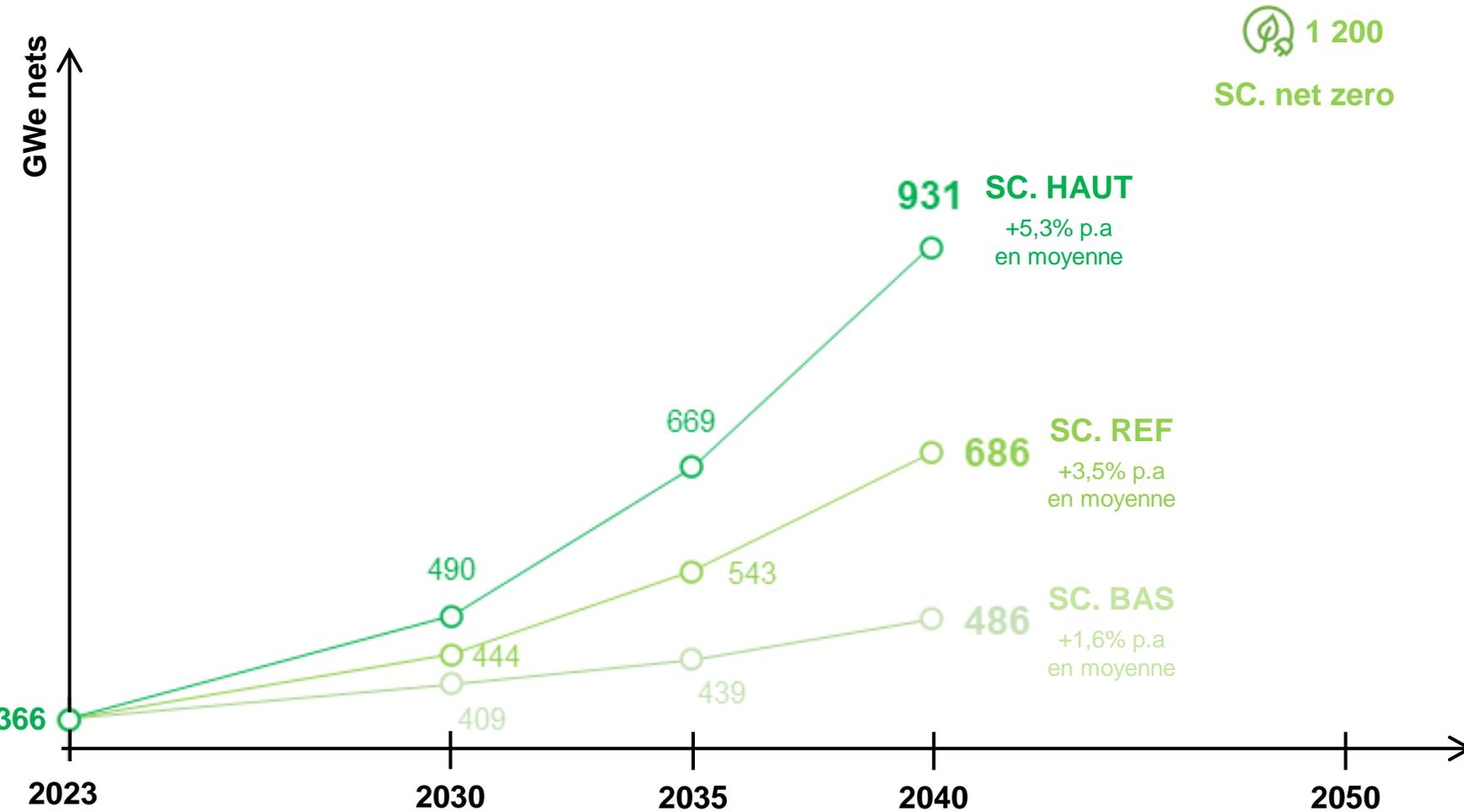
à niveau de consommation actuel
(un peu plus de 60 ktU/an)



Ressources identifiées en uranium

source : [Red Book 2022](#) de l'AIEA/OCDE

Une demande mondiale amenée à doubler voire tripler dans les prochaines décennies



Projections de capacité nucléaire mondiale installée

source : [Fuel Report](#) du WNA

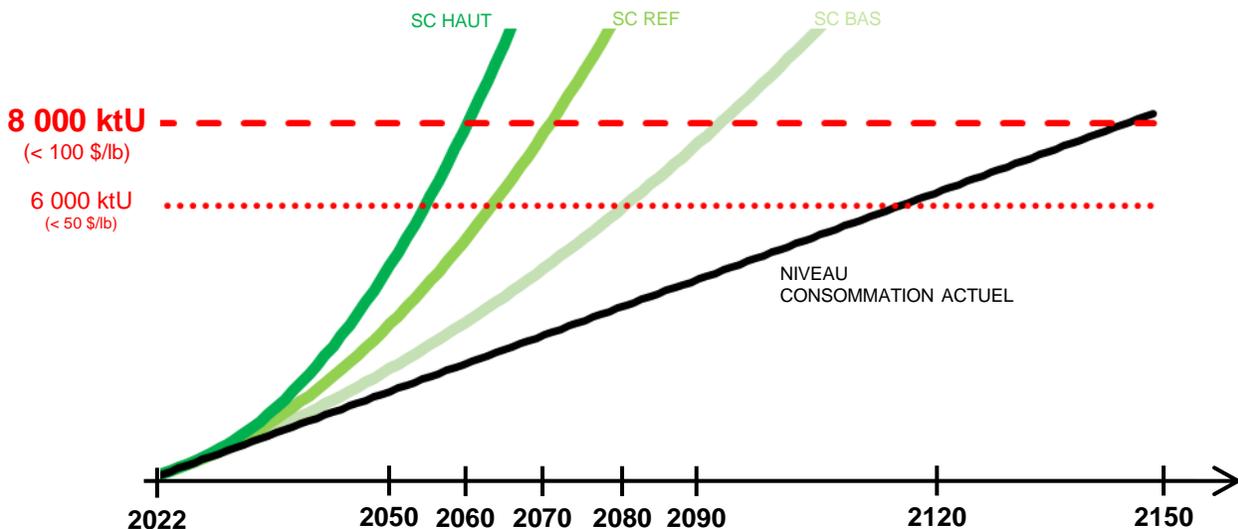
1 200
SC. net zero

Summer is coming pour le nucléaire, et pas seulement pour quelques pays *happy few* : **plus de 30 pays dans le monde se lancent actuellement dans le nucléaire** ou se mettent en ordre de bataille pour le faire.

De nombreux pays déjà équipés misent sur la **prolongation de leur parc existant** et/ou la **construction de nouvelles tranches**.

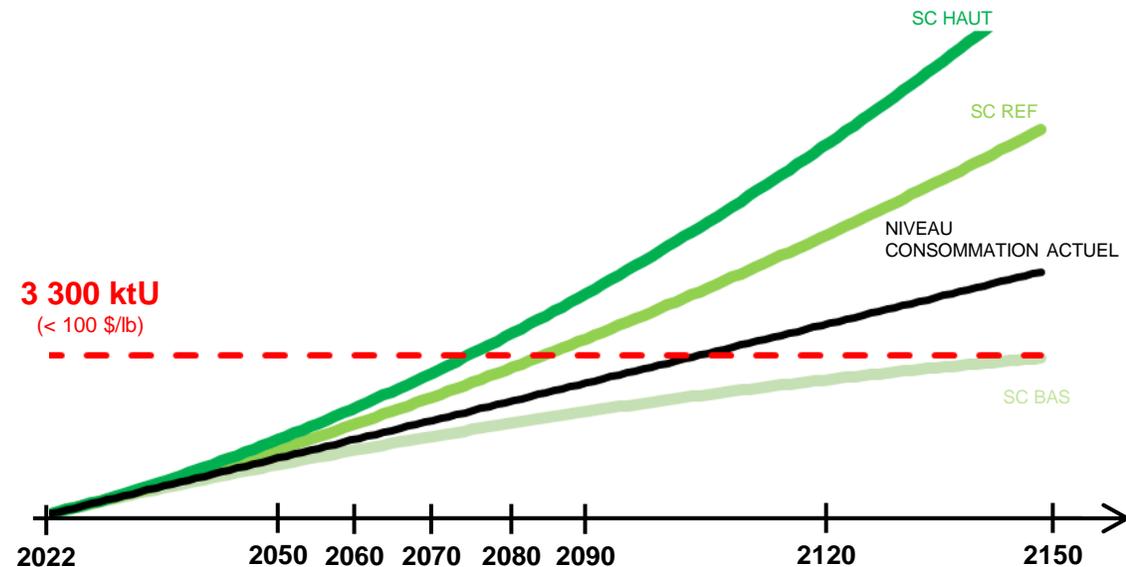
La contribution déterminante du nucléaire à la **décarbonation de l'économie** et à la **sécurité énergétique** fait de plus en plus consensus.

Du fait de la croissance de la demande, l'uranium pourrait en réalité commencer à manquer autour de 2070 (2080 au périmètre OCDE)



Consommation cumulée d'uranium au niveau mondial

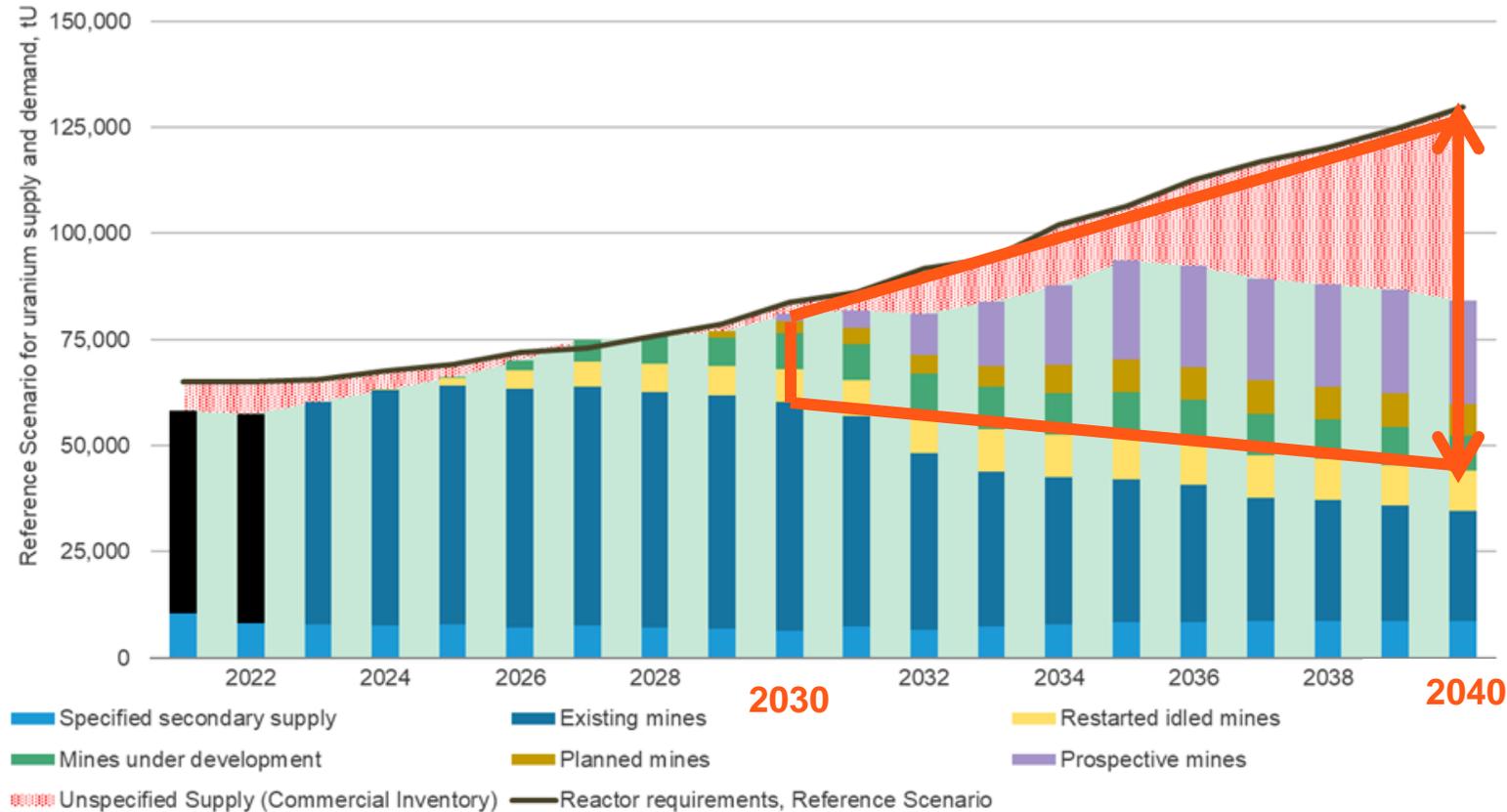
(source : [Fuel Report](#) du WNA, extrapolé au-delà de 2040)



Consommation cumulée d'uranium au périmètre OCDE

(source : [Fuel Report](#) du WNA, extrapolé au-delà de 2040)

De nouvelles capacités d'extraction d'uranium nécessaires dès 2030, associées à des besoins massifs d'investissement



Projection d'équilibre offre-demande mondial pour les mines d'uranium

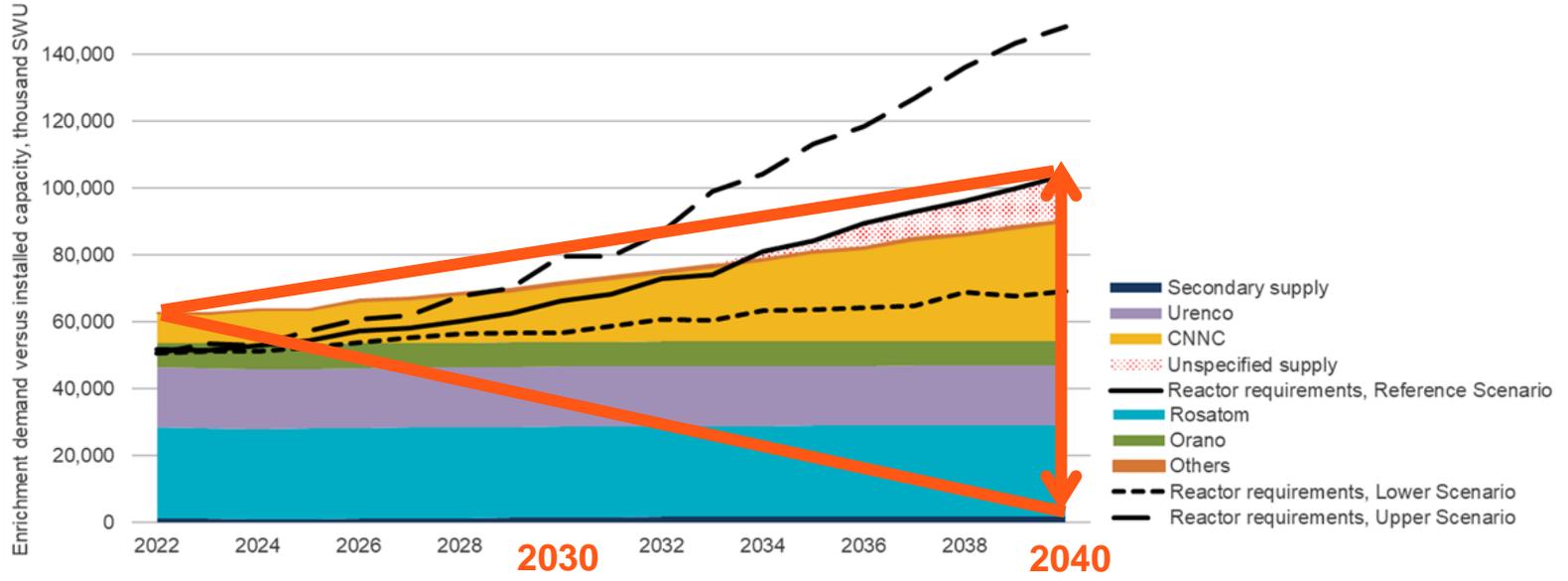
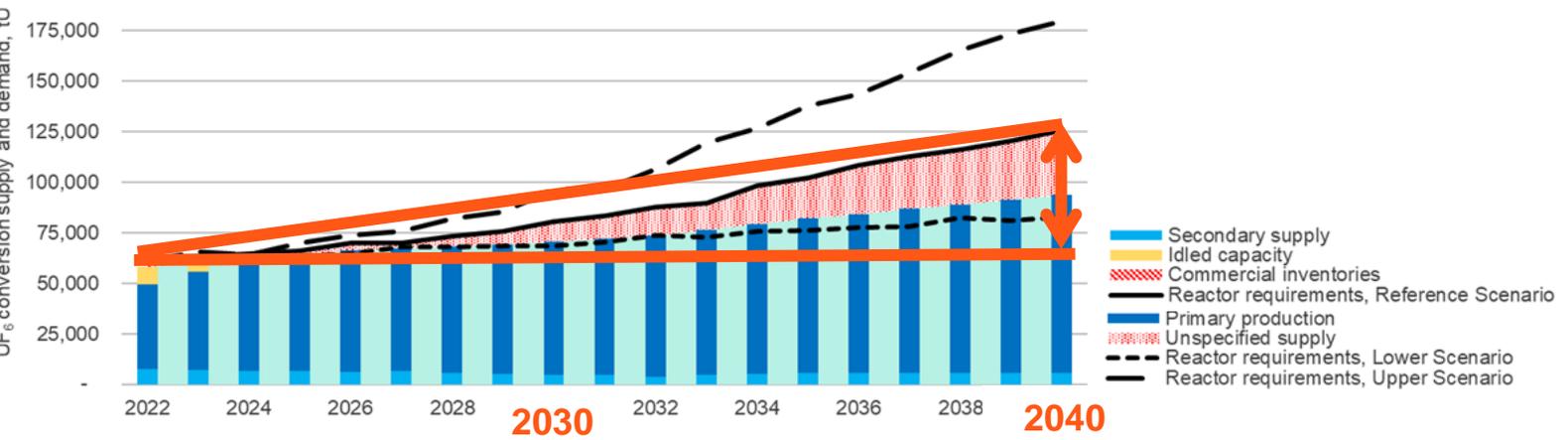
source : [Fuel Report](#) du WNA, scénario de référence

Les mines existantes dans le monde, celles sous cocon et celles en développement permettent de couvrir la demande jusqu'à environ **2030**.

A horizon 2040, ce sont de l'ordre de **80 000 tU/an** de nouvelles capacités de production qui seraient nécessaires, soit environ **90 Mds€ d'investissements** à financer.

On observe de **premiers signes d'ajustement de l'offre à la demande** (orientation à la hausse des dépenses d'exploration, après près d'une décennie de baisse | doublement des prix sur le marché de l'uranium depuis 2021), qui doivent cependant ouvrir la voie à des décisions industrielles plus conséquentes et adossées à une vision long-terme des coûts de production : il faut de **10 à 15 ans entre le début de l'exploration et la mise en production d'une mine**

Des vagues d'investissements massifs se profilent également sur les autres étapes du cycle



Projections d'équilibre offre-demande mondial pour les usines de conversion et d'enrichissement d'uranium

source : [Fuel Report](#) du WNA, scénario de référence

Les **marchés de la conversion et de l'enrichissement sont également très tendus**, essentiellement du fait du poids de la Russie dans les capacités mondiales de conversion/enrichissement (prix de marchés multipliés d'un facteur 2 à 3 depuis le début de l'invasion de l'Ukraine).

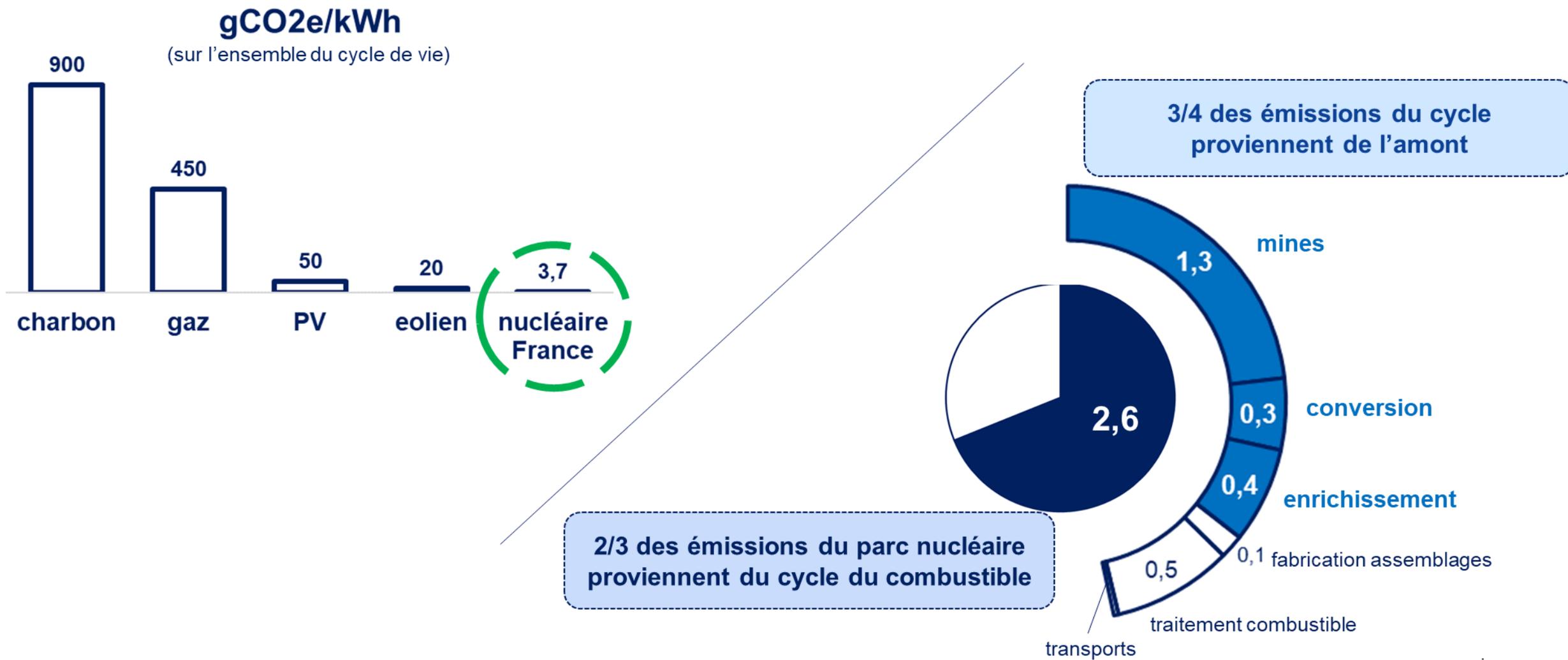
De ce fait, **l'ajout de nouvelles capacités « occidentales » est envisagé d'ici la fin de la décennie**, pour réduire voire supprimer la dépendance vis-à-vis de la Russie.

Au-delà de ces considérations, ce sont globalement plus de **60 000 tU/an** de capacités de conversion et **100 MUTS¹** de capacité d'enrichissement qui sont à construire d'ici 2040, soit une enveloppe totale d'investissements de l'ordre de **70 Mds€**.

¹ yc le renouvellement des capacités actuelles qui arriveront toutes en fin de vie avant 2040.



L'uranium a également un rôle de premier ordre à jouer dans la décarbonation en profondeur de l'énergie nucléaire



source : [Analyse du Cycle de Vie du kWh nucléaire EDF](#)

Et cela passe au premier ordre par la décarbonation de l'électricité consommée par les mines et les centrifugeuses et par la sortie du diesel

électricité carbonée
(60% mines, 30% enrichissement, 10% conversion)



diesel
(engins miniers, chauffage)



chaleur industrielle
(gaz)



production acide sulfurique



chaudière fioul La Hague



source : calcul EDF sur base données fournisseurs



hall de centrifugeuses



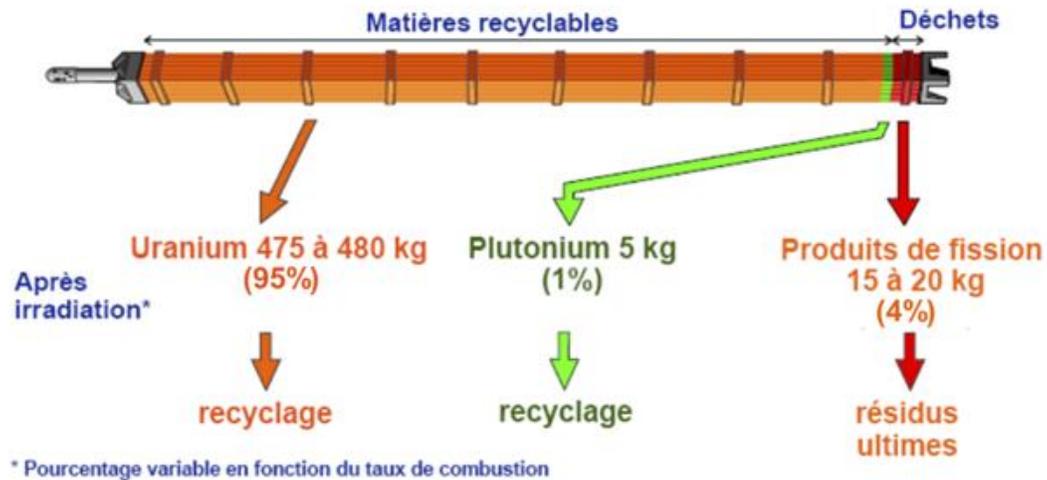
dumper dans une mine d'uranium



usine chimique de conversion d'uranium

Le recyclage du combustible, un atout décisif pour une gestion durable et responsable des ressources en uranium

1 combustible eau légère : 500 kg d'uranium avant irradiation en réacteur

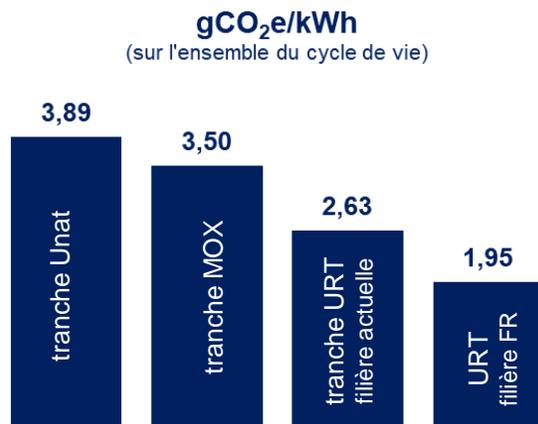


Actuellement, au travers du seul **recyclage du plutonium** (combustible MOX), l'économie en ressources d'uranium est de **10%**.

Grâce à la relance de la **filière Uranium de Retraitement (URT)**, succès industriel majeur d'EDF en 2023, l'économie pourra monter jusqu'à **25%**.

Actuellement, EDF dispose d'un **stock d'URT de 24 000 tU**, soit une « **mine souveraine** » équivalente à **plus de 3 ans de consommation**.

À l'échelle mondiale, l'utilisation du stock d'URT (140 ktU), le traitement du stock de combustibles usés (450 ktU) et la mise en place d'un recyclage du plutonium et de l'uranium de retraitement (25% d'économie en ressources d'uranium) permettrait de **repousser l'épuisement des ressources en uranium de l'horizon 2070 à l'horizon 2135**.



source : ACV PNGMDR, à paraître

Les conditions de réussite d'un approvisionnement sécurisé et responsable en uranium pour les prochaines décennies

1

Développer une **offre diversifiée**, immunisée autant que possible des **aléas géopolitiques**

2

Adopter pour les acteurs du marché l'**approche d'engagement long terme d'EDF par les acteurs** pour permettre le financement des investissements massifs à venir

3

Mobiliser pour exceller dans la **performance environnementale** des activités du cycle du combustible et s'approcher d'un Uranium low carbon.

4

Convertir le plus grand nombre au recyclage afin d'utiliser les plus de 450 000 tU d'Uranium de retraitement présent dans le monde.

Annexes