

La sécurité d'approvisionnement du combustible nucléaire en France

Un enjeu de souveraineté énergétique

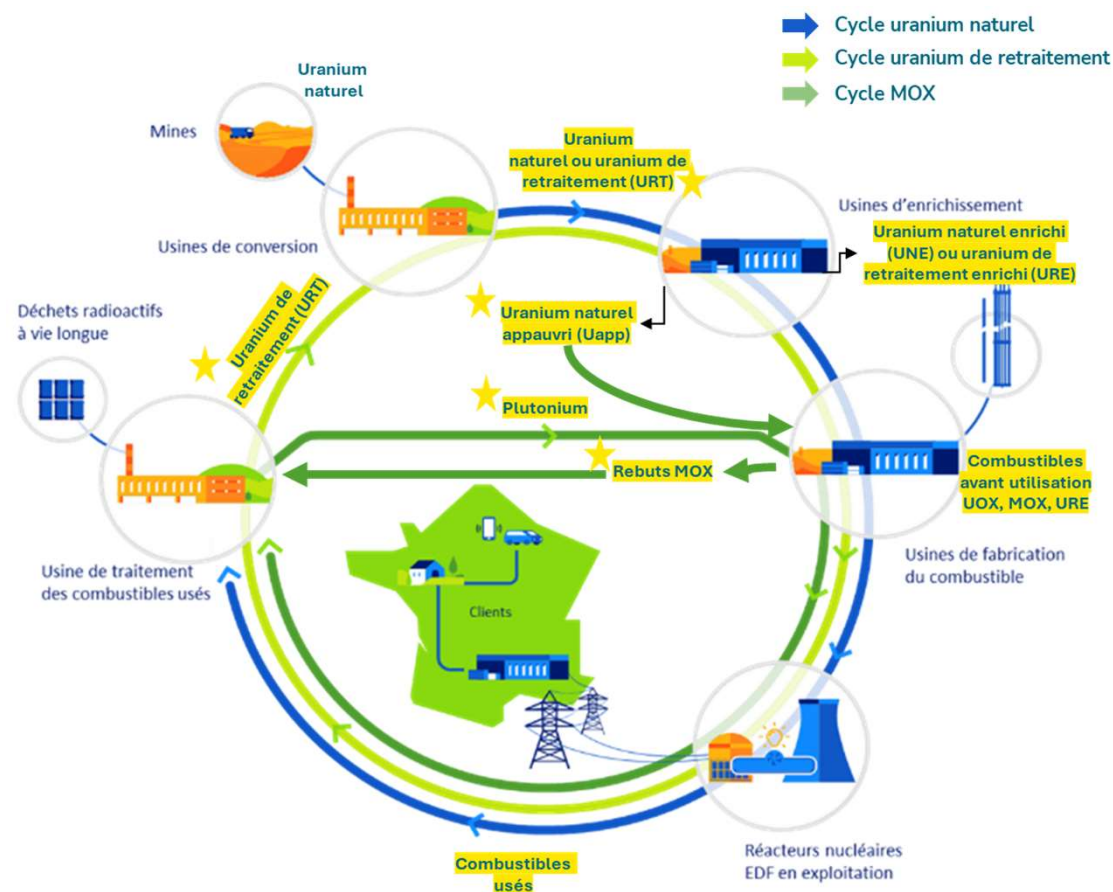
Conférence SFEN RAL – 25 février 2026
Jean-Michel ROMARY



orano

01 • **Le cycle du combustible en France**

La stratégie française de traitement-recyclage du combustible



CHIFFRES CLÉS

- Uranium naturel : **~ 7 000 t/an**
 - Enrichissement : **~ 6 MUTS/an**
 - Assemblages de combustible : **~ 1 200 t/an**
 - Assemblages de combustible usé UOX traités : **~ 1 100 t/an**
 - Assemblages de combustible MOX : **~ 100 à 120 t/an**
 - Assemblages de combustible URE : **~ 37 t/an**
- URT extrait : **~ 1 045 t/an**
Pu extrait : **~ 11 t/an**
- ~ 10 à 15%** de la demande mondiale



* UTS (Unité de Travail de Séparation) représente le travail nécessaire pour séparer un mélange d'isotopes, notamment pour enrichir l'uranium en isotope fissile U₂₃₅

02 • Contexte géopolitique



L'environnement mondial est porteur pour le nucléaire, mais freiné par des défis structurels, en particulier en Occident

Des orientations politiques favorables au nucléaire, portées par des enjeux de souveraineté...



+20 pays ont réintégré le nucléaire dans leur mix



65% de la croissance (+ 413 GW) d'ici 2050 est hors OCDE



Doublement de capacité d'ici 2030, 10 nouveaux réacteurs validés en 2025, forte ambition sur les RNRs



Neutralité technologique, nouveau cadre de financement (PIIEC), roadmap **REPower EU**, financements BEI, ...



Consensus bipartisan, puissance installée x4 en ambition, et augmentation des **capacités domestiques sur le cycle** (Russian ban 2028)



380 à 420 TWh dès 2030 (vs. 320 TWh en 2023)
Confirmation du Traitement/Recyclage, soutien à la **sécurisation en U et URT** (mines, conversion et enrichissement) et **ambition affichée sur la fermeture du cycle (PPE3)**



Les **risques perçus** sur l'**approvisionnement** en matières fissiles poussent les **cours de l'amont à la hausse** et conduisent à lancer des projets de **nouvelles capacités**



Contexte plus ouvert sur le **recyclage à l'international** (US, Corée...)

... mais des défis pour l'industrie nucléaire de la zone OCDE



Projets peu attractifs pour les investisseurs privés
→ **besoin de soutien étatique**



- **Aucun nouveau chantier en OCDE** depuis 4 ans
- **Retards et coûts des réacteurs occidentaux**
- **Grands projets nucléaires simultanés en France** (EPR2, ADF, CIGEO)
- **AMR/SMR**



Modulation imposée par un recours croissant aux EnR
→ **Baisse du taux d'utilisation et des performances économiques du nucléaire**
→ **Electrification des usages**



Incertitudes accrues liées au contexte géopolitique et aux politiques protectionnistes



Emergence de la Chine sur le cycle du combustible, Concurrence à venir sur les marchés de l'amont et possiblement de l'aval à plus long terme

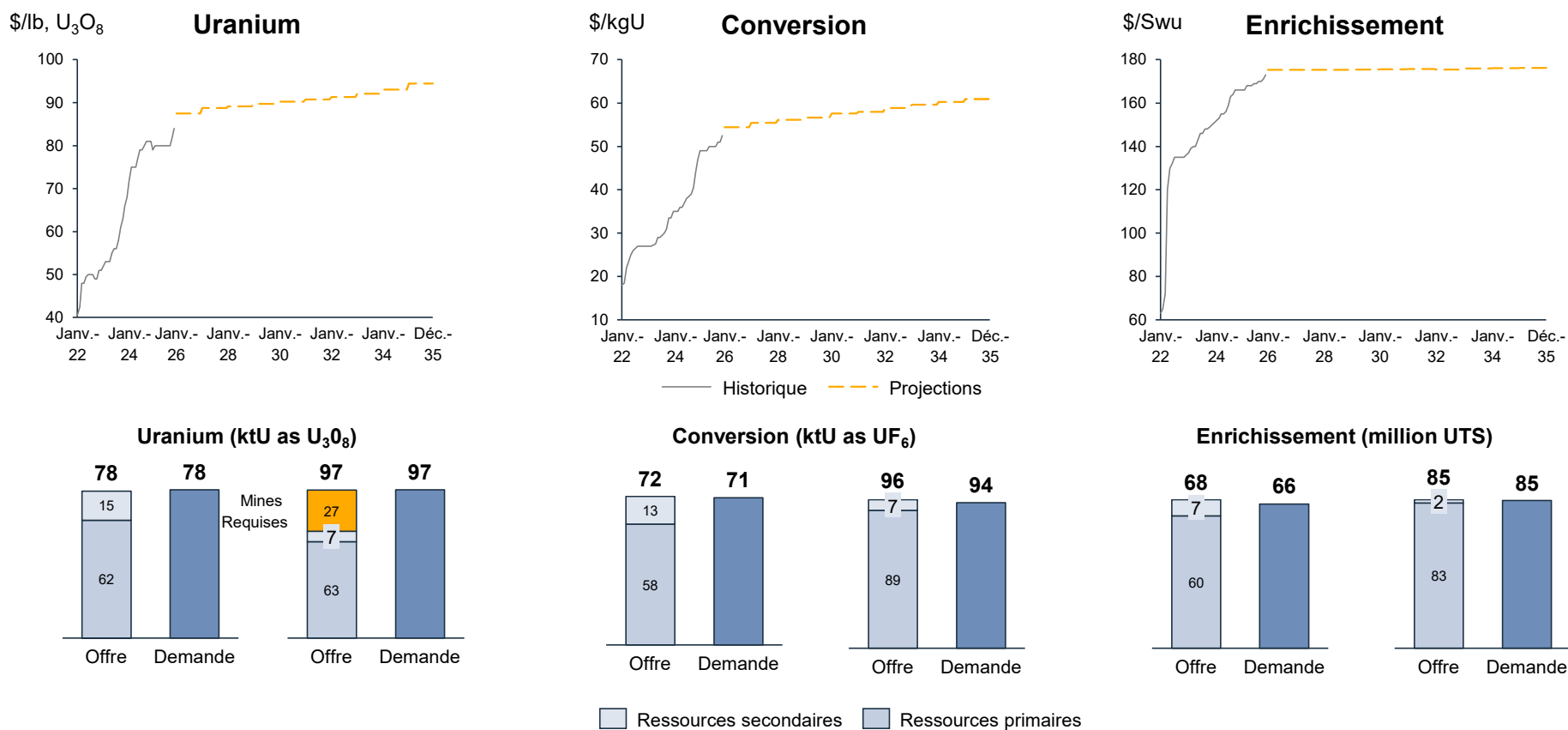
ÉVOLUTION DU PRIX DE L'URANIUM NATUREL SUR LE MARCHÉ MONDIAL

\$/livre d'uranium



Un marché avec des dynamiques positives post février 2022

Historique et projection des prix sur les segments amont

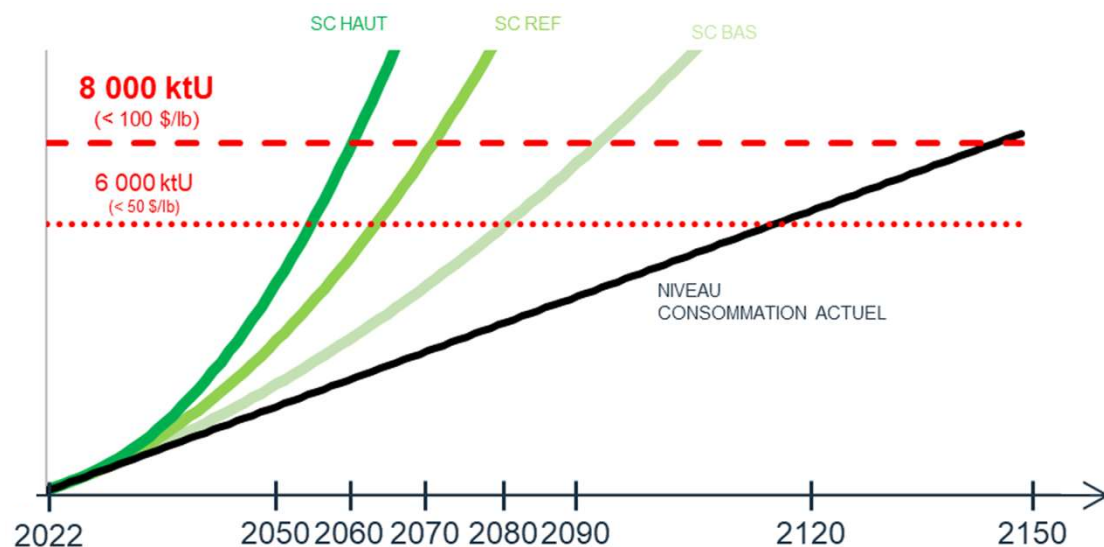


Source : UxC Month-End prices, UMO Q4 2025, CMO 2025, EMO Q4 2025

03 • Enjeux de l'approvisionnement en uranium

- **Offre-Demande | En fonction de la puissance nucléaire installée mondiale et des découvertes de gisements d'ici 2050, la production d'uranium pourrait être inférieure à sa consommation entre 2060 et 2090**

Consommation cumulée d'uranium à l'échelle mondiale. Fuel Report du WNA, extrapolé au-delà de 2040

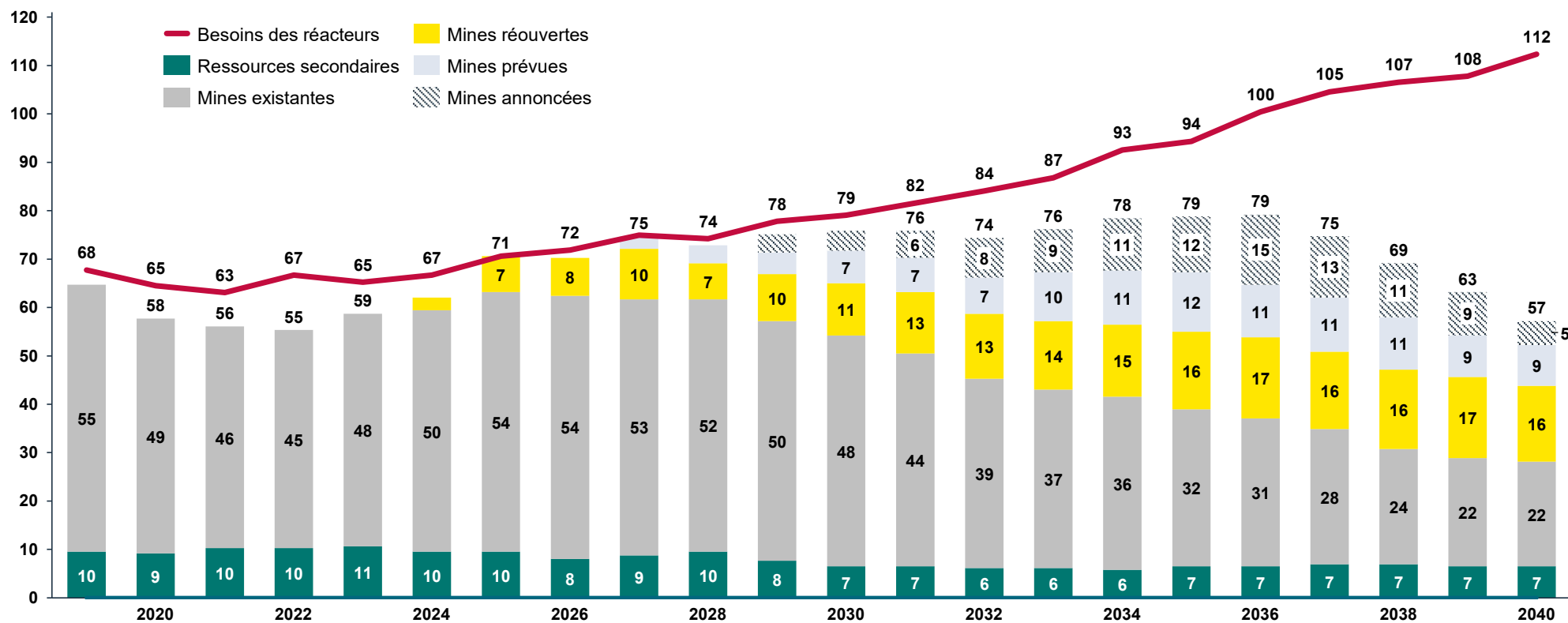


Si l'uranium est **actuellement présent en quantité abondante à l'échelle mondiale** (8 000 ktU de ressources et réserves récupérables mondiales en uranium selon le livre Rouge de l'AIEA), il se **raréfiera sur la seconde partie du siècle**

● Offre-Demande | De nouveaux projets miniers sont à développer à l'échelle mondiale

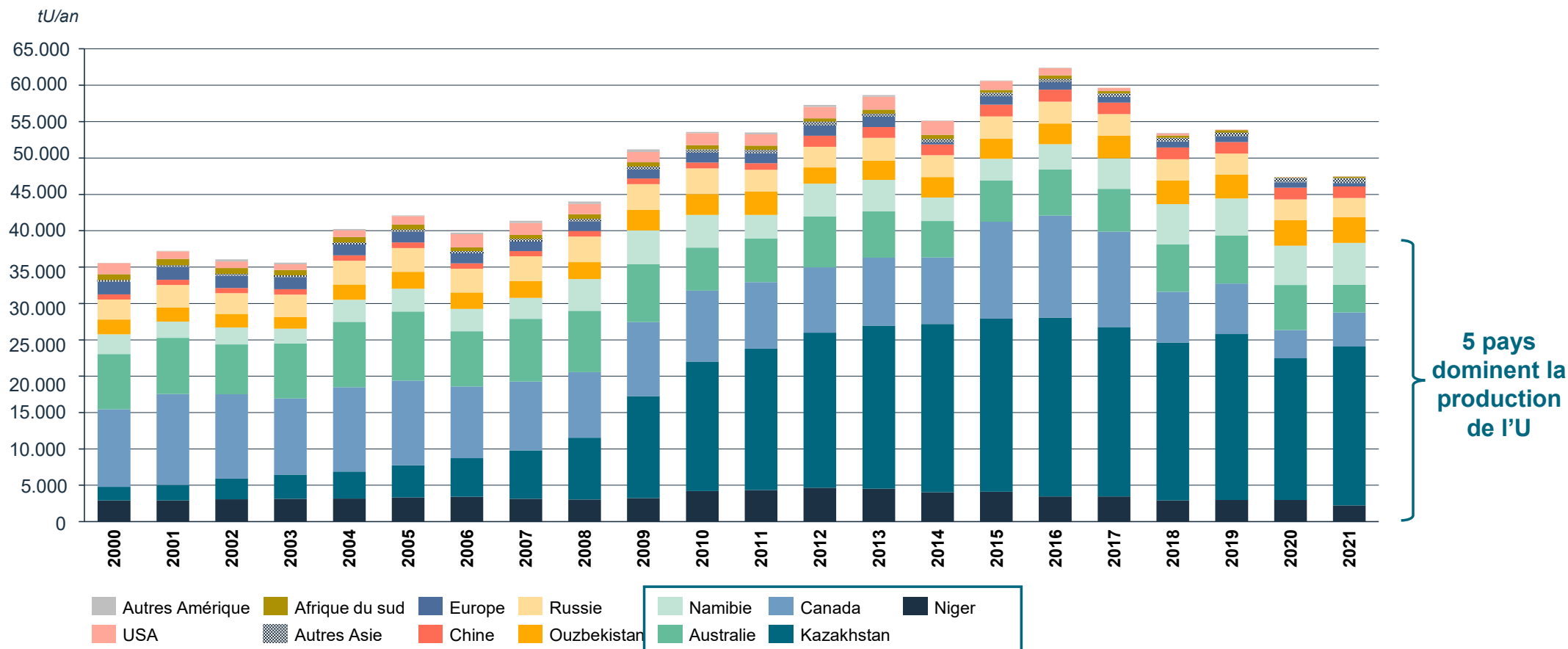
Equilibre offre demande, scénario central, WNA 2023

en ktU



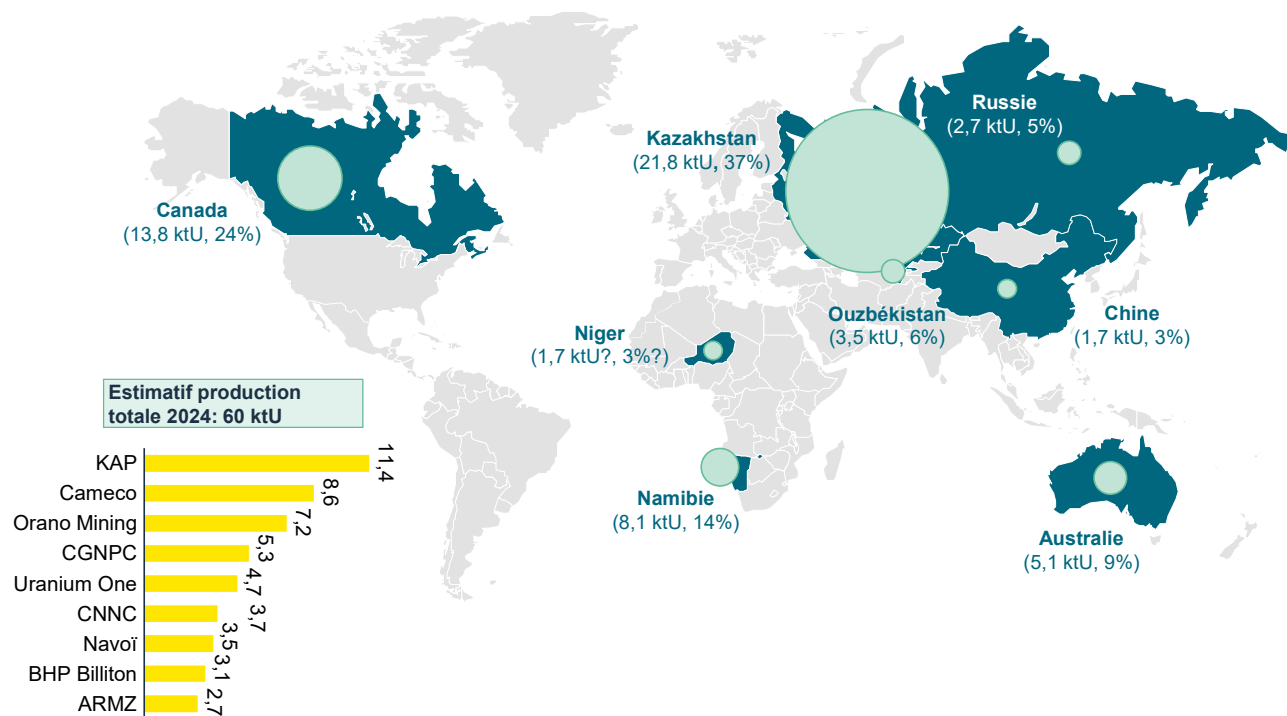
● Géopolitique | Plus de deux tiers de la production mondiale d'uranium se concentrent dans 5 pays

Origine de la production mondiale d'uranium



● Géopolitique | La production d'uranium est concentrée dans des pays géopolitiquement complexes ou empreints d'un nationalisme fort sur les ressources

Cartographie des principaux producteurs d'Uranium mondiaux en 2024 (pays & acteurs) – Sources internes Orano



Kazakhstan: 1^{er} producteur mondial, zone d'influence Russo-Chinoise. Nouveau code minier désavantage les miniers étrangers



Canada: 2^{ème} producteur mondial, très protecteur de ses ressources, réglementation NROP avantage les acteurs canadiens



Australie: moratoires sur plusieurs gisements



Namibie: terrain de jeu de la Chine qui en préempte les ressources

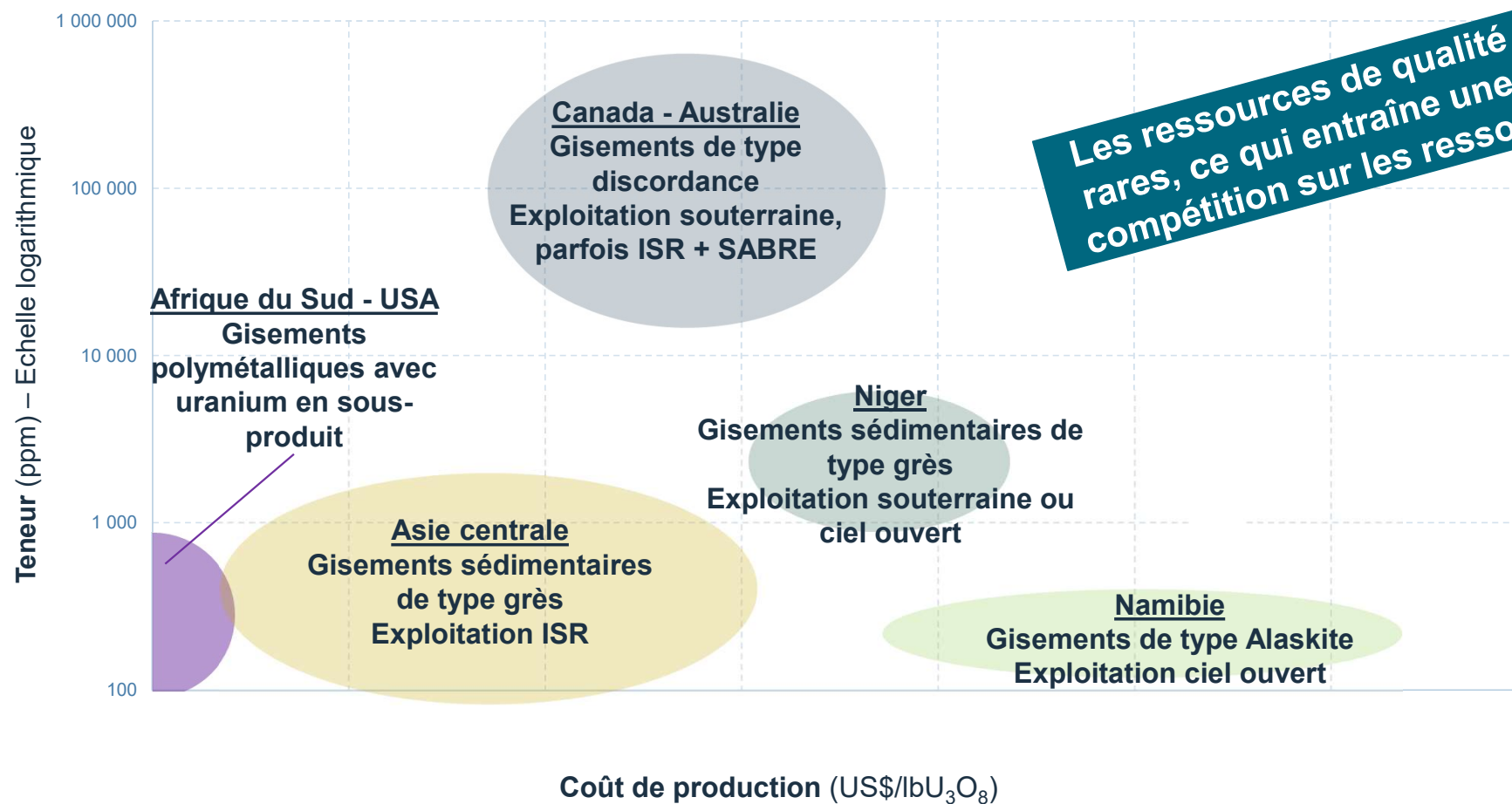


Mongolie: enclavement du territoire (problèmes logistiques). Ralentissement des discussions par le Gouvernement.



Niger: instabilité géopolitique (coup d'Etat 07/23). Permis miniers retirés (Orano, Goviex)

- **Risques | L'uranium est présent sous des formes très différentes dans la couche terrestre, de facilité d'extraction inégale**



Les ressources de qualité sont rares, ce qui entraîne une forte compétition sur les ressources.

Orano | Acteur international, innovant et responsable

Les activités minières du groupe couvrent l'exploration, la production et la commercialisation d'uranium dans le monde ainsi que le réaménagement des anciens sites miniers.

Orano représente environ 15 % du marché mondial de l'uranium.

LES ENJEUX

Renouvellement des capacités minières

Orano possède un portefeuille de projets miniers équilibré pour le court, moyen et long terme, notamment en Asie centrale et au Canada.

En janvier 2025, Orano a signé l'accord d'investissement avec l'État Mongol pour le développement et la mise en production du projet minier, dont les ressources en terre en uranium sont considérables.

Une **stratégie tournée vers nos clients**, une proximité commerciale régionale, des contrats sur mesure.

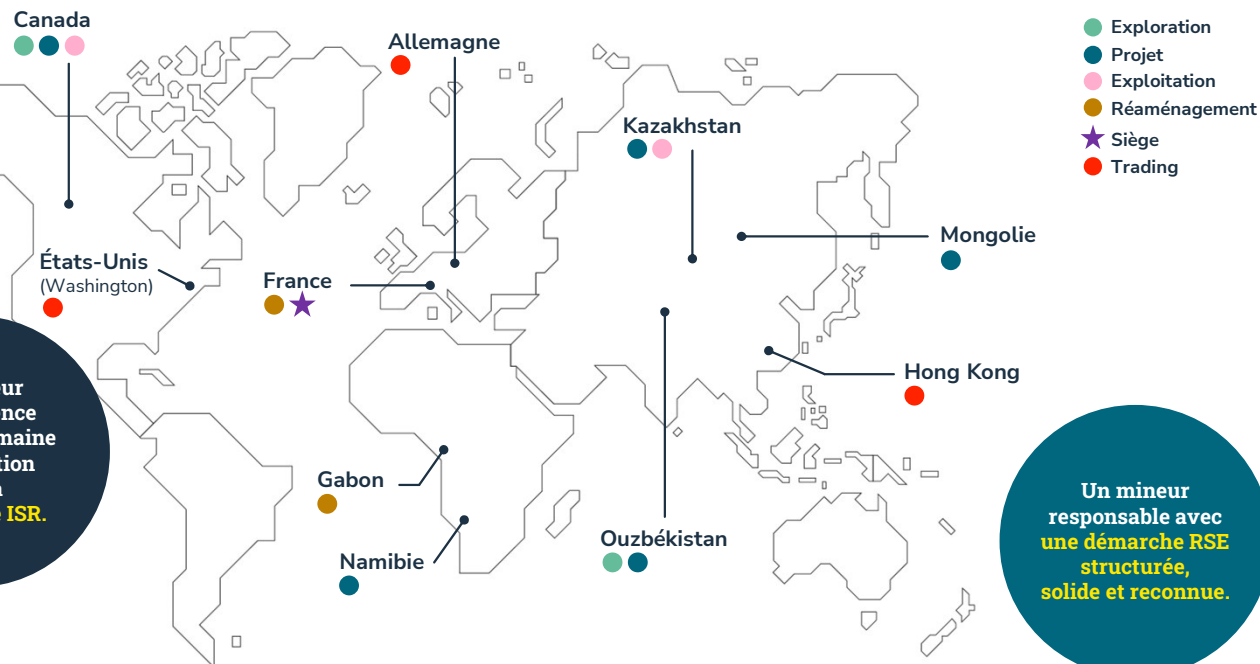
Un acteur de référence dans le domaine d'extraction par la **technique ISR**.

Parmi les 3 premiers producteurs mondiaux d'uranium

3 sites miniers en opération au Canada et au Kazakhstan

8 637 tU tonnes d'uranium produites en 2025 (part consolidée après mise en équivalence)

Un mineur responsable avec une **démarche RSE structurée, solide et reconnue.**



Orano | Des atouts indéniables à mettre au service de sa stratégie d'accroissement des ressources

Orano Mining est présent sur l'ensemble des étapes de développement d'un gisement

EXPLORATION



Découverte de nouveaux gisements (études géophysiques et géologiques, sondage, estimation de ressources).

PROJET MINIER



Ingénierie et construction des infrastructures minières.

OPÉRATIONS MINIÈRES



- Extraction du minerai (mine à ciel ouvert, mine souterraine, mine ISR).
- Concentration de l'uranium présent dans le minerai à l'aide de processus chimiques.

RÉAMÉNAGEMENT & RECONVERSION



Remise en état des sites miniers en accord avec les standards environnementaux en vigueur.



NÉGOCE
ACHAT ET
VENTE
D'URANIUM

~15 ans

10 – 50 ans

10 ans et +

Stratégie minière Orano | La stratégie de continuité en approvisionnement repose sur 4 points

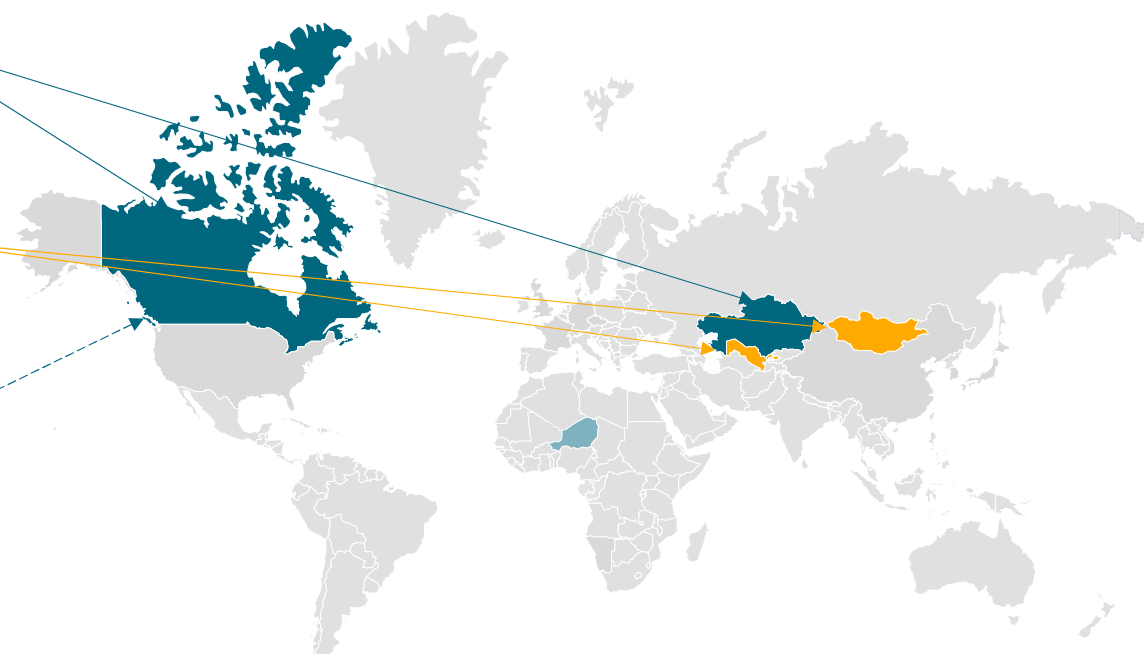
Mines en exploitation et projets à l'étude

1 Prolonger la durée de vie des mines existantes

2 Ouvrir des mines dans de nouveaux pays

3 Développer de nouvelles techniques pour exploiter les gisements atypiques

4 Explorer pour découvrir de nouveaux gisements



Canada



Niger



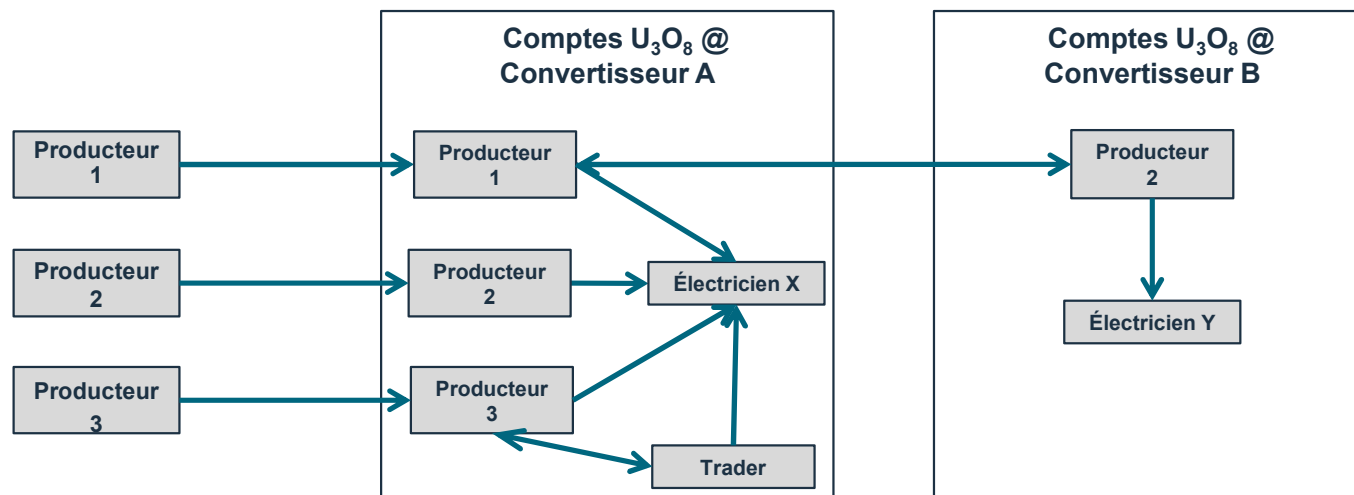
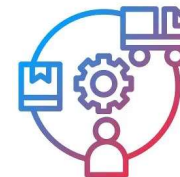
Kazakhstan



Flux uranium | Une fongibilité vertueuse et bénéfique pour la sécurité d'approvisionnement

Livraisons physiques

Plateformes commerciales des convertisseurs



- ✓ La fongibilité de l'uranium permet à l'industrie minière de minimiser les transports de concentrés qui sont quasiment systématiquement acheminés vers le convertisseur le plus proche, puis échangés avec d'autres producteurs aux situations symétriques

Processus acceptation de l'U₃O₈

- Pesée
- Echantillonnage
- Analyse des échantillons (contenu U, impuretés)
- Allocation de code en accord avec les accords bilatéraux internationaux
- Crédit sur compte des matières qualifiées sur une même plateforme permettant de les gérer indépendamment du flux physique pour les transactions suivantes (vente, achat, prêt ou échange)



URANIUM NATUREL APPAUVRI : MATIÈRE STRATÉGIQUE

Propriété de l'enrichisseur, sous-produit de services d'enrichissement réalisés pour le compte de ses clients

- Un stock Orano de 352 000 tU à fin 2024
- Entreposé sous sa forme U_3O_8 (matière solide, chimiquement stable, incombustible et non corrosive) sur les sites Orano du Tricastin et de Bessines
- Teneur moyenne 0,26% U^{235} (à comparer à l'uranium naturel 0,7%)
- Conditionné en conteneur métallique

Valorisation de l'uranium appauvri (Uapp)

Valorisation par ré-enrichissement

Gisement français équivalent à plus de 68 000 tonnes d'uranium naturel (Unat) « exploitable » par conversion – ré-enrichissement.

- ✓ Correspond à 8-9 ans de consommation annuelle du parc français actuel
- ✓ Orano a déjà pratiqué le ré-enrichissement d'une partie de son stock d'Uapp directement dans ses installations
- ✓ Réserve stratégique contribuant à la sécurité d'approvisionnement

Arbitrage économique entre le coût de l'effort de ré-enrichissement de l'Uapp et la valeur de l'Unat

Unat



Autres voies de valorisation

MOX

L'uranium appauvri entre à plus de 90% dans la composition du combustible MOX, le complément étant principalement du plutonium
> 100 t/an valorisées aujourd'hui

Autres

Pour des applications hors production nucléaire, des projets R&D visent l'exploitation de propriétés physico-chimiques particulières : densité, catalyse, électrochimique, thermique

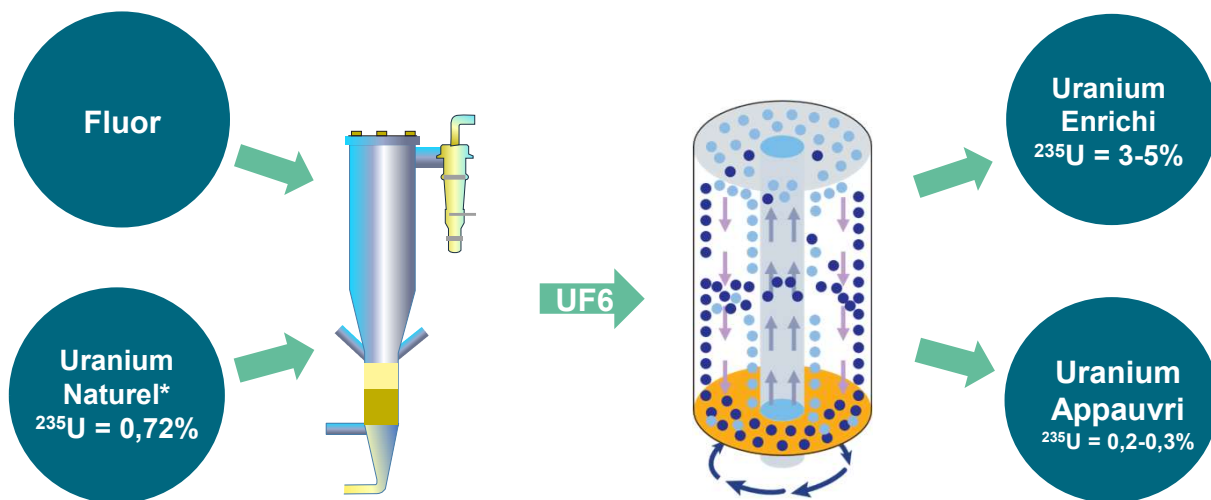
04 • Les étapes suivantes du cycle du combustible

CHIMIE & ENRICHISSEMENT

Orano | Une plateforme industrielle reconnue pour son expertise et ses procédés de pointe



* Unat = 98% uranium + 2% impuretés qui constituent les Résidus du Traitement de Conversion de l'Uranium (RTCU)



Conversion
Purification des
concentrés miniers

14 000 tU

de capacité annuelle
installée en conversion,
soit 2 fois le besoin de la
France
(12 672 tU en 2025)

Enrichissement
Concentration en
Uranium 235

7,5 MUTS

de capacité annuelle installée
en enrichissement,
soit le besoin de la France
(7,4 MUTS en 2025)

Une extension de capacité de
2,5 MUTS en construction et
le projet IKE

Sous l'effet de la force centrifuge les
molécules d' ^{238}U se concentrent en
périphérie tandis que les plus légères
(^{235}U) migrent vers le centre



**NB : les procédés de conversion et d'enrichissement
sont les mêmes pour l'uranium de retraitement (URT)**

IKE | Un projet aux Etats-Unis en complémentarité avec l'extension de l'usine d'enrichissement Georges Besse 2



Une volonté de développement de la filière nucléaire aux Etats-Unis...



Première puissance nucléaire du monde occidental



Croissance forte portée par le renouvellement du parc, le développement de nouveaux réacteurs, et les besoins futurs des datacenters / IA

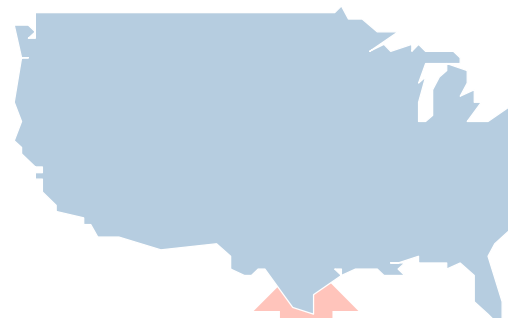


Politiques de soutien au développement du nucléaire et à l'établissement d'une filière de production domestique



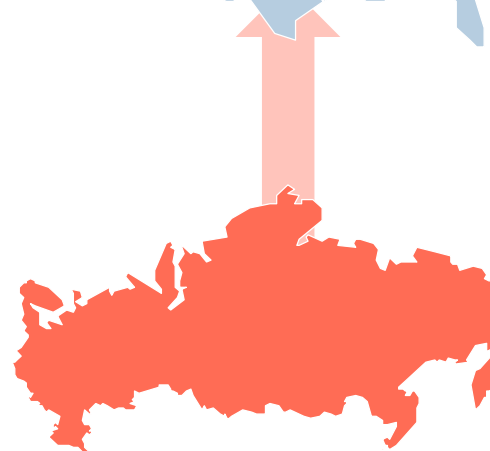
Tensions géopolitiques croissantes avec la Russie, se concrétisant avec le ban russe à partir de 2028

... mais une forte dépendance actuelle aux importations de services d'enrichissement



Les États-Unis ne maîtrisent pas la centrifugation à l'échelle industrielle

Urenco est l'unique enrichisseur présent sur le sol américain



La Russie reste le premier exportateur d'uranium enrichi aux États-Unis, répondant à 20-30% de la demande domestique en UTS



Quelques chiffres

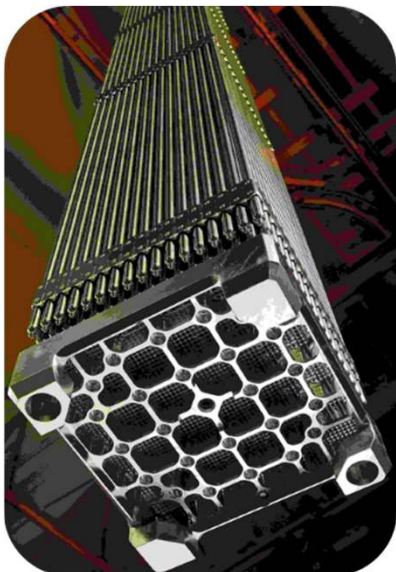
- 5 Md\$
- 3 à 4 MUTS/an
- 2031 -> 2036

Projet IKE

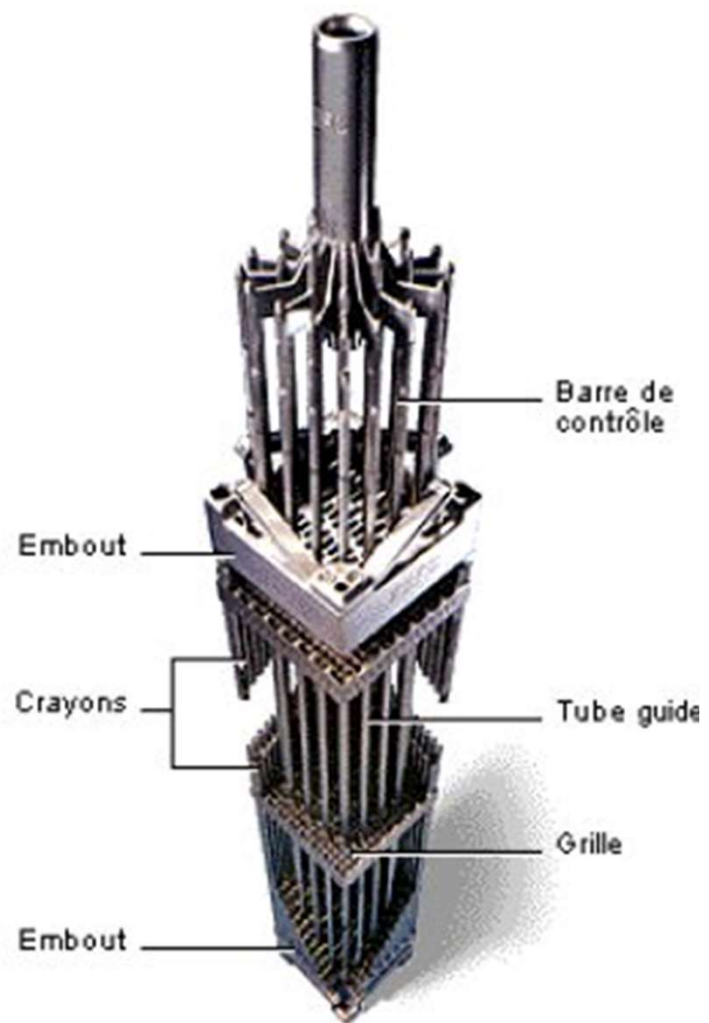
Usine d'enrichissement de l'uranium
OAK RIDGE, TENNESSEE

ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE

framatome

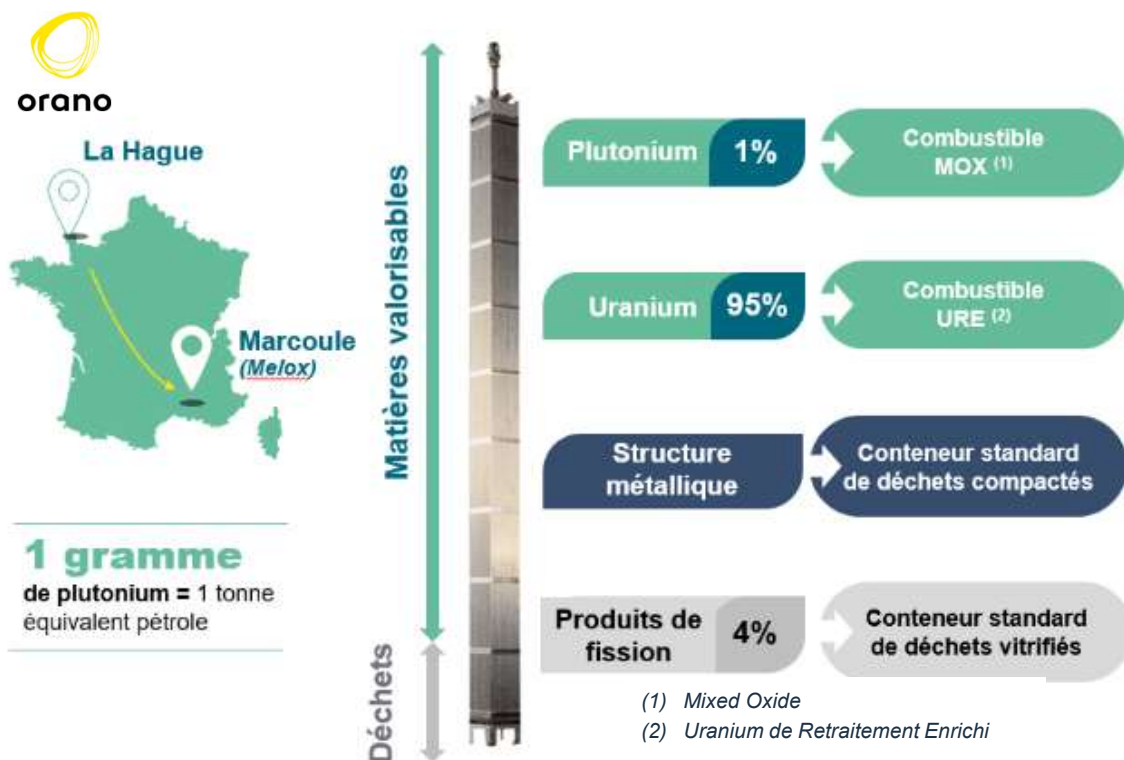


Westinghouse



TRAITEMENT RECYCLAGE

La stratégie de traitement recyclage du combustible, un atout majeur pour le parc nucléaire français



1 gramme
de plutonium = 1 tonne
équivalent pétrole

+ 42 000 t

de combustibles traités depuis 1976 (1 221 t en 2025)

+ 3 300 t

de combustibles MOX produits depuis 1995 à Melox (101 t en 2025)

Grâce à la stratégie française de traitement-recyclage du combustible, le parc dispose d'un avantage compétitif, permettant :

- un **recyclage** de **96%** des matières
- une diminution de **25%** des besoins en **uranium** naturel
- une diminution de la **radiotoxicité** (facteur **10**) et du volume des **déchets** à stocker (facteur **5**)
- une réduction de **75%** du nombre de combustibles usés à **entreposer**
- une réduction d'environ **50%** de l'empreinte **carbone** des activités du cycle combustible (qui représentent env. 2/3 de l'empreinte du kWh nucléaire)



Orano Aval du Futur | Un programme pour renouveler l'outil industriel et pérenniser la stratégie de traitement recyclage

Dans le cadre de la stratégie nationale bas-carbone et face aux enjeux climatiques, énergétiques et de souveraineté, la France a pris des engagements forts pour la filière nucléaire.

LES ENJEUX

- ✓ Prolongation des usines de traitement-recyclage d'Orano la Hague et de fabrication de combustibles MOX à Melox au-delà de 2040 (pérennité / résilience).
- ✓ Mise en service d'une nouvelle capacité d'entreposage de combustibles usés en 2040.
- ✓ Construction d'une nouvelle usine de fabrication de combustibles MOX sur le site de la Hague dont le démarrage de la production est prévu au début des années 2040.
- ✓ Construction d'une nouvelle usine de traitement des combustibles usés sur le site de la Hague d'ici 2045 / 2050.(selon pérennité / résilience).

Un chantier industriel d'envergure internationale

Expertise & retour d'expérience dans le pilotage de grands chantiers de construction

X 2 des ressources en ingénierie

Des usines à la pointe de la technologie

Un moteur de développement économique pour le territoire du Cotentin au-delà de 2050

+ 2 000 recrutements

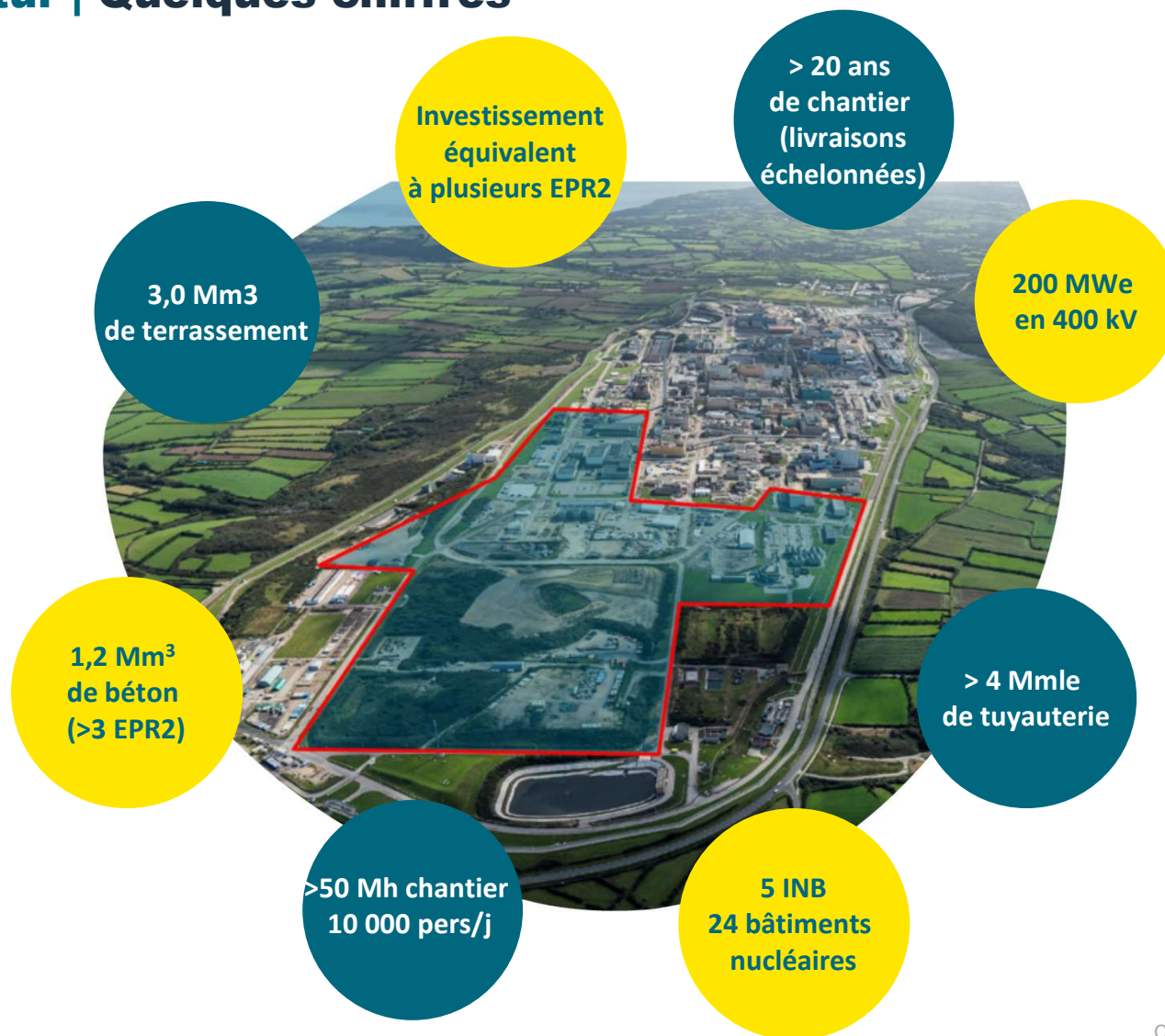
pour l'ingénierie d'Orano qui prévoit de passer à 4 000 collaborateurs à l'horizon 2030.

À partir de 2030

Montée en puissance de ce chantier d'exception qui finira à l'horizon 2050



Orano Aval du Futur | Quelques chiffres

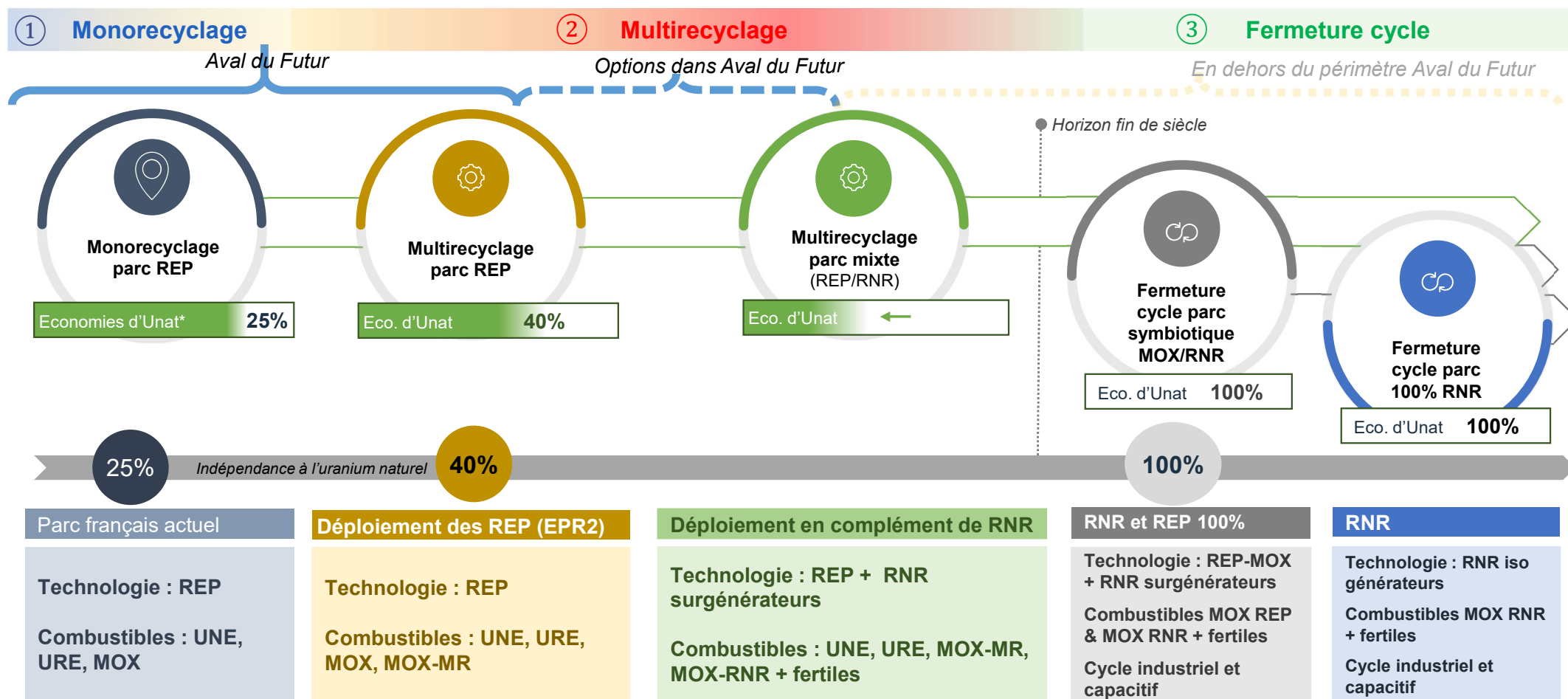


Orano Aval du Futur | Les principes d'implantation des ateliers sur le site de la Hague

Un projet à inscrire dans une dynamique territoriale



Fermeture du cycle | Une feuille de route de la filière nucléaire pour une désensibilisation progressive à l'uranium naturel



*Unat = consommations d'uranium naturel

Conférence SFEN RAL – 25 février 2026

05 • La stratégie d'approvisionnement EDF

• Les quatre piliers de la stratégie d'approvisionnement d'EDF

- 1 Un portefeuille de **contrats long terme** avec un équilibre entre prix fixes et de marché permettant de protéger en partie l'entreprise des fluctuations de prix
- 2 Une **diversification** des usines, fournisseurs et origines géographiques, cruciale pour faire face aux risques géopolitiques, industriels et climatiques
- 3 Un **dimensionnement des stocks** permettant d'être résilient en cas de rupture brutale de source d'approvisionnement
- 4 Une **stratégie de recyclage du combustible** renforçant l'indépendance aux ressources étrangères en uranium naturel



orano

Donnons toute sa valeur au nucléaire