

# **GT Transparence et Cycle**

## Valorisation de l'uranium appauvri détenu par Orano

29 mars 2018



# Sommaire

1. Quantités détenues
2. Perspectives de valorisation
3. Conclusions

# 01

## Quantités détenues

# Inventaire

Selon la pratique internationale du marché de l'enrichissement, le client fournit l'uranium à enrichir à l'enrichisseur. Celui-ci retourne à son client l'uranium enrichi issu du processus d'enrichissement et conserve la propriété de l'uranium appauvri qui est produit conjointement

**Quantités d'Uranium appauvri détenues par New AREVA à fin 2016 :**

**environ 310 000 tonnes d'Uranium appauvri détenues essentiellement sur 2 sites**

Tricastin : 173 300 tU

Bessines : 135 600 tU

**Nature des matières :  $U_3O_8$**

L'essentiel de cet uranium appauvri est détenu sous sa forme la plus stable : l' $U_3O_8$  (matière solide, chimiquement stable, incombustible, insoluble et non corrosive)

**Conditionnement des matières**

En conteneur métallique cubique de type DV70 (volume utile de 3 m<sup>3</sup>)



# 02

## Valorisation

# Valorisation

## **Combustible MOX**

Parc actuel ( $\approx$  150 t/an) puis parc futur (Gen IV)

## **Ré-enrichissement**

Stock détenu équivalent à environ 60 000 tonnes d'uranium naturel

## **Utilisations autres que la production électronucléaire**

Propriétés particulières de l'uranium

# Valorisation

## Combustible MOX

Parc actuel ( $\approx 150$  t/an) puis parc futur (Gen IV)

## Ré-enrichissement

Stock détenu équivalent à environ 60 000 tonnes d'uranium naturel

## Utilisations autres que la production électronucléaire

Propriétés particulières de l'uranium

# Portefeuille minier d'Orano



Somaïr, Imouraren

Cominak

Mc Arthur, Cigar Lake

Katco

Bessines – CXII – GBII

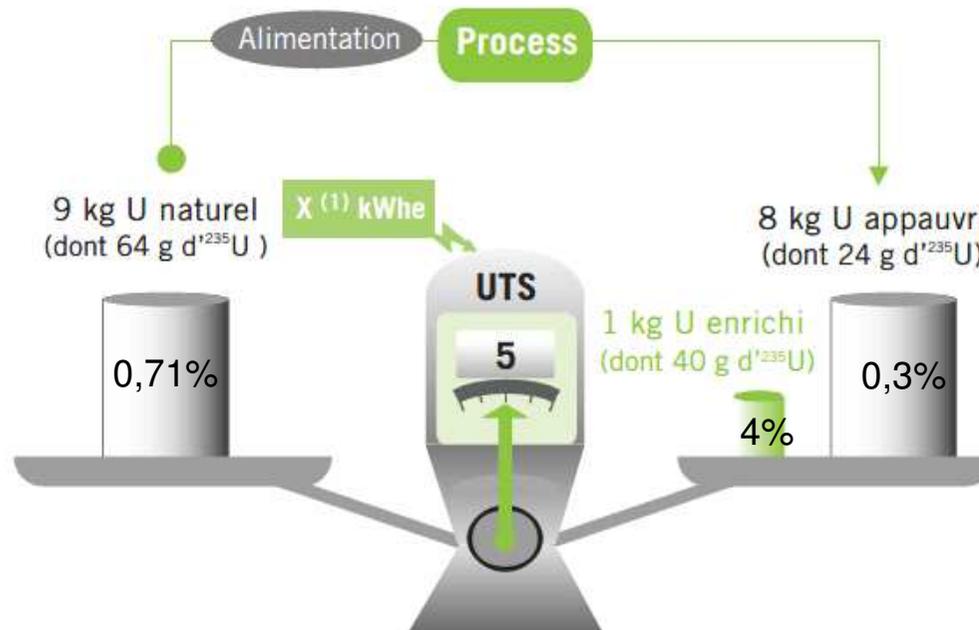


« gisement » domestique équivalent à  $\approx 60\,000$  tonnes d'uranium naturel  
« exploitable » par conversion – ré-enrichissement

fonctionnement souple, mise en œuvre de quelques mois seulement à comparer  
aux 10 ans de développement pour une mine classique

# Principes

Illustration de la production de 1 kg d'uranium enrichi à 4% en  $^{235}\text{U}$



# Principes

**Pour obtenir une même quantité d'uranium enrichi, on peut choisir d'utiliser:**

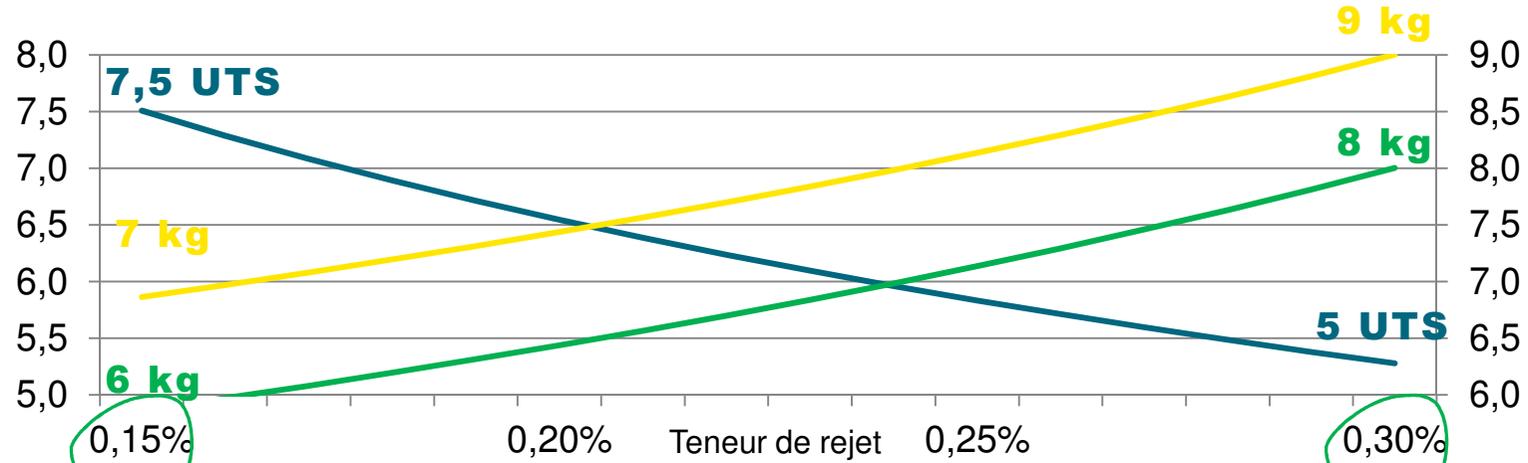
**plus d'uranium naturel et moins de services d'enrichissement ; on génère ainsi plus d'uranium appauvri, ou**

**moins d'uranium naturel et plus de services d'enrichissement ; on génère ainsi moins d'uranium appauvri.**

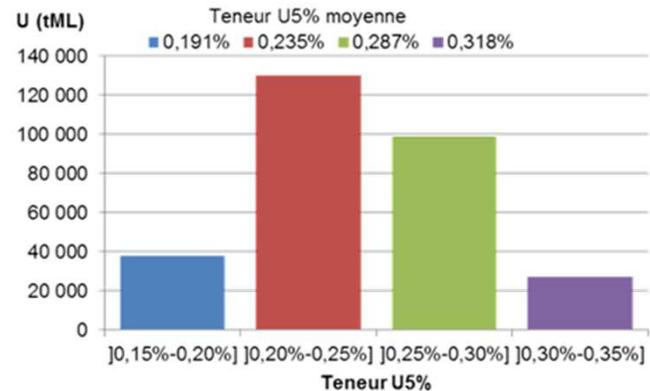
**L'arbitrage résulte d'une optimisation économique permanente entre le coût de l'uranium naturel et le coût de l'UTS.**

Quantités d'uranium naturel (kg) et effort de séparation isotopique (UTS) nécessaires pour obtenir 1 kg d'uranium enrichi à 4% en fonction de la teneur de rejet (%U<sup>235</sup> dans l'U appauvri)

UTS



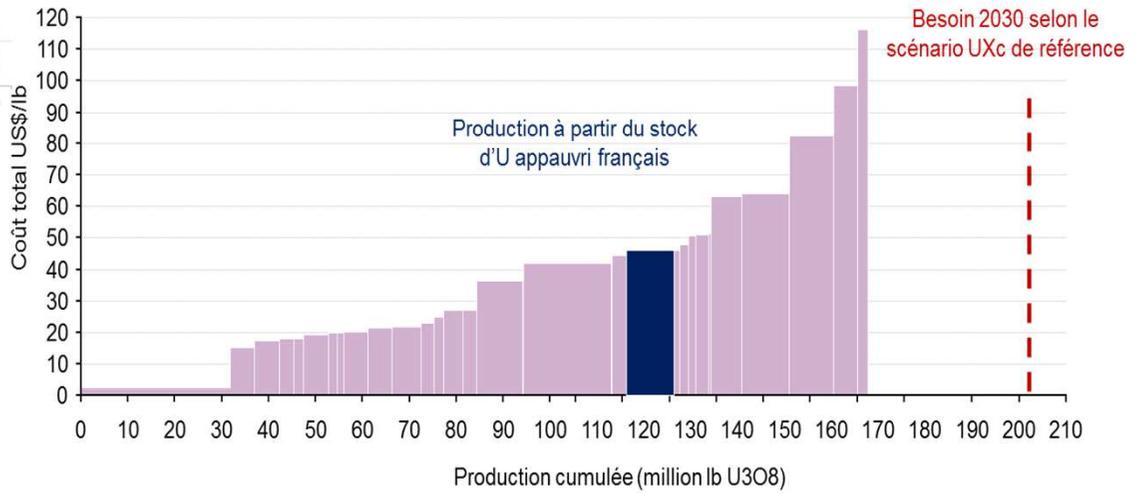
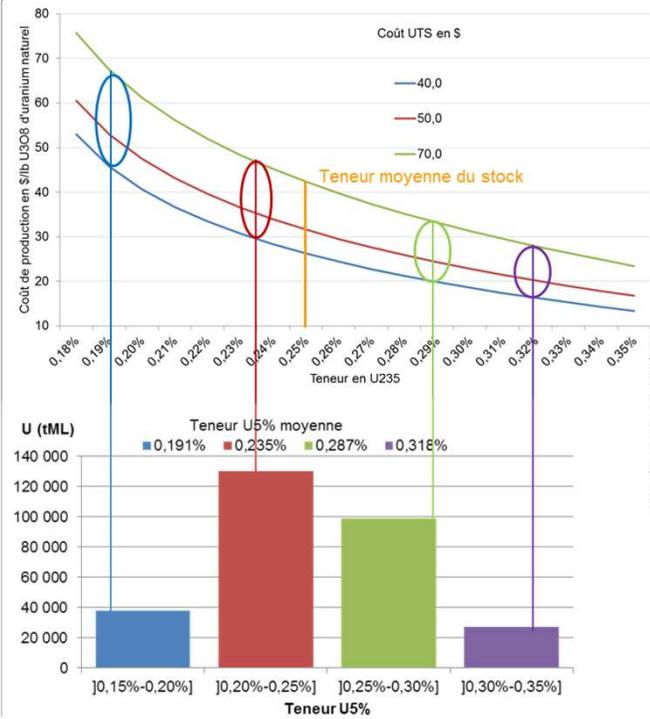
Kg



Isotopie du stock détenu par Orano

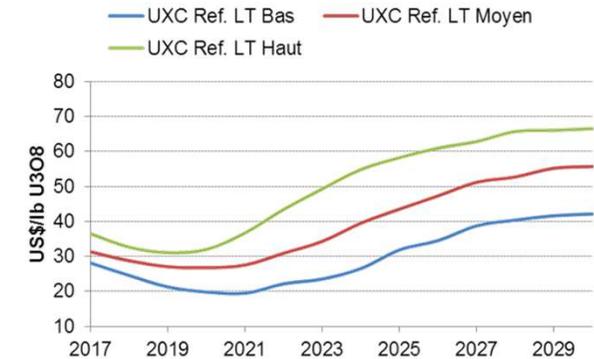
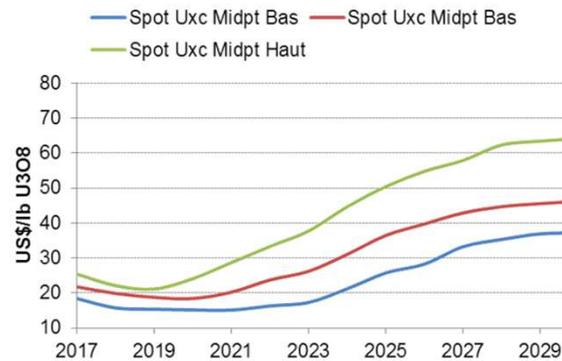


# Pertinence économique de « l'exploitation » du stock Orano



# Pertinence économique

## Indicateurs UXc



Source : UXc Uranium Market Outlook Q3 2017

# Valorisation

## **Combustible MOX**

Parc actuel ( $\approx 150$  t/an) puis parc futur (Gen IV)

## **Ré-enrichissement**

Stock détenu équivalent à environ 60 000 tonnes d'uranium naturel

## **Utilisations autres que la production électronucléaire**

Propriétés particulières de l'uranium

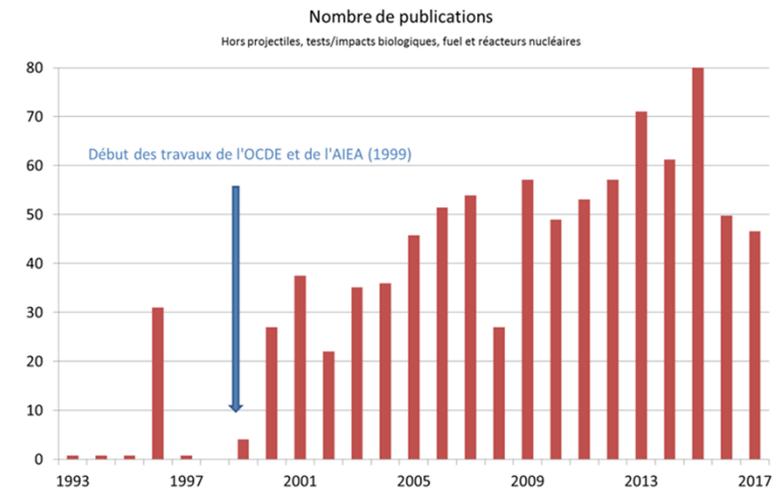


# Utilisations autres que la production électronucléaire

	Précisions	Usages potentiels	Ressources
Densité et dureté	Métal très dur et dense (densité 19 à comparer à 13 pour le plomb)	Masses mécaniques (volants inertiels, contrepoids, quilles de bateau)  Pointes de munitions perforantes	
Imperméabilité radiologique	Atténue efficacement les effets de la radioactivité	Blindage radiologique (conteneurs, entreposages et stockages de substances radioactives)	Ressources internes + contrats de recherche + essais laboratoires
Propriétés électrochimiques	4 niveaux d'oxydation / potentiel redox important	Batteries	Ressources internes + essais laboratoires
Propriété de catalyse	Utilisable comme (ou support de) catalyseur (Zn, Co, Au,...)	Catalyseurs	Ressources internes + contrat de recherche
Propriétés électroniques	UO <sub>2</sub> semi-conducteur	Convertisseur thermoélectrique Panneaux solaires photovoltaïques	Ressources internes + contrat de recherche avec essais laboratoires
Propriétés thermiques	Bonne tenue haute température	Convertisseurs thermoélectrique pour des utilisations à hautes températures	Ressources internes
Propriétés de solvataion/désolvataion		Stockage thermo-chimique réversible de chaleur	Ressources internes + contrats de recherche

## Recherches et développements relatifs à la valorisation de l'uranium « très » appauvri

- ❖ Visent notamment l'uranium issu du ré-enrichissement du stock d'uranium appauvri



# 03

## Conclusions

## Conclusions (1/3)

- ❖ Le stock d'uranium appauvri présent sur le territoire national représente un gisement qui peut être « exploité » afin de sécuriser l'offre Orano de fourniture d'uranium naturel; il représente l'équivalent de 60 000 tonnes d'uranium naturel, soit environ 9 années des besoins du parc électronucléaire français. Le poids de cette ressource dans le portefeuille d'Orano est réévalué périodiquement car il dépend d'une optimisation économique entre le coût de l'uranium naturel et le coût « d'exploitation » de ce stock (principalement conversion et enrichissement). Il est également lié à l'évolution des stratégies de production minière d'Orano et de recours à d'autres ressources secondaires.
- ❖ Selon un scénario « prudent » d'évolution du parc nucléaire mondial (440 GWe à l'horizon 2030- *source UXc Uranium Market Outlook Q3 2017*), l'évolution de la capacité installée nécessiterait la mise en exploitation de nouvelles mines à l'horizon 2025-2030.
- ❖ Pour Orano, le ré-enrichissement de l'uranium appauvri est considéré comme un projet alternatif à un projet minier en dehors de France qui nécessiterait investissement et développements, en complément de son portefeuille minier diversifié géographiquement

## Conclusions (2/3)

- ❖ Sur une base de 300 000 t d'Uranium appauvri à une teneur de 0,25% (teneur moyenne du stock détenu par Orano), il est en effet possible de « produire » près de 60 000 tU d'uranium naturel (soit environ 150 millions lb U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) à un coût de production entre \$30 et \$45/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, en fonction du coût des services d'enrichissement

Ces valeurs sont à mettre en perspective avec l'évolution du prix de marché de l'uranium; sur la base d'un scénario prudent d'évolution du parc électronucléaire mondial, le prix de l'uranium naturel pourrait dépasser \$45/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub> entre 2025 et 2030

Spot fin 2017 ≈ 20 \$/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 2025 [25;50] \$/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 2030 [37;64] \$/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (*projections : source UXc Uranium Market Outlook Q3 2017*)

- ❖ Cette mine s'insère facilement à l'avant de projets miniers aux coûts de production similaires car c'est une mine au fonctionnement souple, ne nécessitant pas d'investissement; comparé à une durée moyenne de 10 ans de développement pour une mine classique, le temps nécessaire entre la date de décision du ré-enrichissement et sa mise en œuvre est de quelques mois seulement. La présence de ce stock sur le territoire national est un facteur contribuant au renforcement de la sécurité énergétique.

# Conclusions (3/3)

## Recherches et développements relatifs à la valorisation de l'uranium « très » appauvri

- ❖ Un programme de recherche et développement est actuellement mené par Orano; il vise notamment la valorisation du l'uranium issu du ré-enrichissement du stock d'uranium appauvri (uranium très appauvri)
- ❖ Ce programme est basé sur l'exploitation de propriétés particulières de l'élément uranium permettant par exemple son utilisation à des fins de radioprotection, de génération d'électricité par effet thermoélectrique, d'accumulation d'électricité (batteries), de stockage d'énergie et de catalyse.



**orano**

Donnons toute sa valeur au nucléaire