



RESSOURCES NATURELLES CANADA - DE NATURE INVENTIVE

308

INFO41

Les enjeux de la filière uranifère au Québec

6211-08-012

Marché de l'uranium : Tendances mondiales

Présentation au Bureau des audiences
publiques sur l'environnement

Québec, le 18 septembre 2014



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

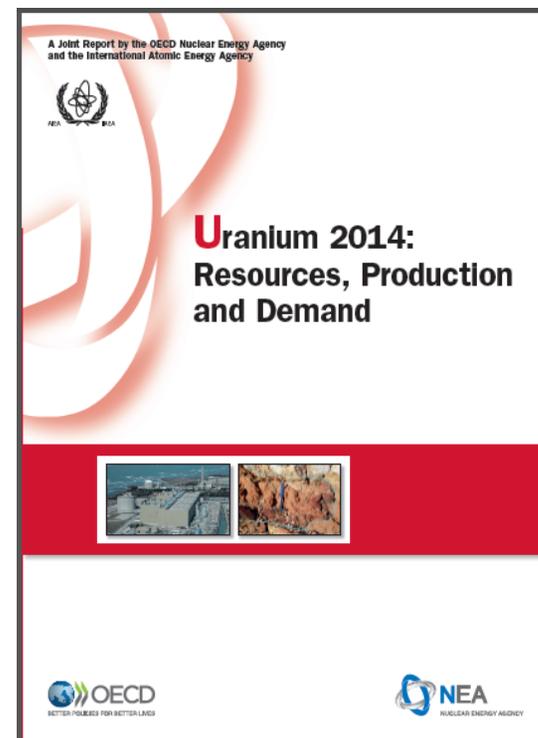
Aperçu de la présentation

- Demande mondiale d'uranium
- Production mondiale d'uranium
- Marché de l'uranium
- Ressources mondiales d'uranium
- Économie des gisements d'uranium
- Conclusions



Mise à jour : « Livre rouge » de 2014

- Le 9 septembre 2014, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (OCDE-AEN) ont publié le document *Uranium 2014 : Ressources, production et demande*.
- Le « Livre rouge » est le document de référence ultime sur l'uranium à l'échelle mondiale.
- On peut le télécharger sans frais, à : www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2014/7209-uranium-2014.pdf



Besoins actuels en uranium à l'échelle mondiale

- Pour approvisionner le parc actuel de centrales nucléaires partout dans le monde, on a besoin de 65 000 tonnes d'uranium (tU) par année :
 - L'exploitation minière produit actuellement 60 000 tonnes chaque année – 16 % du minerai vient du Canada).
 - Des quantités supplémentaires d'uranium proviennent de sources secondaires, soit les réserves des gouvernements et le retraitement.
 - Entre 1993 et 2013, des sources secondaires additionnelles équivalentes à 9 200 tU par année provenaient du démontage d'armes nucléaires prévu dans une entente conclue par les États-Unis et la Russie.
- Pour répondre à la demande actuelle en matière d'uranium, de nouvelles mines seront nécessaires, en raison de l'accessibilité réduite à des sources secondaires. En outre, il faudra remplacer les mines qui ferment lorsque les ressources sont épuisées.



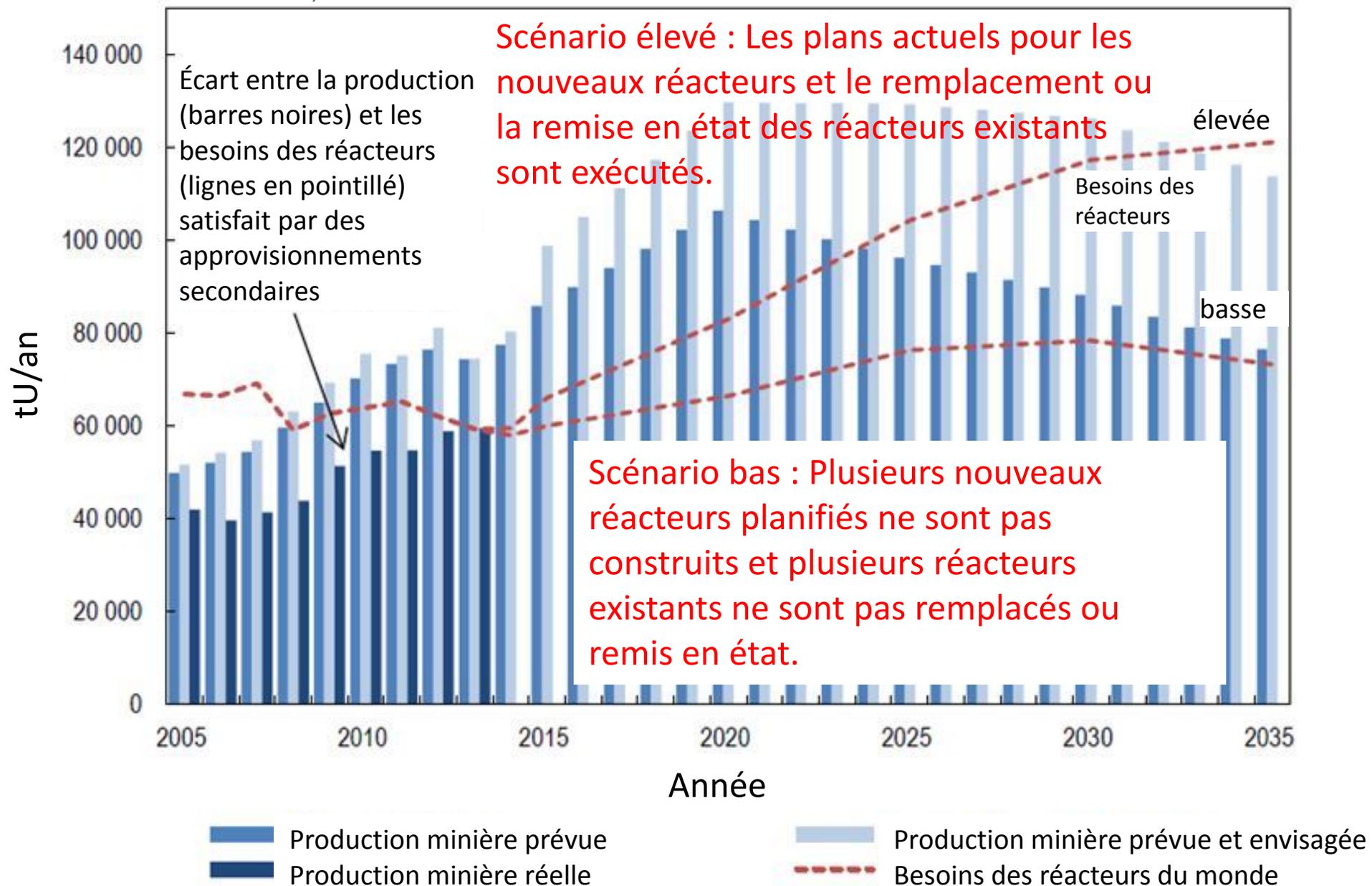
Besoins futurs en uranium

- Si l'énergie nucléaire ne fait que maintenir sa part actuelle de 12 % du marché de la production mondiale d'électricité, les besoins annuels en uranium en 2035 dépasseront 100 000 tonnes d'uranium par année.
- Cependant, selon l'AIEA et l'OCDE-AEN, la production d'énergie nucléaire pourrait augmenter de 80 % d'ici 2035.
- De nouvelles mines sont nécessaires pour répondre à la demande à la hausse.
- On s'attend à ce que le prix de l'uranium augmente, tandis que la demande augmente.
- En raison de la hausse des prix, davantage de gisements d'uranium deviendront exploitables.



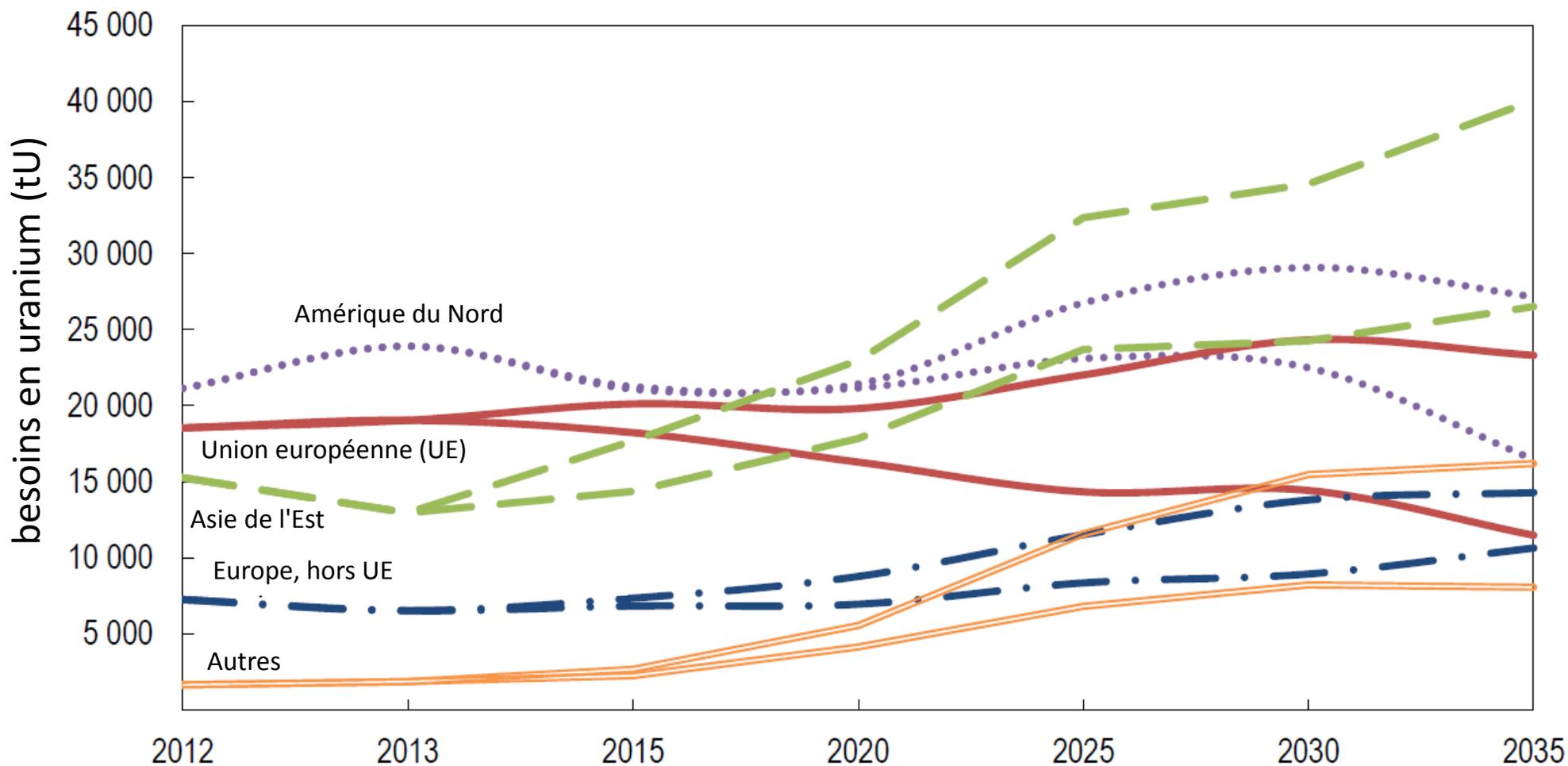
Demande future pour l'uranium

(AIEA/OCDE-AEN, 2014)



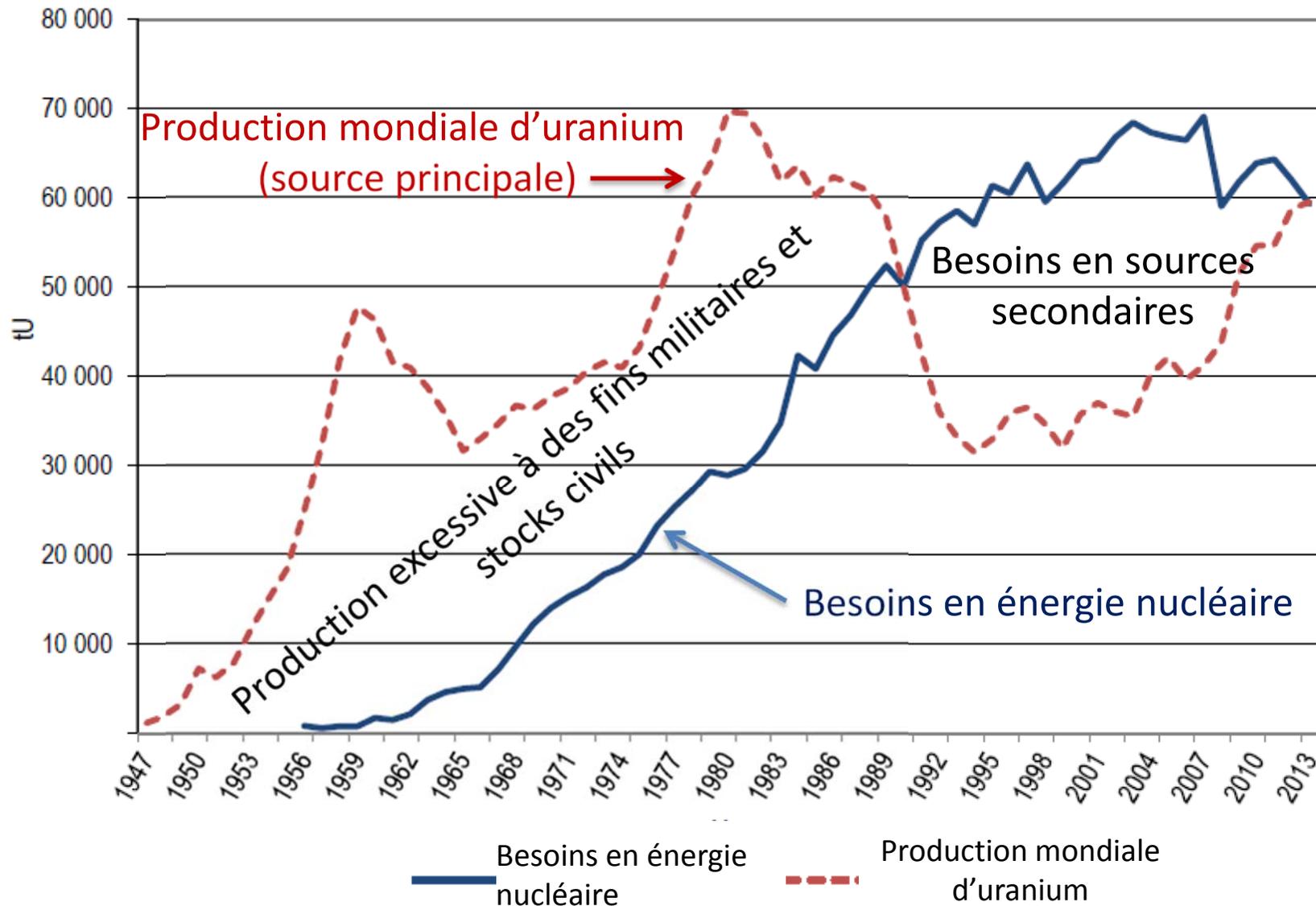
Projections basses et élevées des besoins régionaux en uranium jusqu'en 2035

(AIEA/OCDE-AEN, 2014)



Production et demande historiques mondiales d'uranium

(AIEA/OCDE-AEN, 2014)



Sources secondaires : Stocks militaires

- Entre 1993 et 2013, une source secondaire d'uranium très enrichi, l'équivalent d'environ 75 000 tU d'uranium naturel, a été fournie à la suite d'une entente conclue par les États-Unis et la Russie pour le démontage d'armes nucléaires. L'entente n'a pas été prolongée.
- Le département de l'Énergie américain a aussi libéré certains stocks militaires qui serviront à des fins civiles (~50,000 tU).
- Les stocks militaires sont limités. Ils ne peuvent combler qu'une portion des besoins futurs en uranium.



Sources secondaires : Retraitement du combustible épuisé

- Quelques pays retraitent le combustible épuisé.
- Le plutonium récupéré sert à produire du combustible d'oxydes mixtes.
- L'uranium récupéré est surtout stocké sous forme d'uranium de retraitement qui servira lorsque les surgénérateurs seront accessibles.
- Le coût du retraitement dépasse grandement le coût de l'achat de nouvel uranium. En outre, il pose d'importants défis techniques.
- Actuellement, le retraitement remplace la production de 2 000 tU d'uranium par année.

Sources secondaires :

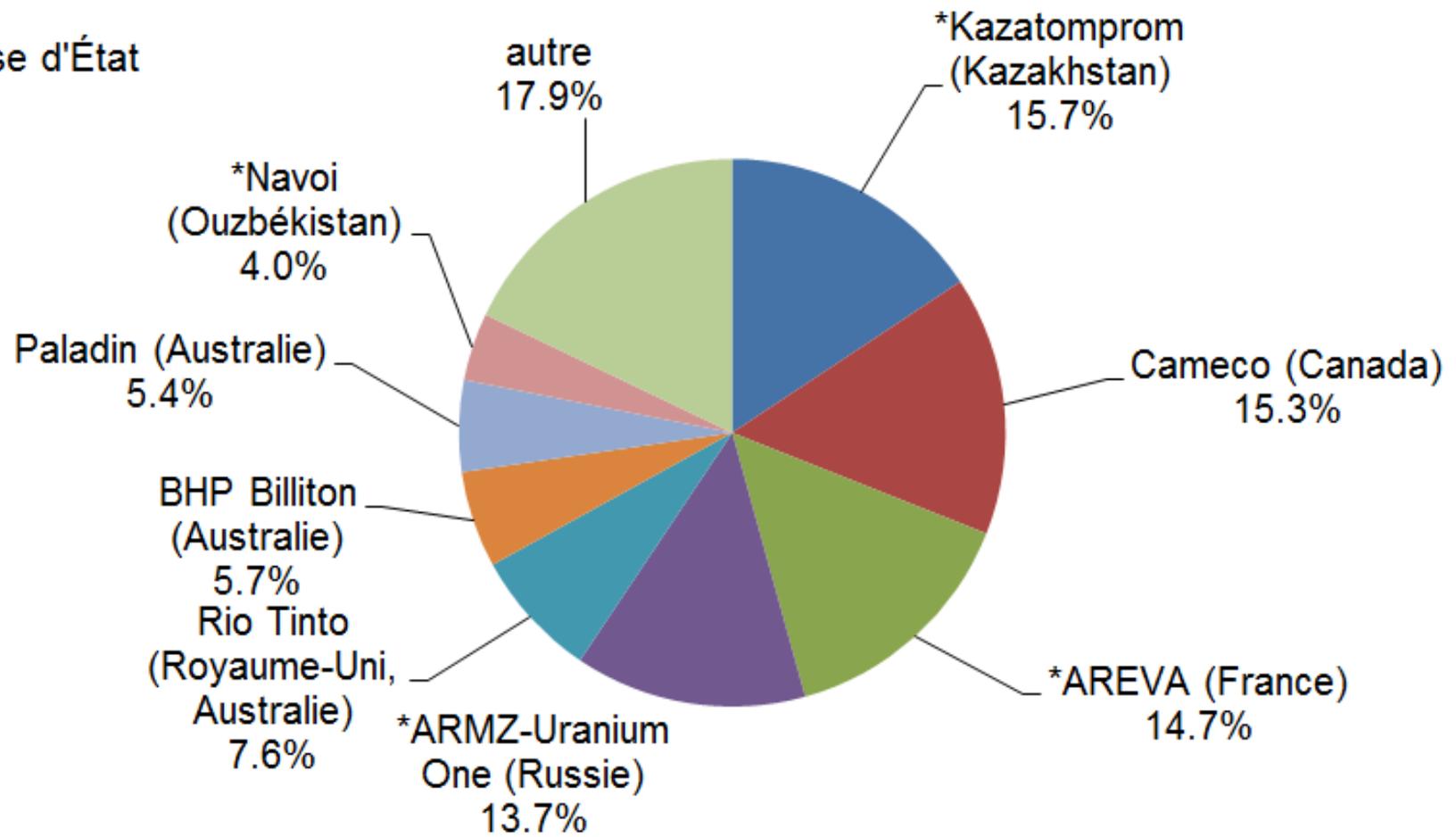
Enrichissement des résidus d'uranium

- L'uranium naturel renferme 0,7 % d'uranium-235, l'isotope nécessaire pour la fission.
- L'uranium est enrichi pour renfermer de 3 à 5 % d'uranium-235, et servira dans les réacteurs à eau ordinaire.
- Les résidus d'uranium ayant subi un processus d'enrichissement peuvent tout de même contenir jusqu'à 0,3 % d'uranium-235.
- Les résidus pourraient être retraités pour produire du combustible enrichi. Ce ci n'est pas actuellement rentable à l'échelle mondiale.

Les minières d'uranium: Nationalité et contribution à la production mondiale

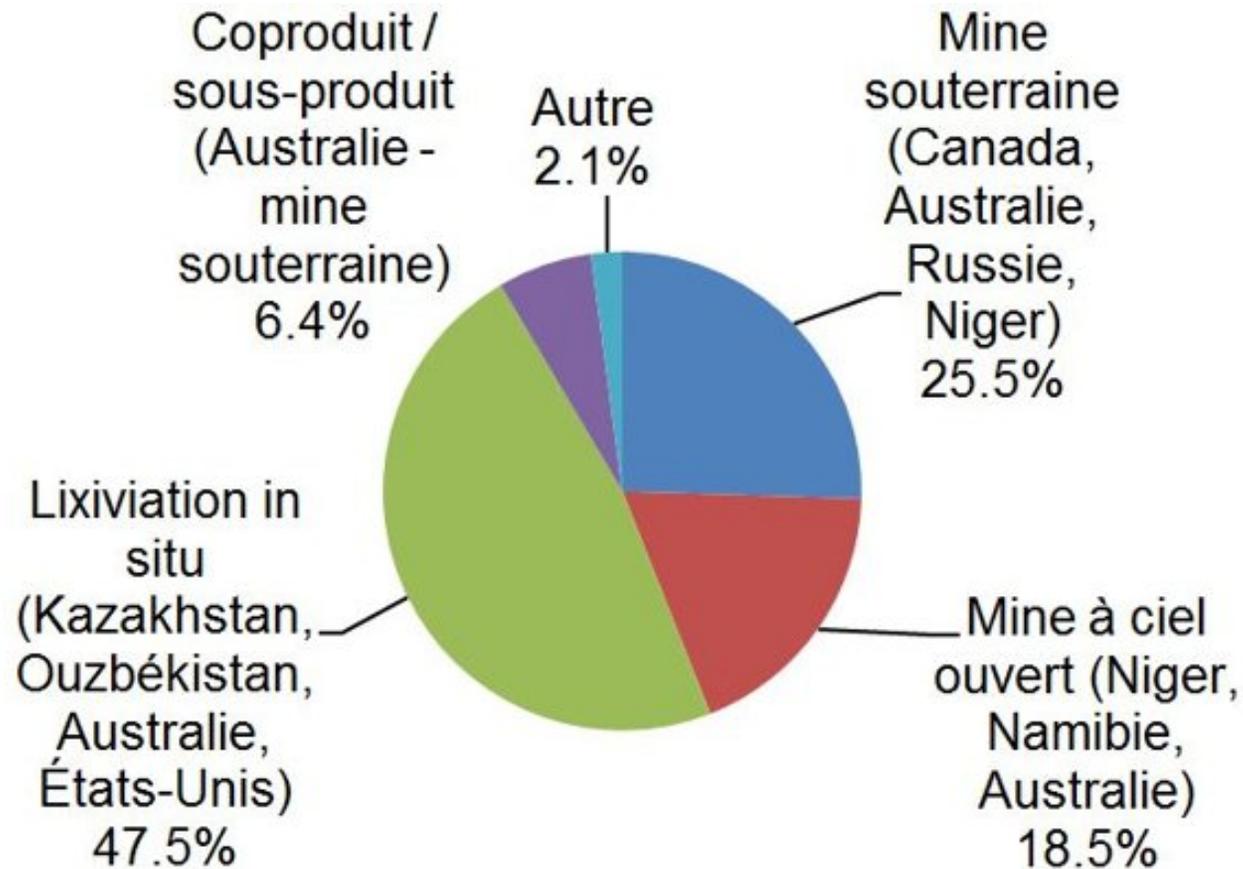
2013 Production: 59,637 tU (Association nucléaire mondiale).

* entreprise d'État



2013 production mondiale par méthode de production

(AIEA/OCDE-AEN, 2014)



Teneur en minerai, ressources et production des plus grosses mines d'uranium conventionnelles du monde

(AIEA/OCDE-AEN 2014)

Mine	Endroit	Type	% Teneur	Ressources (incluant réserves) (tU)	2013 Production (tU)
1 - McArthur River	Canada	souterraine	12.2	135 500	7744
2 - Cigar Lake	Canada	souterraine	14.0	81 000	0 (début mars 2014)
3 - Olympic Dam	Australie	souterraine (mine de cuivre)	0.05	2 450 000	3399
4 - SOMAIR	Niger	à ciel ouvert	0.25	42 200	2730
5 - Ranger	Australie	à ciel ouvert	0.1	22 100	2510
6 - Priargunsky	Russie	souterraine	0.16	101 500	2133
7 - Langer Heinrich	Namibie	à ciel ouvert	0.05	60 900	2098
8 - Rossing	Namibie	à ciel ouvert	0.03	90 100	2031
9 - Rabbit Lake	Canada	souterraine	0.61	11 300	1587
10 - COMINAK	Niger	souterraine	0.39	47 400	1508

Marché de l'uranium : Acheteurs

- Les acheteurs sont principalement des sociétés de services publics des secteurs public et privé.
- Exigent un approvisionnement en uranium permanent et sécurisé, et préfèrent conclure des contrats à long terme quant à l'approvisionnement en uranium.
- Contrairement aux autres métaux, l'uranium n'est pas négocié à la bourse de marchandises.
 - Les achats sont négociés avec les producteurs.



Prix de l'uranium

- Industrie de l'exploitation minière : Prix du concentré d'uranium (ou concentré de minerai d'uranium) en \$ US par livre de U_3O_8 .
- AIEA/OCDE-AEN : Prix en \$ US par kilogramme d'uranium métallique (kgU).
- $1/lb U_3O_8 \$ US = 2,6/kgU \$ US$.



Prix de l'uranium

- Cours au comptant de l'uranium :
 - Prix de l'uranium livré à court terme (habituellement moins de 1 an)
 - Moins de 15 % du marché total de l'uranium.
 - Cours au comptant actuel (15 septembre 2014) :
 - 34/lb U_3O_8 \$ US = 88,4/kgU \$ US



Prix de l'uranium

- Prix dans le cadre d'un contrat à long terme :
 - Le prix de l'uranium dans le cadre de nouveaux contrats négociés entre un acheteur et un vendeur pour fournir de l'uranium pendant plusieurs années.
 - Plus de 85 % du marché total de l'uranium.
 - En fonction du cours au comptant, les contrats peuvent prévoir un prix plancher et un prix plafond.
 - Prix à long terme actuel (15 septembre 2014) :
 - 44/lb U_3O_8 \$ US = 114,4/kgU \$ US

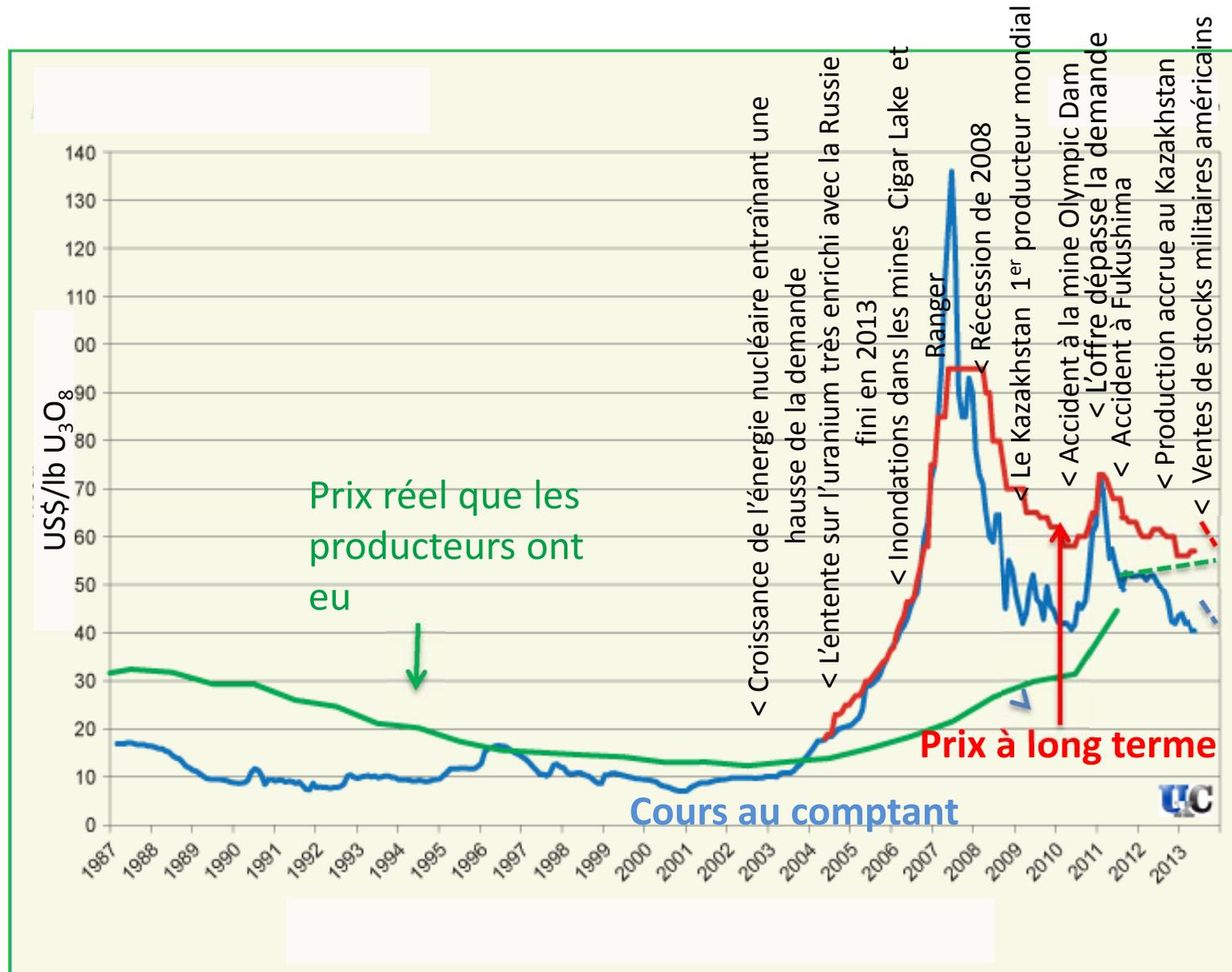


Prix de l'uranium

- Prix moyen que les producteurs obtiennent :
 - Plus de 85 % de la production est vendue par le moyen de contrats à long terme.
 - Plusieurs de ces contrats ont été signés lorsque les prix étaient beaucoup plus élevés qu'aujourd'hui.
 - On se sert du prix obtenu dans le cadre de contrats à long terme et du prix obtenu au marché au comptant pour calculer le prix moyen général obtenu.
 - Exemples : Prix à long terme de l'Agence d'approvisionnement d'Euratom, prix moyen réalisé de Cameco.

Prix de l'uranium : 1987–2013

(Association nucléaire mondiale, 2014)



Estimations de ressources

- Dresse la liste du tonnage et de la teneur moyenne du gisement qui affiche un potentiel quant à l'exploitation rentable à un prix précis du produit.
- Pour déterminer une teneur limite, on utilise un prix futur supposé du produit et une estimation brute préliminaire des coûts d'exploitation minière par tonne de minerai.
- Des normes existent pour veiller à ce que des personnes compétentes réalisent une estimation des ressources :
 - Canada – National Instrument 43-101
 - Australie – Code du Joint Ore Reserves Committee (JORC)



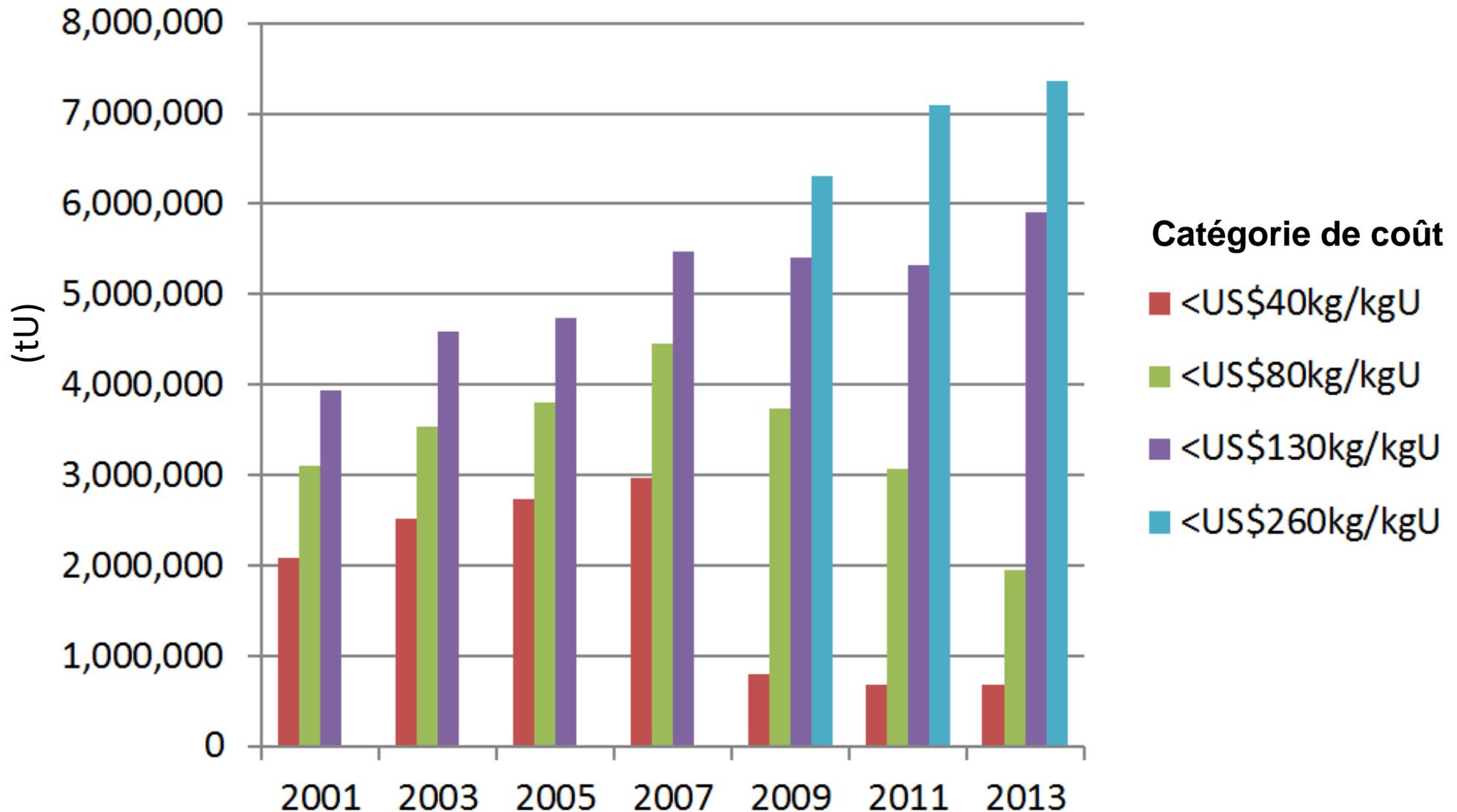
Estimations de ressources

- Trois catégories de ressources :
 - Mesurées – Le tonnage et la teneur de tête sont bien définis à l'aide d'un échantillonnage adéquat.
 - Indiquées – Le tonnage et la teneur de tête sont estimés en fonction d'un échantillonnage partiel et de l'interprétation géologique.
 - Inférées – Le tonnage et la teneur de tête sont estimés en fonction de l'interprétation géologique et d'un échantillonnage restreint.
- Ressources déterminées par l'AIEA/OCDE-AEN : mesurées + indiquées + inférées



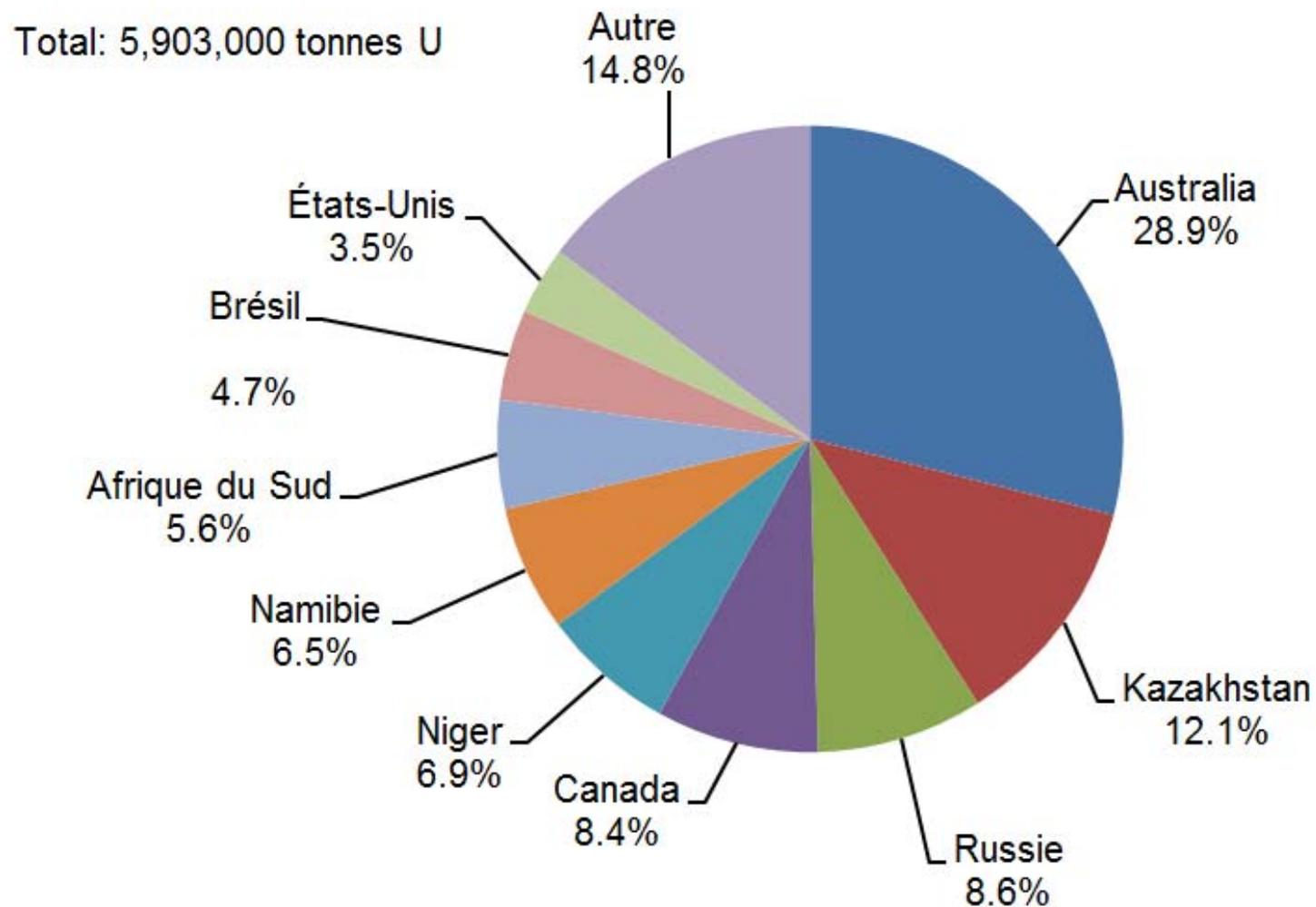
Ressources déterminées : 2001-2013

(AIEA/OCDE-AEN)



Ressources d'uranium déterminées à l'échelle mondiale <130 kgU \$ US au 1er janvier 2013

(AIEA/OCDE-AEN)



Réserve minérale

- Réserve minérale : Portion d'un corps de minerai jugé être économiquement exploitable.
- On classe les ressources parmi les réserves prouvées ou probables tandis que des travaux additionnels sont réalisés.
- Habituellement, cela exige une étape d'exploration avancée pour acquérir davantage de connaissances sur le corps de minerai.
- L'exploration avancée peut aussi servir à trouver des corps de minerai adjacents.
- Pour établir une réserve minérale, il faut réaliser une étude de la rentabilité préliminaire, qui comprend un plan d'exploitation minière éventuelle.



Exploitabilité des gisements minéraux

- Pour qu'une mine soit exploitable, le minerai exploitable doit avoir une valeur sur le marché supérieure aux coûts du développement, de l'exploitation et de la fermeture de la mine (mise hors service, remise en état du site et surveillance à long terme).
- Il faut tout d'abord déterminer la méthode d'exploitation proposée (à ciel ouvert ou souterraine) et la méthode de transformation (broyage ou lessivage).
- Afin de décider de développer une mine, il faut réaliser une étude de la rentabilité et une évaluation environnementale.



Conclusions :

- Des mines d'uranium supplémentaires seront requises à l'avenir, afin de répondre à la demande en matière d'énergie nucléaire.
- Les ressources d'uranium déterminées suffisent à appuyer une croissance substantielle de l'énergie nucléaire.
- La hausse de la demande entraînera une hausse du prix de l'uranium, augmentant l'exploitabilité de plusieurs gisements d'uranium.

