



Vers un nucléaire durable avec la quatrième génération

Anne Baschwitz

Etudes de Scénarios



Parc mondial

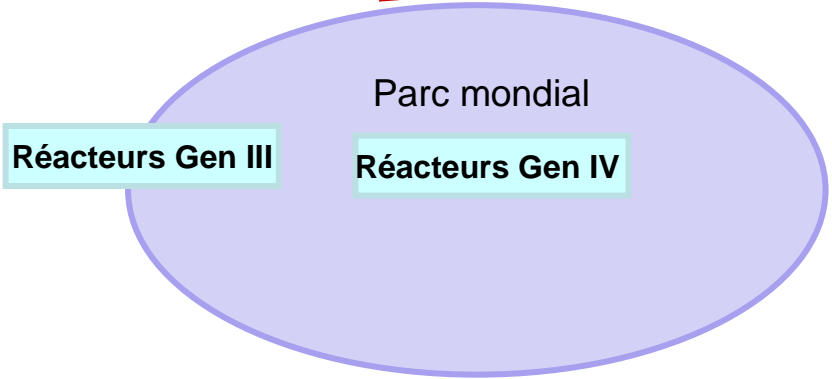
- Réacteurs Gen II
- Réacteurs Gen III
- Réacteurs Gen IV

Transitions possibles

Quelle croissance pour le nucléaire?

Quel rythme pour le déploiement des filières?

Quelle consommation des ressources?

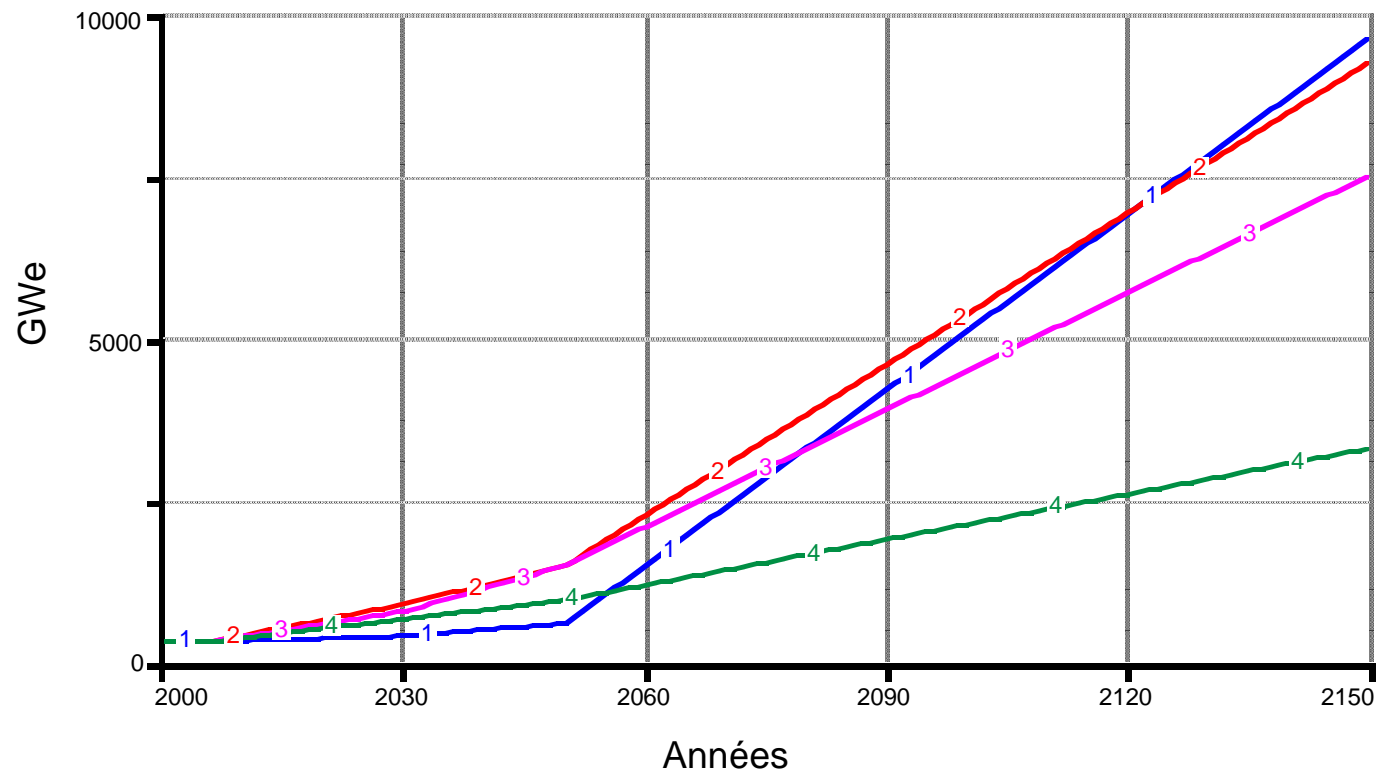


Scénarios de demande énergétique

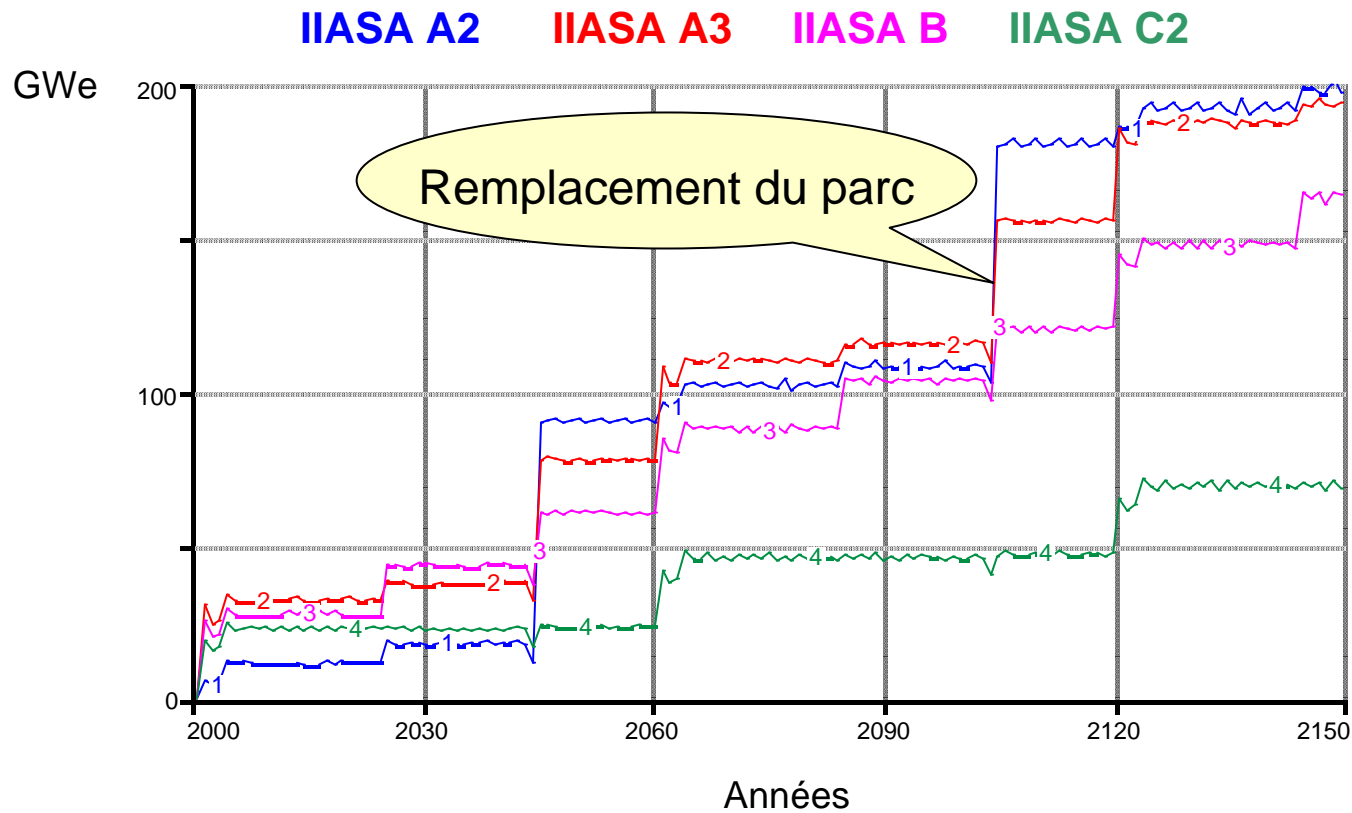


Capacité nucléaire installée

IIASA A2 IIASA A3 IIASA B IIASA C2



Capacité nucléaire à installer chaque année



Ressources en uranium

Données OECD/NEA-IAEA. Uranium 2007: Ressources, production et demande



- Ressources classiques d'Uranium → 16 Mt

Tranches de coûts	Ressources identifiées (en millions de tonnes d'U)		Ressources non découvertes (en millions de tonnes d'U)	
	Ressources raisonnablement assurées (RRA)	Ressources présumées	Ressources pronostiquées	Ressources spéculatives
Tranche de coût indéterminée	–	–	–	2.98
< 130 US\$/kgU	5.47		2.77	4.8
	3.34	2.13		
< 80 US\$/kgU	4.46			
	2.60	1.86		
< 40 US\$/kgU	2.97			
	1.77	1.20		

- Ressources non classiques d'Uranium
(sous-produit d'importance secondaire, par exemple associé à des phosphates, des schistes noirs, etc.) → 22 Mt
- “Gisements” de faible teneur (eau de mer...) → 4000 Mt



Etudes réalisées avec le modèle **GRUS**:

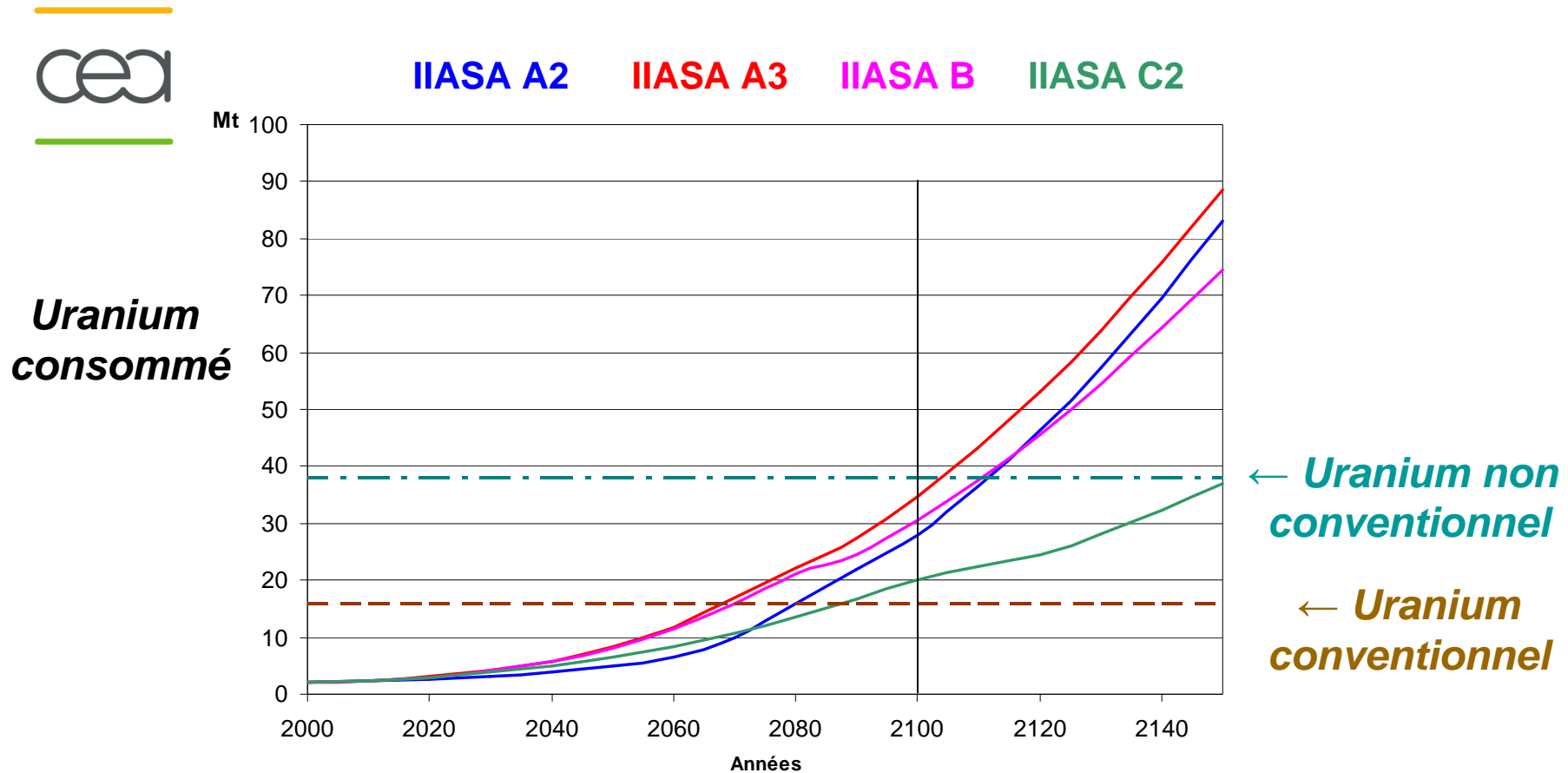
Gestion des **R**essources en **U**ranium développé sous environnement **S**tella

Hypothèses d'introduction des réacteurs

Jusqu'en 2040, seuls des REP, de type EPR sont déployés. A partir de 2040, différentes hypothèses d'introduction des nouveaux réacteurs sont envisagées:

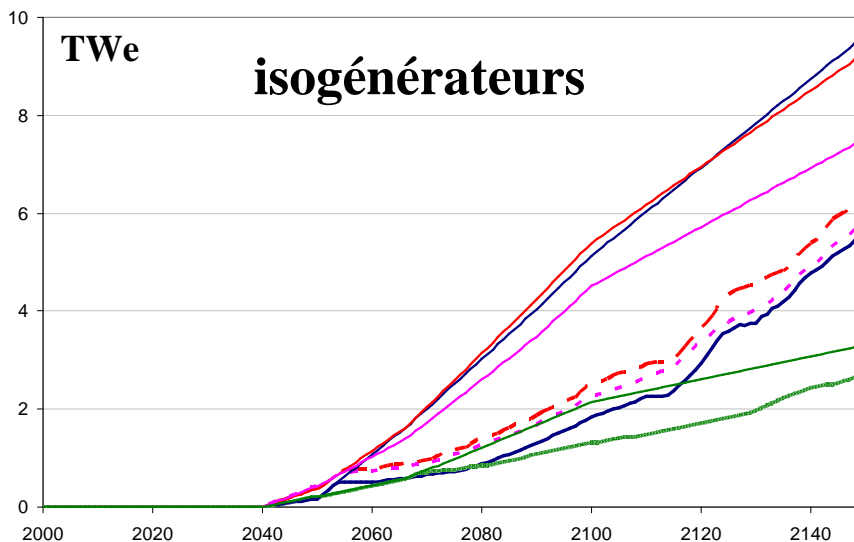
- Tous les nouveaux réacteurs installés jusqu'à la fin du siècle restent de type REP
- On introduit les réacteurs de 4^{ème} génération (type RNR-Na seulement actuellement) selon la disponibilité du plutonium

Installation de REP uniquement, sans recyclage



=> *Les réacteurs à neutrons rapides apparaissent nécessaires au développement durable du nucléaire*

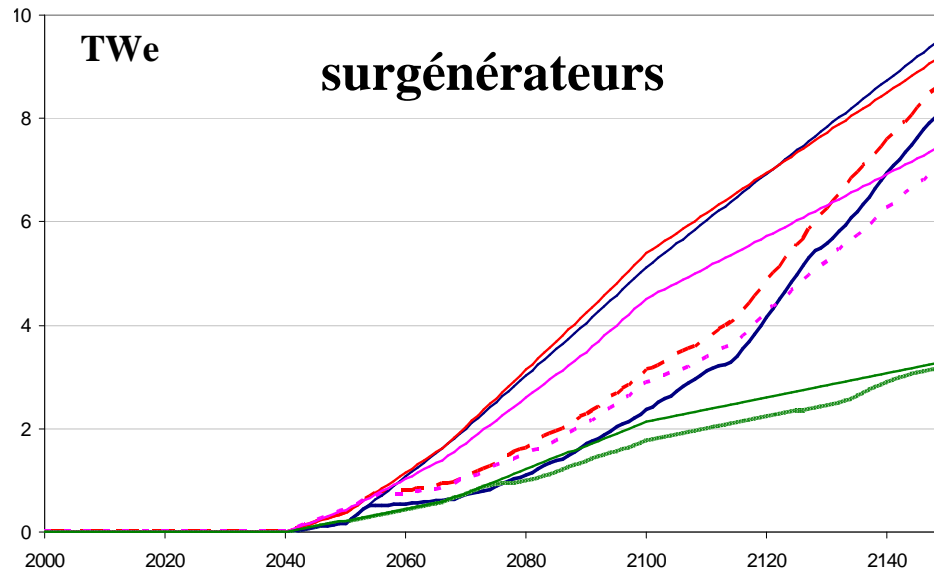
Capacité installée en RNR compte tenu de la disponibilité du Pu



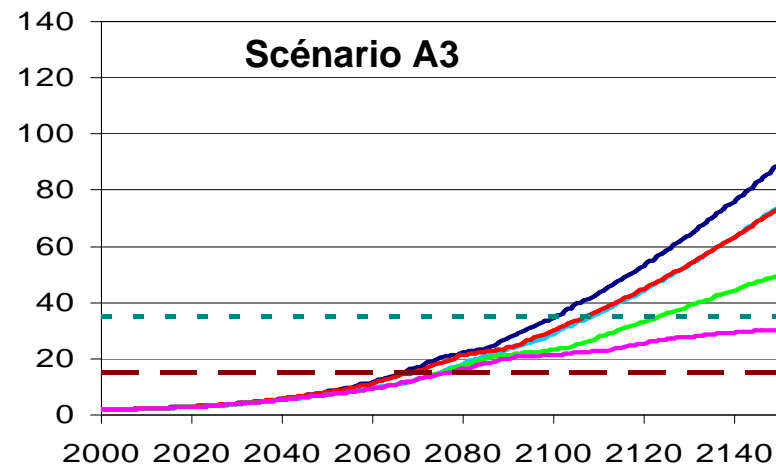
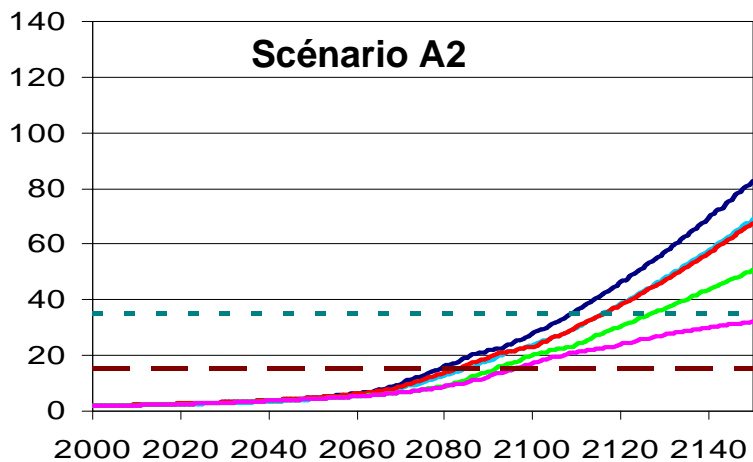
Sur toute la période, le nombre de RNR installés dépend plus de la disponibilité du Pu que de la demande énergétique

- A2 contraint
- - A3 contraint
- · - B contraint
- · - C2 contraint
- A2 pas contraint
- - A3 pas contraint
- · - B pas contraint
- · - C2 pas contraint

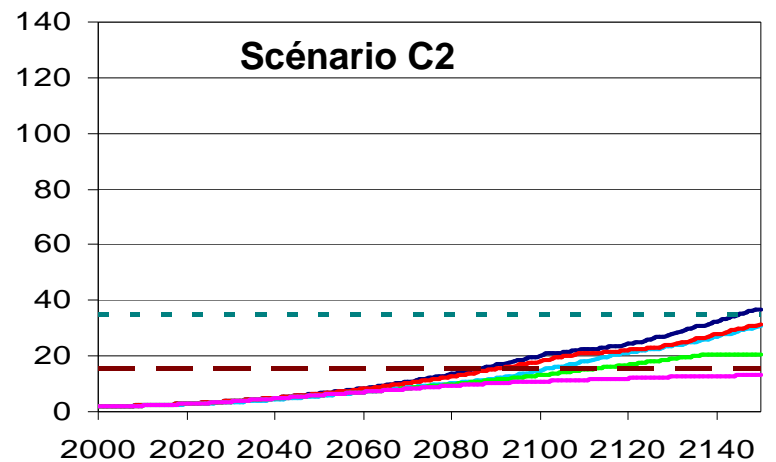
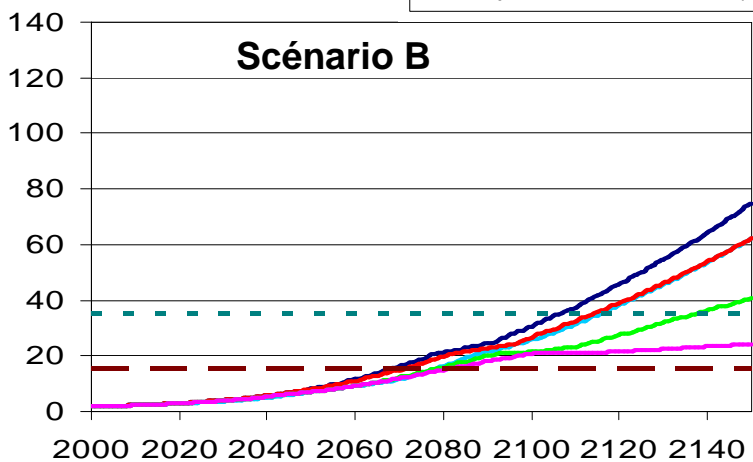
L'impact de la surgénération ne sera significatif qu'à partir du siècle prochain.



Cumul de l'uranium consommé en Mt



- REP seuls, cycle ouvert
- REP seuls, MOX et URE
- déploiement de 20% de RNR
- déploiement de RNR (GR=0)
- déploiement de RNR (GR=0.3)



Conclusions



- La technologie des RNR apparaît nécessaire au développement durable du nucléaire.
- Mais le rythme d'émergence de la filière RNR est limité par la disponibilité du Pu.
- Les réacteurs de 3^{ème} et 4^{ème} génération cohabiteront donc au cours du 21^{ème} siècle.
- Il est important que la relance du nucléaire intervienne le plus tôt possible pour pouvoir augmenter les quantités de Pu fabriquées. Ce serait une erreur de vouloir attendre la disponibilité des RNR.
- Pour les scénarios de forte demande, les 16 millions de tonnes correspondant aux ressources conventionnelles identifiées auront été consommées avant 2100, quel que soit le type de déploiement.
- La surgénération aura un effet significatif sur la consommation d'uranium à partir du siècle prochain.

Perspectives



De nouvelles études d'évolution du parc seront réalisées à l'I-tésé:

- en travaillant par zone géopolitique homogène
- en fonction de certains critères économiques
- en mettant en concurrence le nucléaire avec d'autres types d'énergie