

Les réacteurs de 4^{ème} génération et le cycle du combustible associé

Christophe BEHAR
Directeur de l'Énergie Nucléaire

Contributions au Forum GEN IV



VHTR	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
GFR		◆	◆	◆		◆				
SFR		◆	◆	◆	◆		◆	◆		◆
SCWR	◆	◆		◆						
LFR		◆		◆						
MSR		◆	◆							

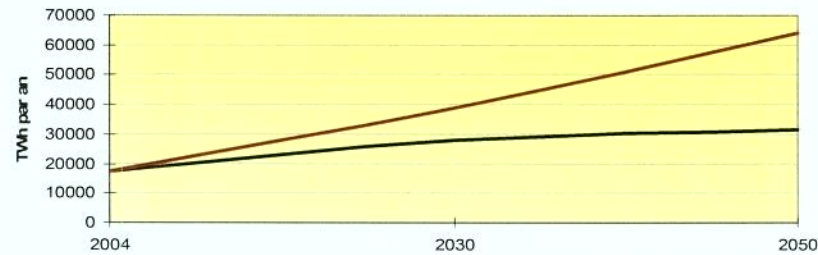
Intérêt des réacteurs de 4^{ème} génération

La donne énergétique à l'horizon 2050



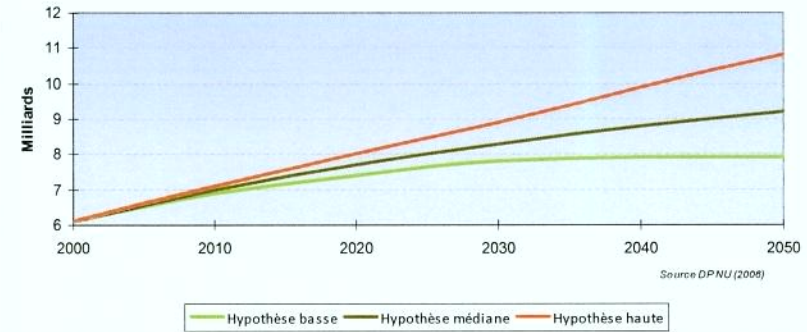
énergie atomique • énergies alternatives

Projection de la demande mondiale en électricité



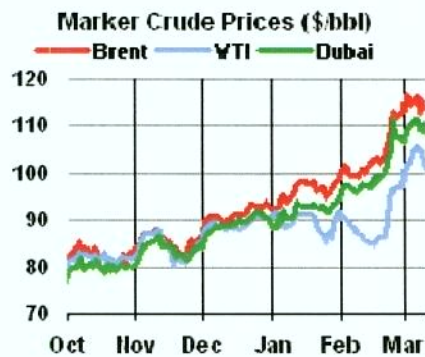
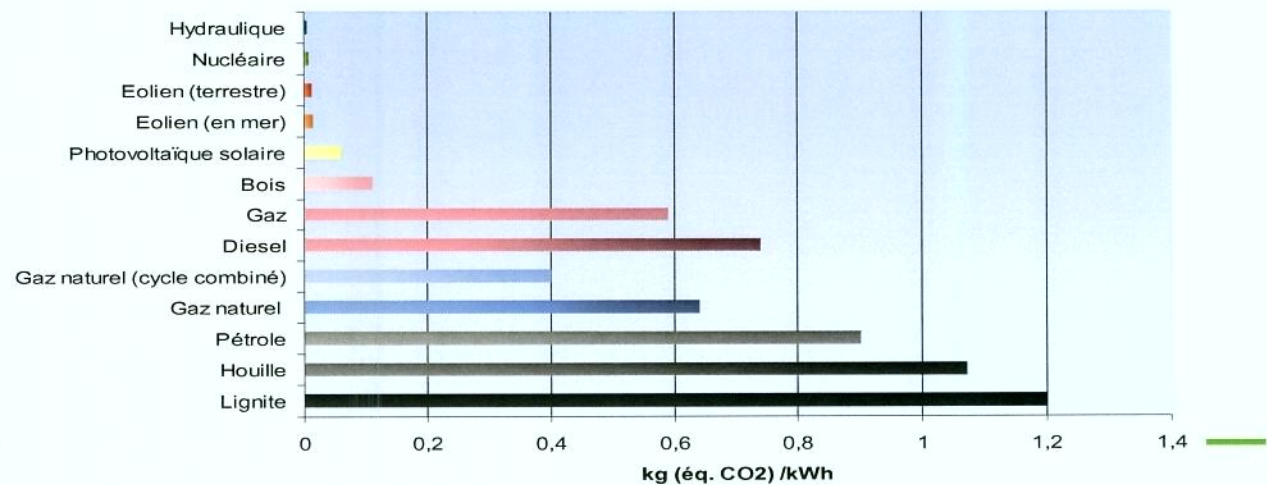
Source AIE, AIEA, GIEC, WEO - 2005-2007

Prévisions des Nations Unies pour la population mondiale



Source DPNU (2008)

Emissions de gaz à effet de serre de certaines filières énergétiques



Évolution des prix du pétrole brut d'octobre 2010 à mars 2011 (source AIE)

Pourquoi un Réacteur à Neutrons Rapides (RNR) ?



énergie atomique • énergies alternatives

- Possibilité de consommer le plutonium produit par le parc avec recyclage total des matières énergétiques contenues dans les combustibles usés des REL ou des RNR**
- Optimisation de la ressource uranium naturel avec une valorisation optimale de l'uranium extrait**
- Possibilité de réduction de l'inventaire des déchets de très haute activité (100 000 fois la radioactivité de l'uranium naturel) et à vie longue (un million d'année) par recyclage des actinides mineurs dans le cadre de la loi du 28 juin 2006 sur la Gestion durable des déchets et matières radioactives**



énergie atomique • énergies alternatives

Développements faits au CEA ASTRID, ALLEGRO et cycles associés

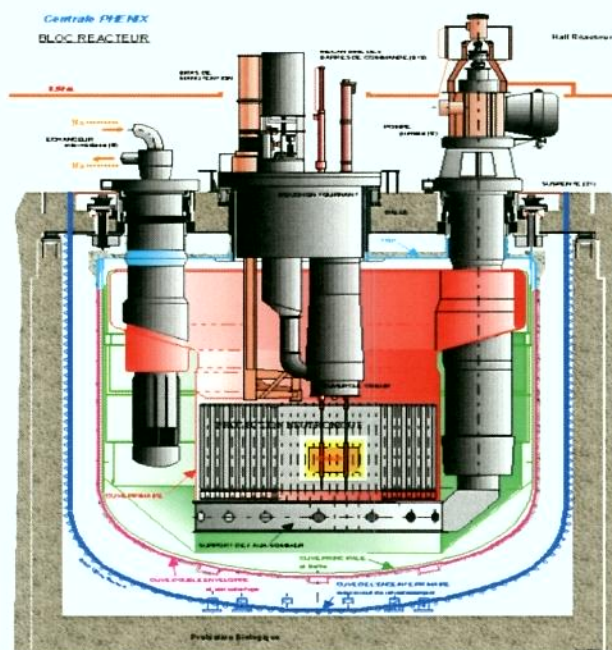
ASTRID: Options de conception



énergie atomique • énergie alternatives

Options de base:

- Puissance de 600 Mwe
- Chaudière de type intégré avec circuit intermédiaire en Na
- Combustible oxyde
- Récupérateur de corium
- Capacité de transmutation



Options ouvertes:

- Conversion d'énergie (référence eau/vapeur au début, puis N2)
- Nombre de boucles
- Technologie du récupérateur
- Matériaux et technologie du générateur de vapeur

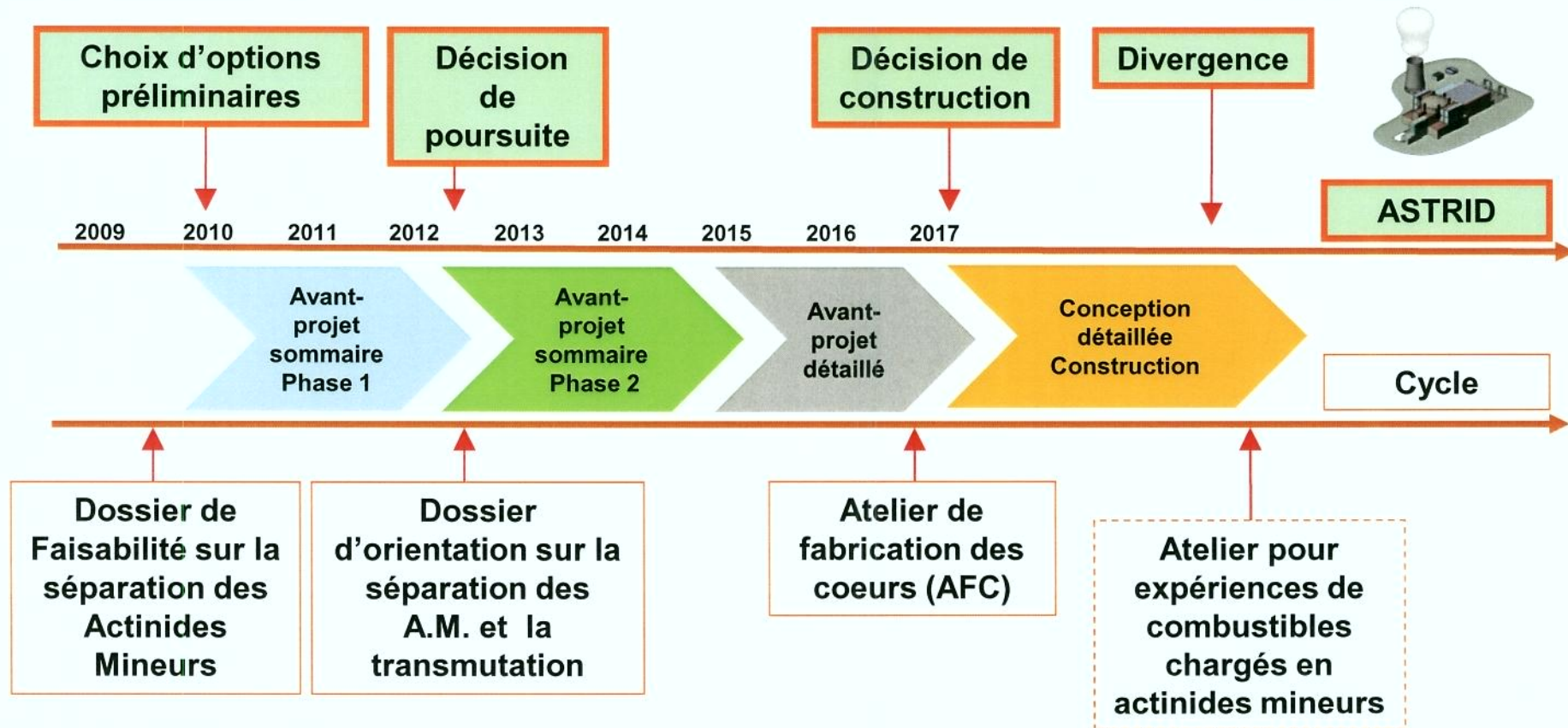
Options innovantes pour améliorer la sûreté en situation d'accident grave

Présentations à l'Académie des sciences « Les réacteurs de 4ème génération, le prototype ASTRID, les enseignements de l'accident de Fukushima le 12 mai 2011 et «Problématique du coefficient de vidange dans les RNR-Na : une proposition de solution» le 25 mai 2011

Calendrier



énergie atomique • énergies alternatives



Le Réacteur Rapide au Gaz (RNR-G)



énergie atomique • énergies alternatives

Objectif: Garder quelques actions ciblées sur cette technologie innovante (**combustible** et **sûreté** principalement) pour aller vers un réacteur de recherche ALLEGRO: 80 Mth (co-financé par l'Europe au-delà de 2025 ?)



ALLEGRO

Les travaux à poursuivre d'ici 2012

Pour le combustible :

- Amélioration du matériau de gaine en céramique à matrice composite
- Élément combustible aiguille carbure à gaine céramique
- Evaluation alliage de Vanadium pour la gaine

Pour la sûreté

- Analyse des accidents graves sur la filière gaz
- Tenue à haute température des matériaux

2012 ➔ Dossier de sélection des innovations technologiques retenues



énergie atomique • énergies alternatives

Les collaborations sur ASTRID

ASTRID: Une collaboration avec l'Industrie

Partenaires industriels (pour les études d'ingénierie)

➤ *Dans le cadre de la convention sur le programme d'investissements d'avenir (JO du 11 septembre 2010)*

❖ Accord de collaboration signé avec AREVA le 5/11/2010 : schéma collaboratif

❖ Accord de collaboration signé avec EDF (SEPTEN) le 22/12/2010: détachements de haut niveau et back office,

❖ Accord de collaboration signé avec ALSTOM le 26/5/2011

❖ Accord de collaboration signé avec COMEX le 4/07/2011

❖ Discussions en cours avec GDF Suez, ...

❖ Discussions en cours avec Rolls Royce

❖ Discussions en cours avec Astrium

Partenaires R&D

Le programme tripartite CEA-EDF-AREVA

Un cœur performant à sûreté améliorée

Une résistance renforcée aux accidents graves

Une conversion d'énergie optimisée minimisant le risque sodium

Une conception du réacteur revisitée (opérabilité, ISIR, ...)

ASTRID: une collaboration à l'international



énergie atomique & énergies alternatives

Collaborations internationales



**Membres du Forum
International Génération IV**

Accord trilatéral



**Europe
cadre ESNI/SNETP**



Accords bilatéraux

