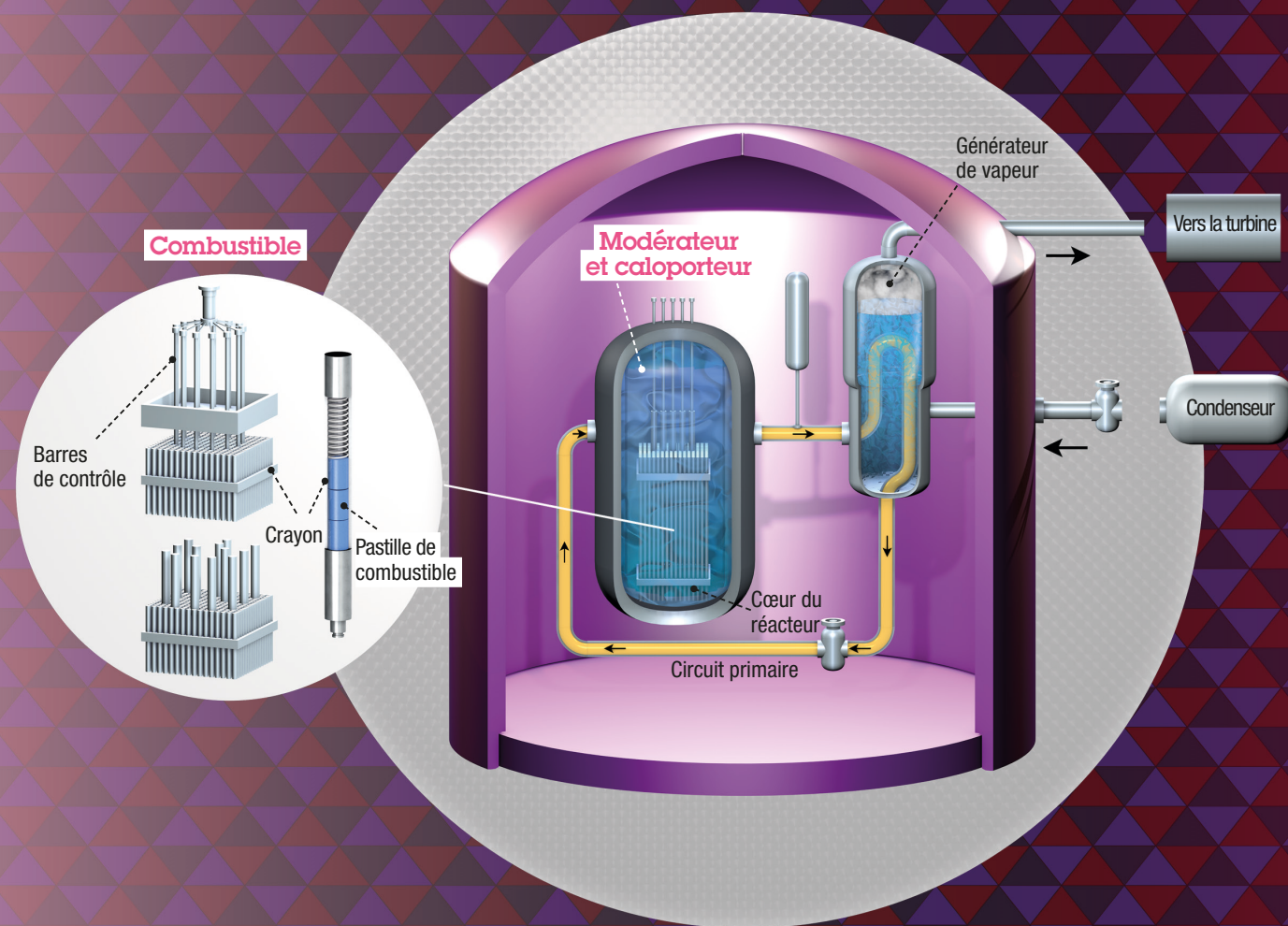


Filières et générations de réacteurs nucléaires

PRINCIPE

Dans l'industrie nucléaire, la notion de « filière » représente un ensemble de choix technologiques ; alors que la notion de « génération » correspond aux progrès réalisés à chaque période pour répondre à ses enjeux.



LES CARACTÉRISTIQUES TECHNOLOGIQUES POUR CLASSER LES RÉACTEURS EN FILIÈRES

Une filière se distingue par un ensemble d'options technologiques retenues en particulier pour trois composantes majeures d'un réacteur : combustible, modérateur, caloporteur.

Combustible : matériau fissile assurant la réaction de fission nucléaire (énergie et chaleur) en présence de neutrons. Celui du REP est de l'oxyde d'uranium (UOX).

Modérateur : élément garantissant l'efficacité des réactions en chaîne en ralentissant la vitesse des neutrons. Dans un REP c'est de l'eau.

Caloporteur : fluide récupérant la chaleur produite au niveau du cœur du réacteur, pour l'acheminer vers les circuits secondaires qui la convertissent en vapeur, laquelle active des turbines pour générer de l'électricité. L'eau joue également ce rôle dans un REP.

LES QUATRE GÉNÉRATIONS ET LEURS ENJEUX

Chaque génération de réacteurs répond à des exigences liées aux enjeux majeurs de l'époque de leur conception. Les progrès réalisés tiennent notamment compte des évolutions technologiques et du retour d'expériences des précédentes générations.

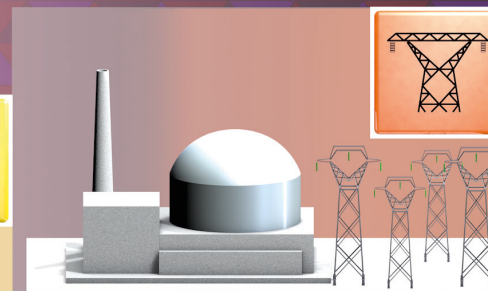


GÉNÉRATION 1

G1 - faisabilité industrielle

Premiers réacteurs construits avant 1970

Enjeux : faisabilité technique et industrielle (démonstration du potentiel de la puissance atomique au service de l'énergie civile).

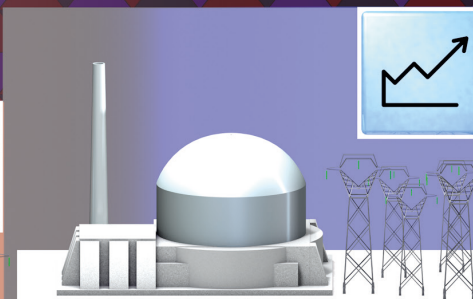


GÉNÉRATION 2

G2 - déploiement

Réacteurs construits à partir de 1970, actuellement en exploitation

Enjeux : performance et compétitivité économique (en vue d'améliorer l'indépendance énergétique dans le contexte des deux chocs pétroliers).



GÉNÉRATION 3

G3 - optimisation

Réacteurs « évolutionnaires » amenés à remplacer progressivement, à partir des années 2010, les réacteurs de deuxième génération.

Enjeux : sécurité et sûreté renforcées (résistance accrue aux agressions externes, type chute d'avion), performance et compétitivité économique supérieures (puissance du réacteur augmentée pour des économies d'échelle et allongement de la durée d'exploitation dès sa conception).



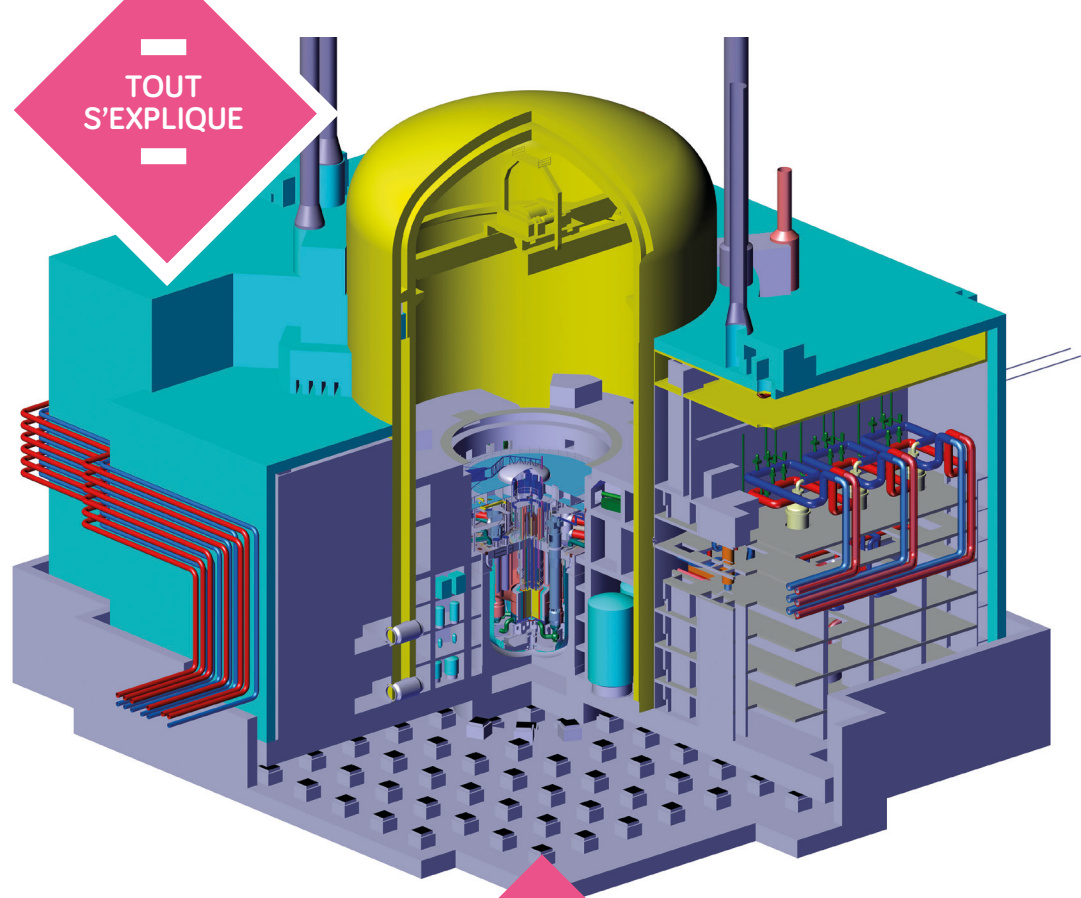
GÉNÉRATION 4

G4 - durabilité

Réacteurs de rupture technologique, en cours de conception, pour un déploiement industriel à partir de la seconde moitié du siècle.

Enjeux : durabilité (économie des ressources et minimisation des déchets), sûreté (incluant notamment le retour d'expériences de l'accident de Fukushima), résistance à la prolifération nucléaire, compétitivité économique.

1950 1980 2010 2040 2070



© S. Le Couster/CEA

Mobilisation internationale pour la quatrième génération

Le forum international Génération IV (GIF), créé en 2000 à l'initiative du Département de l'énergie des États-Unis, vise à instaurer une coopération internationale sur la quatrième génération de réacteurs nucléaires. Les 13 membres du GIF ont ainsi établi une charte officielle déterminant les cinq objectifs du nucléaire du futur : améliorer la sûreté nucléaire ; renforcer la résistance à la prolifération nucléaire ; minimiser les déchets nucléaires ; optimiser l'utilisation des ressources naturelles ; diminuer les coûts de construction et d'exploitation des réacteurs nucléaires. Pour ce faire, ils ont sélectionné six concepts de réacteurs. Trois relèvent intrinsèquement de la filière

des réacteurs à neutrons rapides (RNR) : refroidis au gaz (G), au sodium (Na), et au plomb (Pb). Les autres sont les réacteurs à eau supercritique (RESC), à très haute température (RTHT) et à sels fondus (RSF).

13 membres

Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Canada, Chine, Corée du Sud, États-Unis, France, Japon, Royaume-Uni, Russie, Suisse ainsi que l'organisation Euratom.

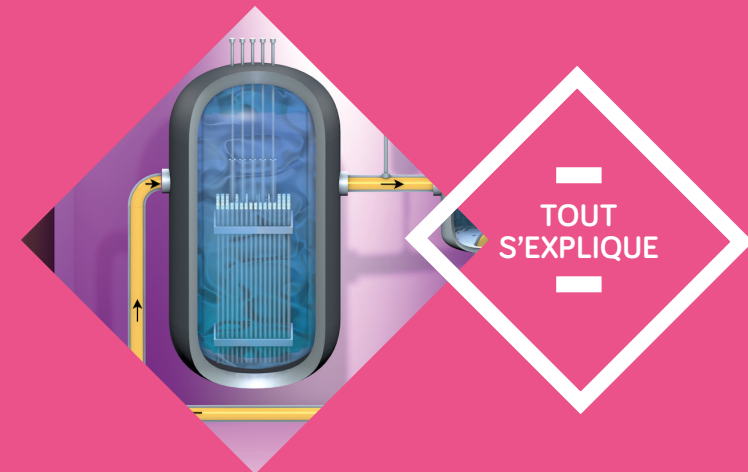
Le choix de la France

Par la loi du 28 juin 2006, relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, la France expose sa feuille de route en matière d'énergie nucléaire. Concernant le nucléaire du futur, il s'agit de se positionner sur deux des six concepts sélectionnés par le Forum international Génération IV : à savoir, les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR-Na) et, dans une moindre mesure, ceux refroidis au gaz (RNR-G).

Dans ce contexte, et fort de son expérience sur les réacteurs Phénix et Superphénix (RNR-Na de 2^e génération), le CEA est mandaté pour piloter les études de conception du projet de démonstrateur technologique Astrid qui vise à étudier la faisabilité industrielle d'un RNR-Na de 4^e génération et du cycle du combustible associé. Lancé en 2010, il bénéficie, pour ses études d'ingénierie, de la collaboration d'industriels français et internationaux.

www.groupeurouv.fr

les défis 203 du cea



Filières et générations de réacteurs nucléaires

77 % de l'électricité produite en France est d'origine nucléaire. L'exploitation de cette énergie repose sur 58 réacteurs de 2^e génération de la filière à eau pressurisée (REP).

Dans l'industrie nucléaire, deux notions se distinguent : les filières représentent les différentes options technologiques des composants majeurs d'un réacteur ; les générations correspondent aux progrès réalisés, en termes de sûreté, compétitivité, durabilité, performance, pour répondre aux enjeux spécifiques de chaque période.

Depuis les débuts de l'électronucléaire, dans les années 1950, quatre générations se distinguent, incluant chacune différentes filières.

D'UNE GÉNÉRATION À L'AUTRE



Les réacteurs utilisés dans le monde pour produire de l'électricité ont connu de grandes évolutions et des améliorations constantes depuis l'origine du nucléaire civil, dans les années 1950. Il a été convenu de les classer en générations. Au sein de chacune d'elles, plusieurs filières coexistent. Les choix technologiques effectués à chaque génération sont influencés à la fois par les enjeux de l'époque et par les contraintes techniques. Par exemple, quand la première génération de réacteurs a été développée, les technologies d'enrichissement de l'uranium n'étaient pas

maîtrisées en France ; les réacteurs devaient donc pouvoir fonctionner avec de l'uranium naturel.

Par ailleurs dans le domaine du nucléaire, les constantes de temps sont longues. Plusieurs décennies sont nécessaires au développement d'une nouvelle génération. C'est pourquoi la quatrième génération de réacteurs est déjà en cours de conception, tandis que la majeure partie des réacteurs actuellement en exploitation est de deuxième génération, et que la troisième commence à se déployer.