

Principes du réacteur à neutrons rapides

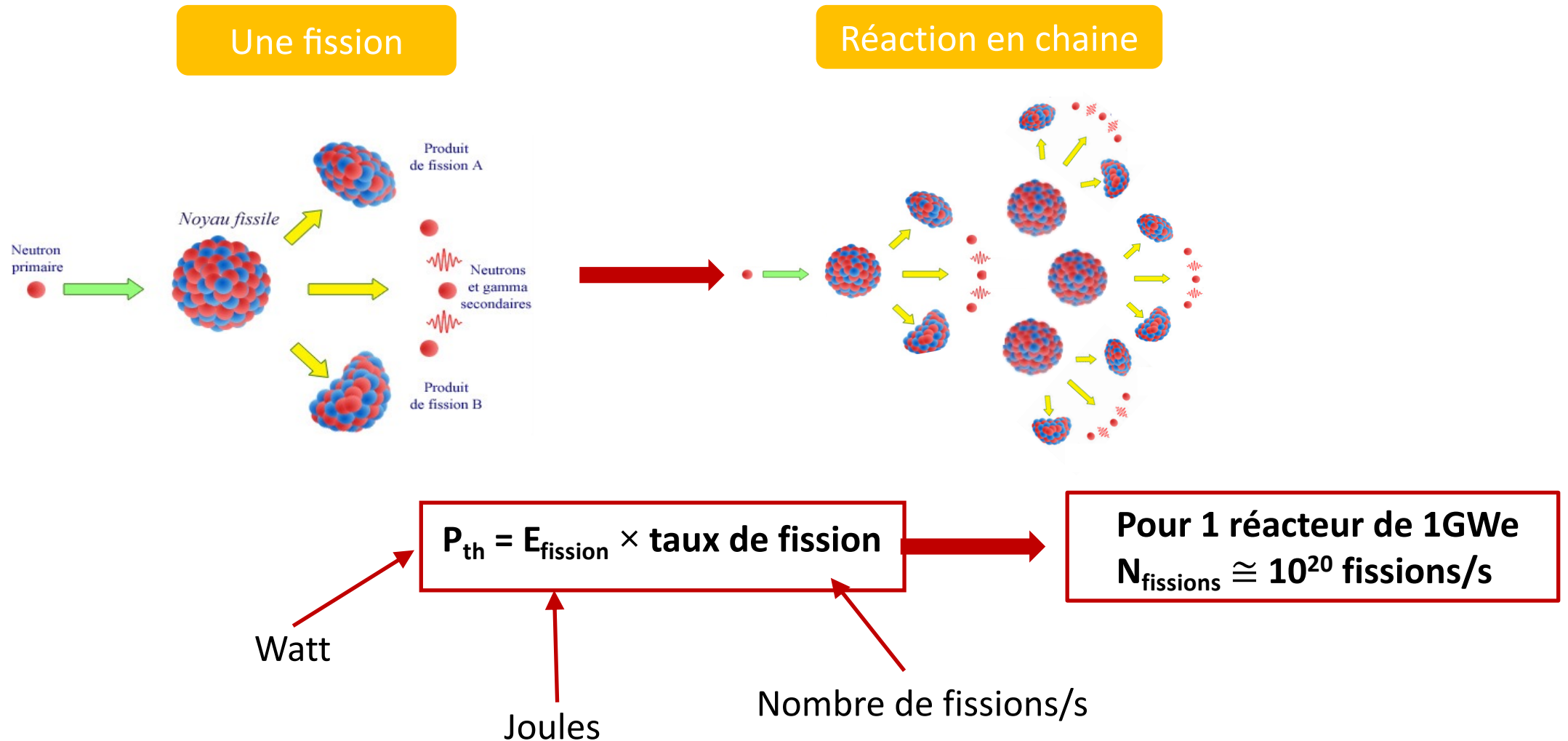
Emmanuelle Galichet

Enseignante-chercheure Sciences et Technologies Nucléaires

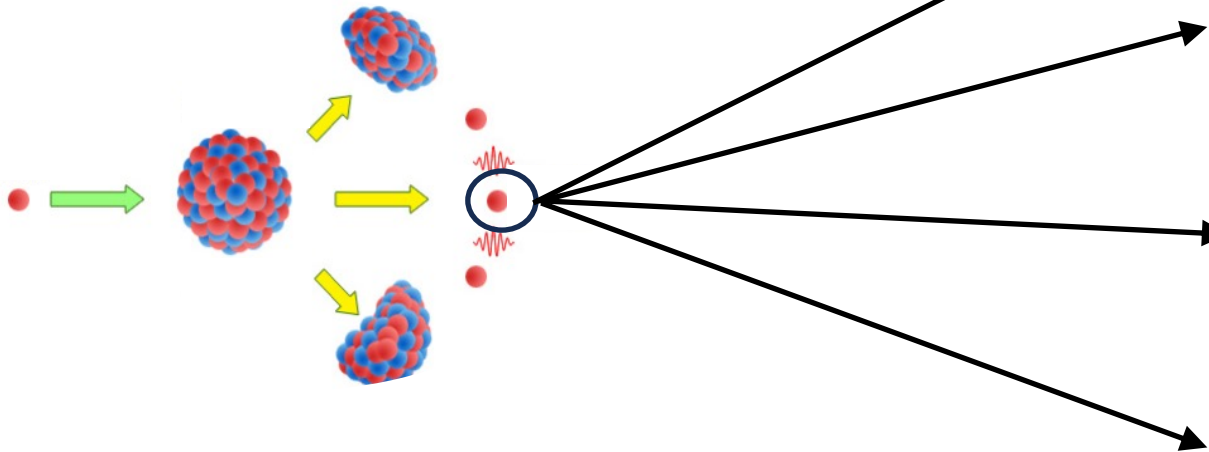
Le Cnam



La réaction en chaîne



Le devenir d'un neutron



- **Fuite hors du réacteur :**
➔ En 12 mn disparaît en H
- **Capture stérile :**
➔ Produits d'activation (déchets)
- **Capture fertile sur l'U-238 :**
➔ Production Pu-239
- **Fission sur U-235 ou Pu-239 :**
➔ Production de 2 PF (déchets)
+ 3 n (entretien de la réaction en chaîne)

Les deux voies possibles: RNR et RNT

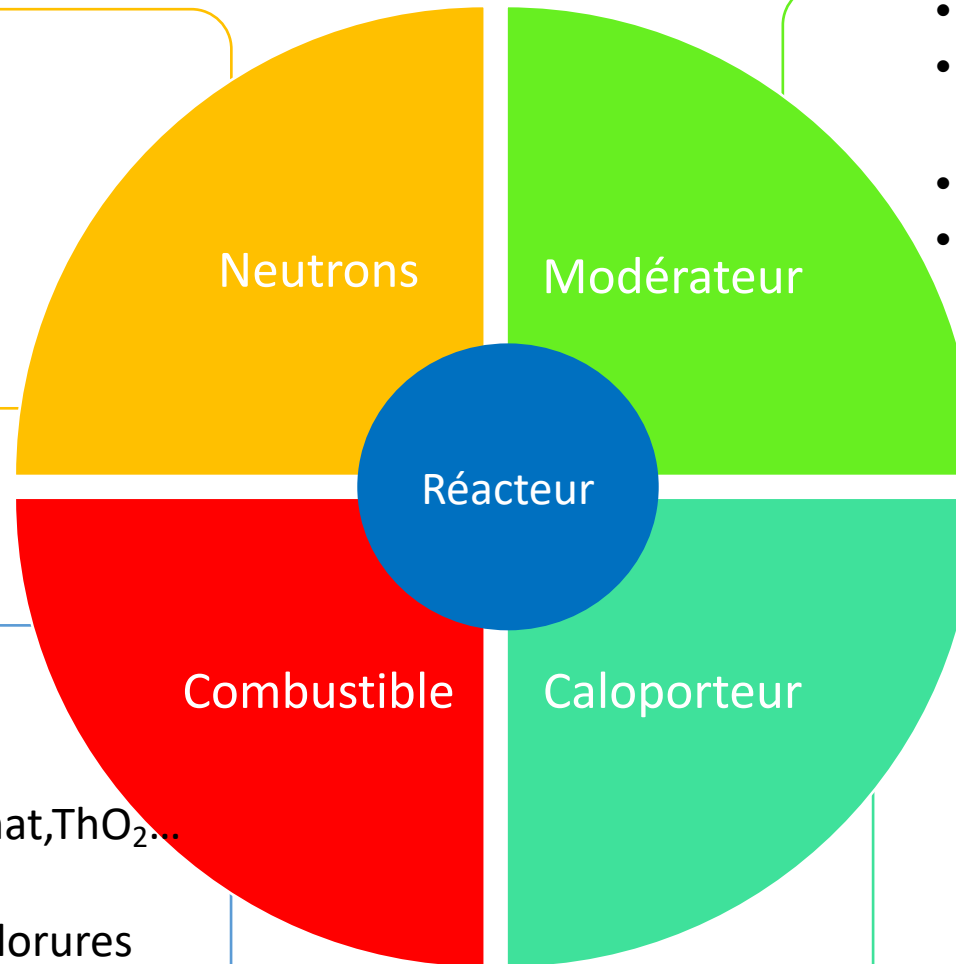
- ❑ Pour réaliser une réaction en chaîne: deux voies possibles:
 1. La voie de du mélange U-238+Pu et des neutrons rapides: **les réacteurs à neutrons rapides RNR**: les neutrons sont utilisés directement lorsqu'ils sont produits par la fission.
 2. La voie de l'U-235 peu enrichi et des neutrons thermiques: **les réacteurs à neutrons thermiques RNT**: les neutrons sont ralentis par un modérateur à base de noyaux légers.
- ❑ Ces deux voies furent développées par la France la première dans Phénix et Superphénix et la seconde dans les REP actuellement en fonctionnement.
- ❑ Ces deux voies peuvent être appelées **filières de réacteurs**.
- ❑ Un cœur de réacteur est composé:
 - un combustible contenant des noyaux fissiles,
 - un fluide caloporteur permettant l'extraction de l'énergie produite par la fission,
 - pour les RNT, un modérateur contenant des noyaux légers destinés au ralentissement des neutrons,
 - des structures métalliques qui permettent la tenue mécanique de l'ensemble et la séparation des différents milieux.

Les multiples filières de réacteurs

- Neutrons
Vitesse : lent ou rapide
Nombre suffisant

Cout le plus bas possible
Vigilance sur les ressources
et sur les déchets

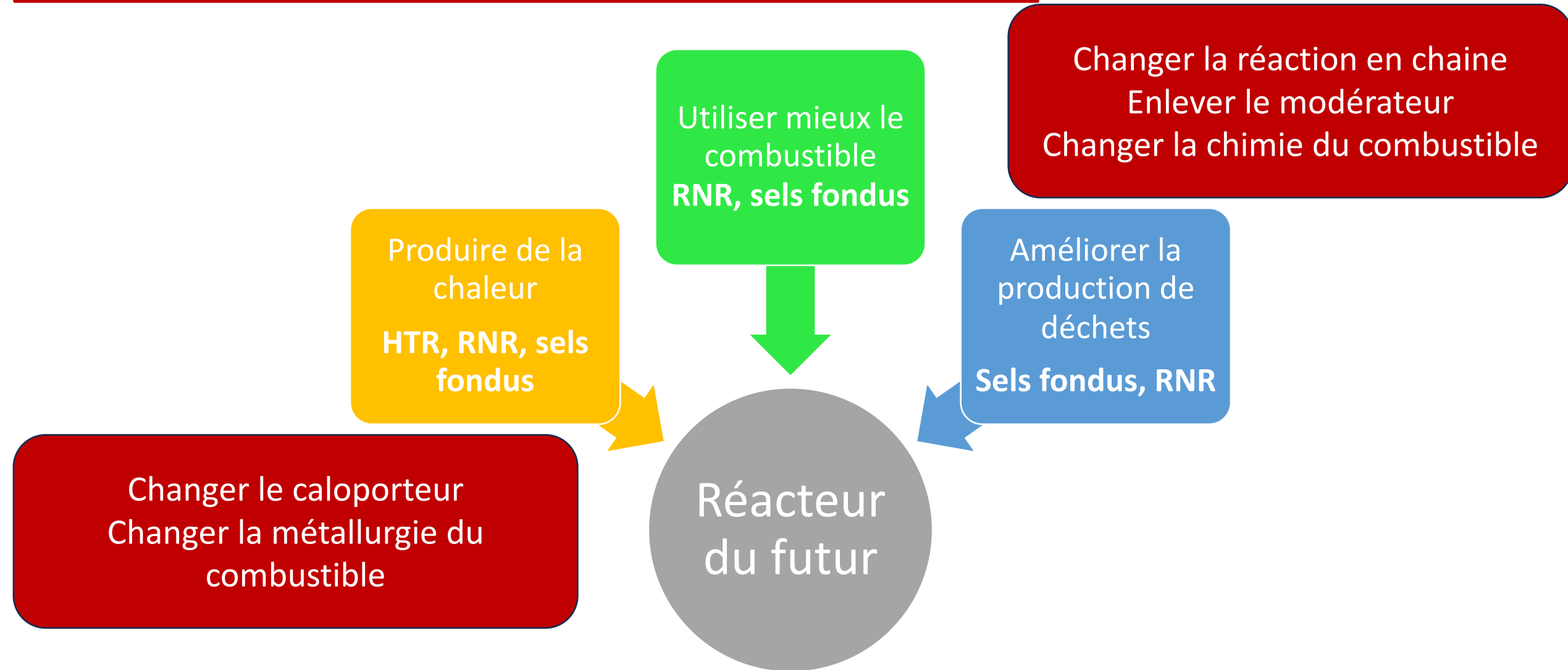
- Noyaux fissiles et/ou fertiles
- Combustible solide: UO_2 , MOX, Unat, ThO_2 ...
- Combustible liquide:
(U/Pu ou Th/U) + sels fluorures ou chlorures



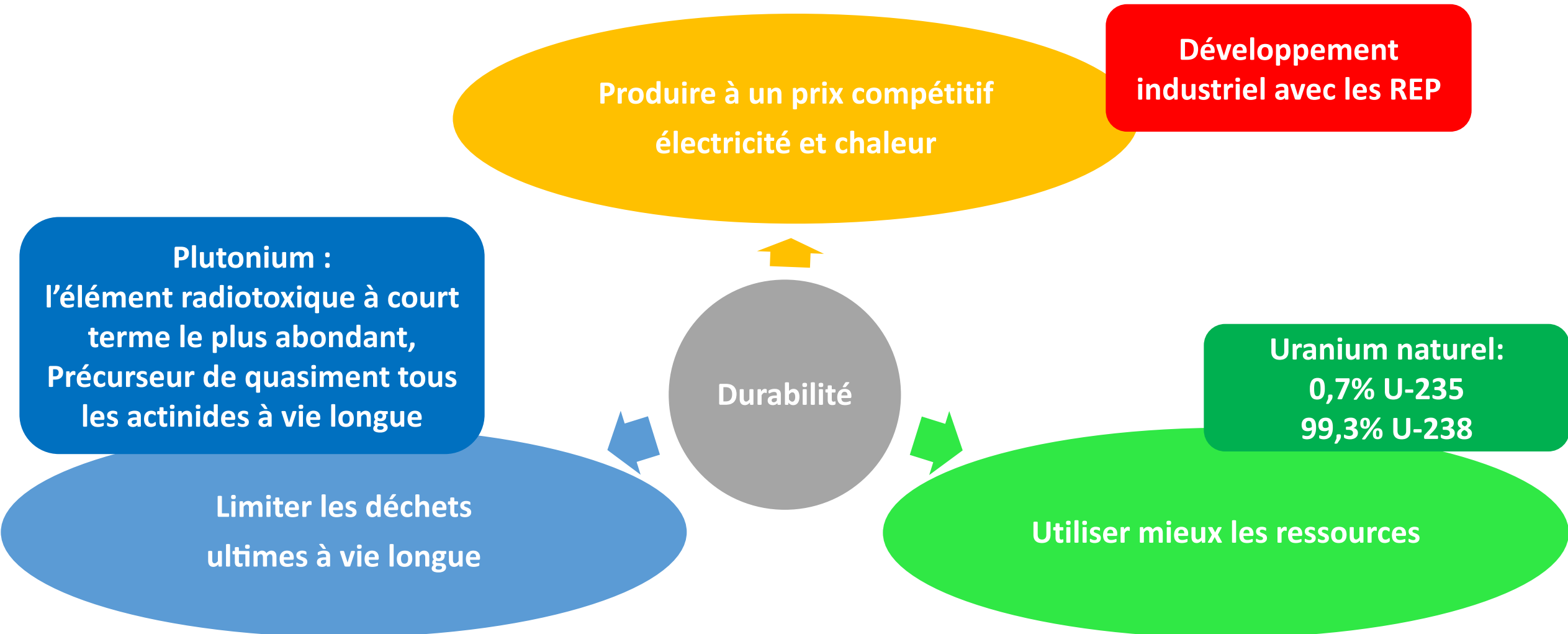
- Absorption des neutrons : faible
- Bon ralentissement : Noyaux légers (H, D, Be, C, H_2O , D_2O , graphite)
- Transparent
- Non dangereux

- Bonne convection
- Liquide (Eau, eau lourde)
- Gaz (hélium, CO_2)
- Sels liquide fluorure
- Métal liquide (sodium, plomb...)

Innovation dans les réacteurs nucléaires



Un développement durable de l'énergie nucléaire



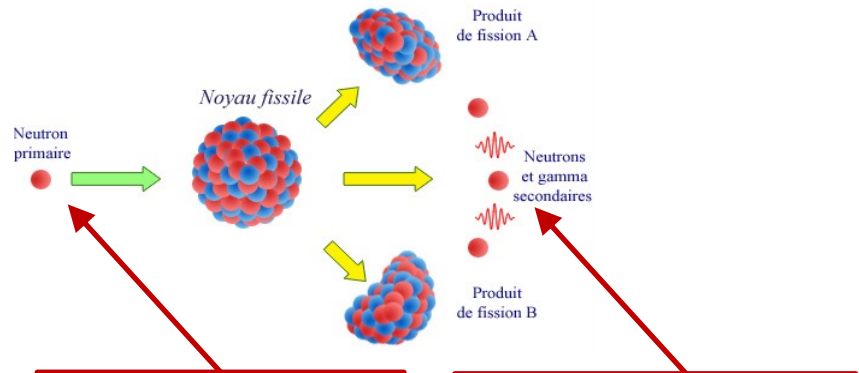
Le RNR: outil central de la durabilité

Durabilité :
se préoccuper
des matières premières et des déchets

Consomme l'uranium-238
stock (Uapp): 330 000 tonnes
stock (URT): 35 000 tonnes

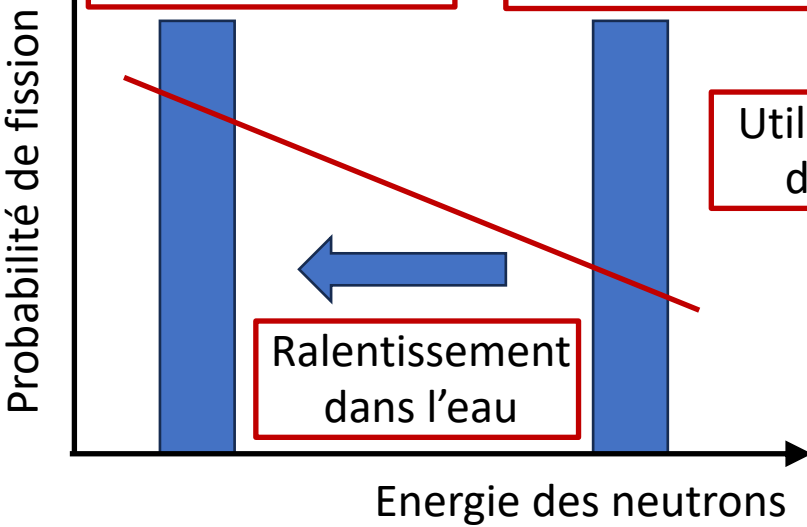
Consomme le plutonium (et les actinides mineurs)
stock Pu : 70 tonnes

Le RNR: techniquement



Neutrons lents utilisés dans REP

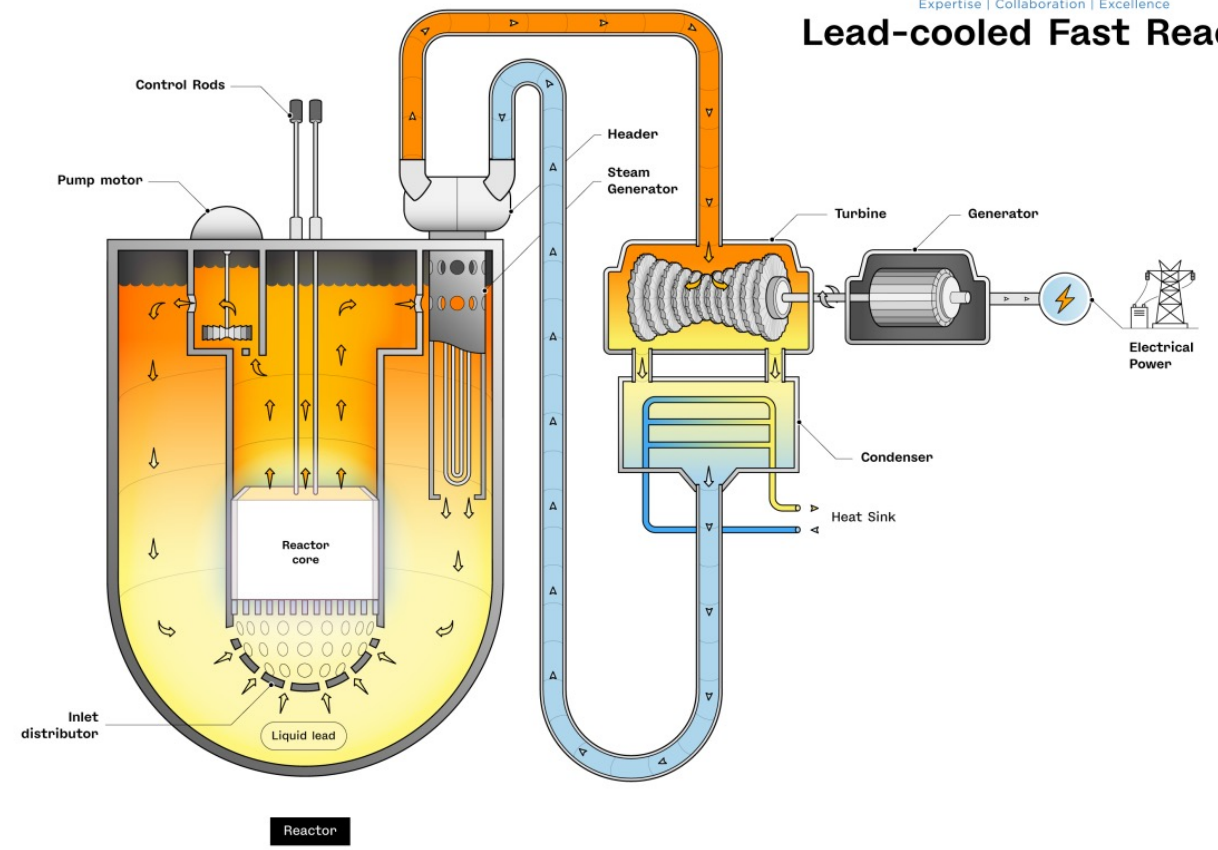
Neutrons rapides issus de la fission



Utilisation directe dans les RNR

Ralentissement dans l'eau

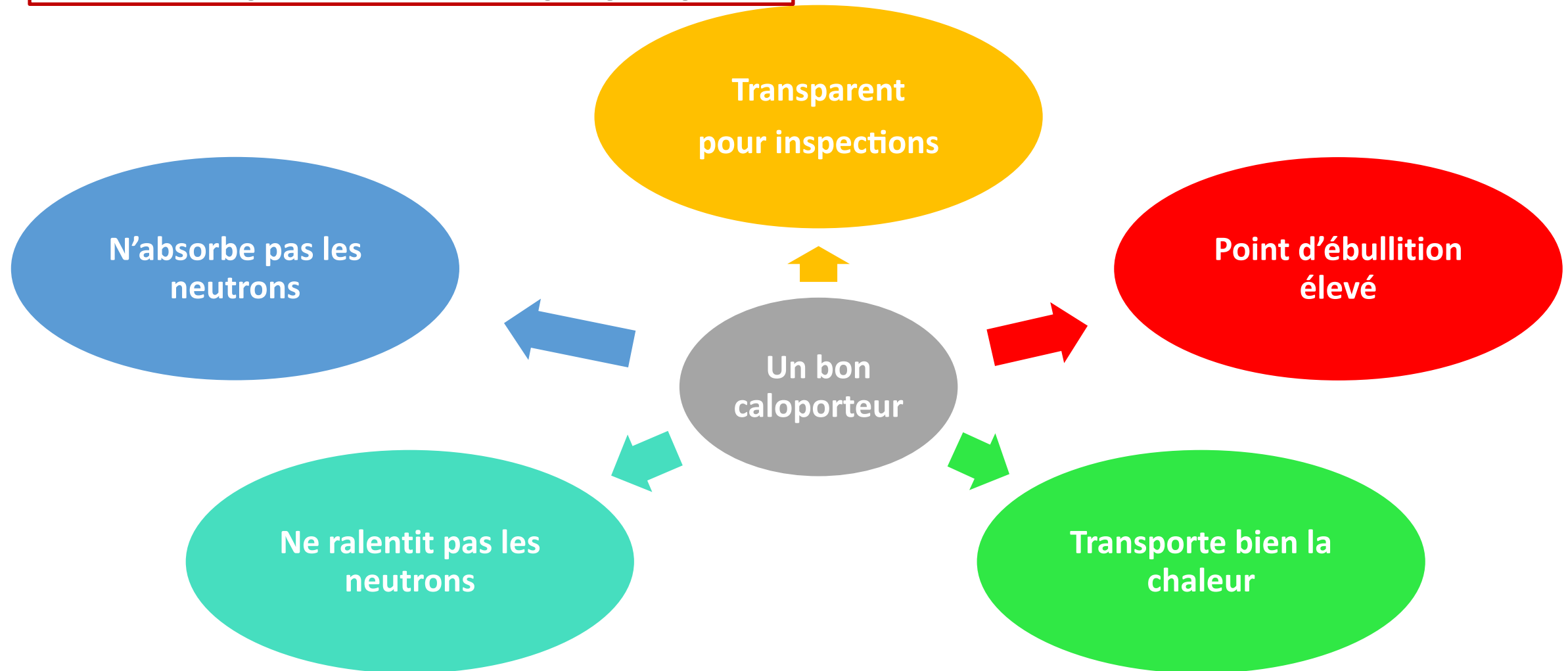
GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence
Lead-cooled Fast Reactor



Cœur RNR

- Combustible : mélange U-238+ Pu
- Caloporteur : métal liquide

Choix du caloporteur: un compromis multiphysique

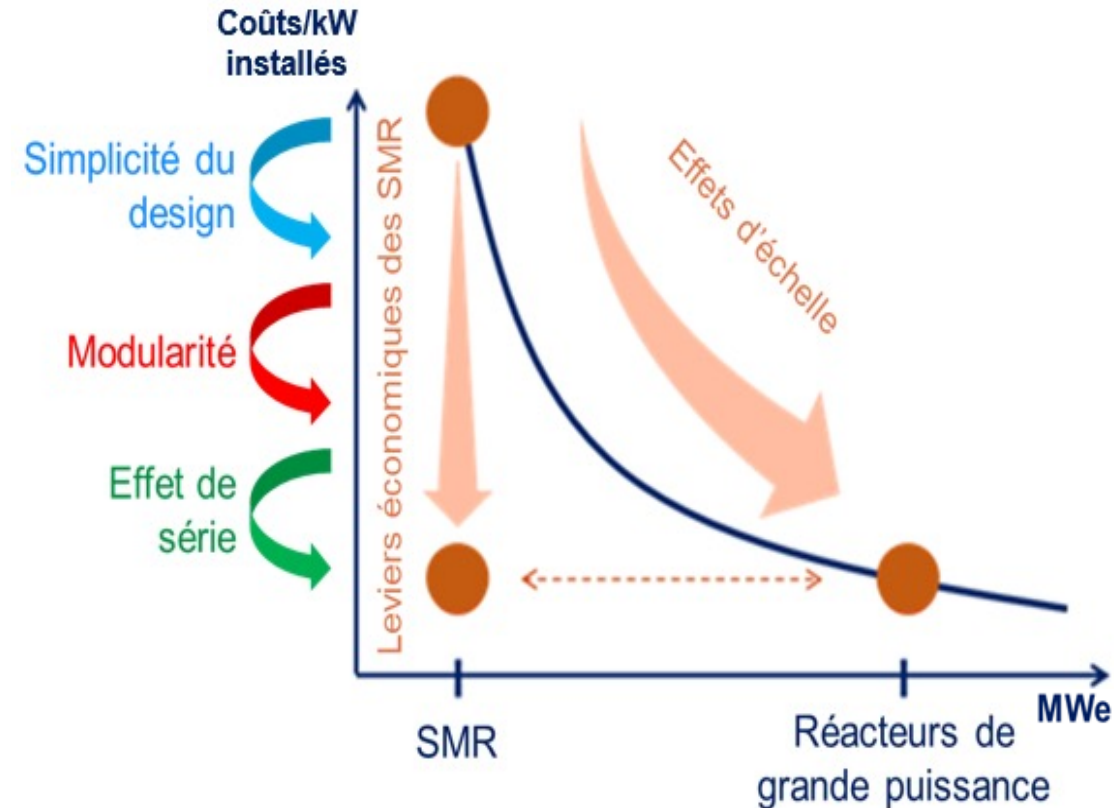


Modèle économique proposé

Les trois facteurs de baisse du cout du kWh

- Taille plus petite : simplification conception
- Modularité : réduction durée et risque des chantiers (règle des 1-3-8)
- Standardisation : Effet de série et d'apprentissage rapide

**Sureté accrue et
Cout diminué**



□ Merci de votre attention.