

Introduction :

Le réacteur à neutrons rapides refroidis au gaz (RNR-G) est un réacteur de 4^e génération, son développement a été accentué avec le Forum International Génération IV en 2000 mettant en avant 6 réacteurs prometteurs, dont les objectifs sont multiples : amélioration de la sûreté nucléaire, minimisation des déchets nucléaires, économie des ressources naturelles, Dans ce cadre, plusieurs projets ont vu le jour afin de développer ces réacteurs, comme le projet Allegro, un réacteur à neutrons rapides refroidi au gaz (RNR-G) ou Gas Cooled Fast Reactor (GFR en anglais), utilisant comme fluide caloporteur l'hélium. Ce projet, encore en phase conceptuelle, a été pris en charge en 2010 par le consortium V4G4 (Hongrie/Slovaquie/République Tchèque/Pologne), avec le soutien du CEA (France) [1]. **Quels sont les éléments de sûreté clés pour le développement des RNR-G ?**

I : Etat des connaissances :

- Projet basé sur les données du CEA + Euratom (2002 à 2010) [2].
- Bénéficiant des avancées sur les réacteurs à haute température.
- Concept de RNR-Gaz sous forme de SMR par General Atomics : Energy Multiplier Module (EM²).
- C'est un réacteur à neutrons rapides → il n'y a pas de modérateur, il peut utiliser tout l'uranium naturel ($^{238}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Pu}$) et peut brûler des actinides mineurs/Produits de fission.
- Maquette de Allegro pour la R&D : « He loop S-Allegro ». Étude du système d'évacuation de la puissance résiduelle, en Rép. Tchèque.

II : Le réacteur expérimental Allegro :

➤ Quels sont les intérêts de l'hélium [3] :

- **Chimiquement inerte** : absence de réaction avec l'eau/l'air.
- **Transparence neutronique**.
- **Adapté à des fonctionnements à température élevée**.
- **Ne forme pas d'isotope radioactif** au sein d'un réacteur.

➤ Allegro [3] :

- Réacteur expérimental de 75MW_{th}.
- Circuit primaire sous 70 bars (dû à la faible densité et au faible pouvoir calorifique de l'hélium).
- Température de l'Hélium au réacteur :
Entrée : 260°C, sortie : 530°C.

- L'hélium fonctionne en cycle direct (envoyé depuis le cœur vers les turbines).

➤ Combustible [4] :

- Utilisation de MOX et de combustibles expérimentaux sous forme d'aiguille de carbure d'uranium/plutonium (U/Pu)C réfractaire.
- L'assemblage combustible est en carbure de silicium (SiC).

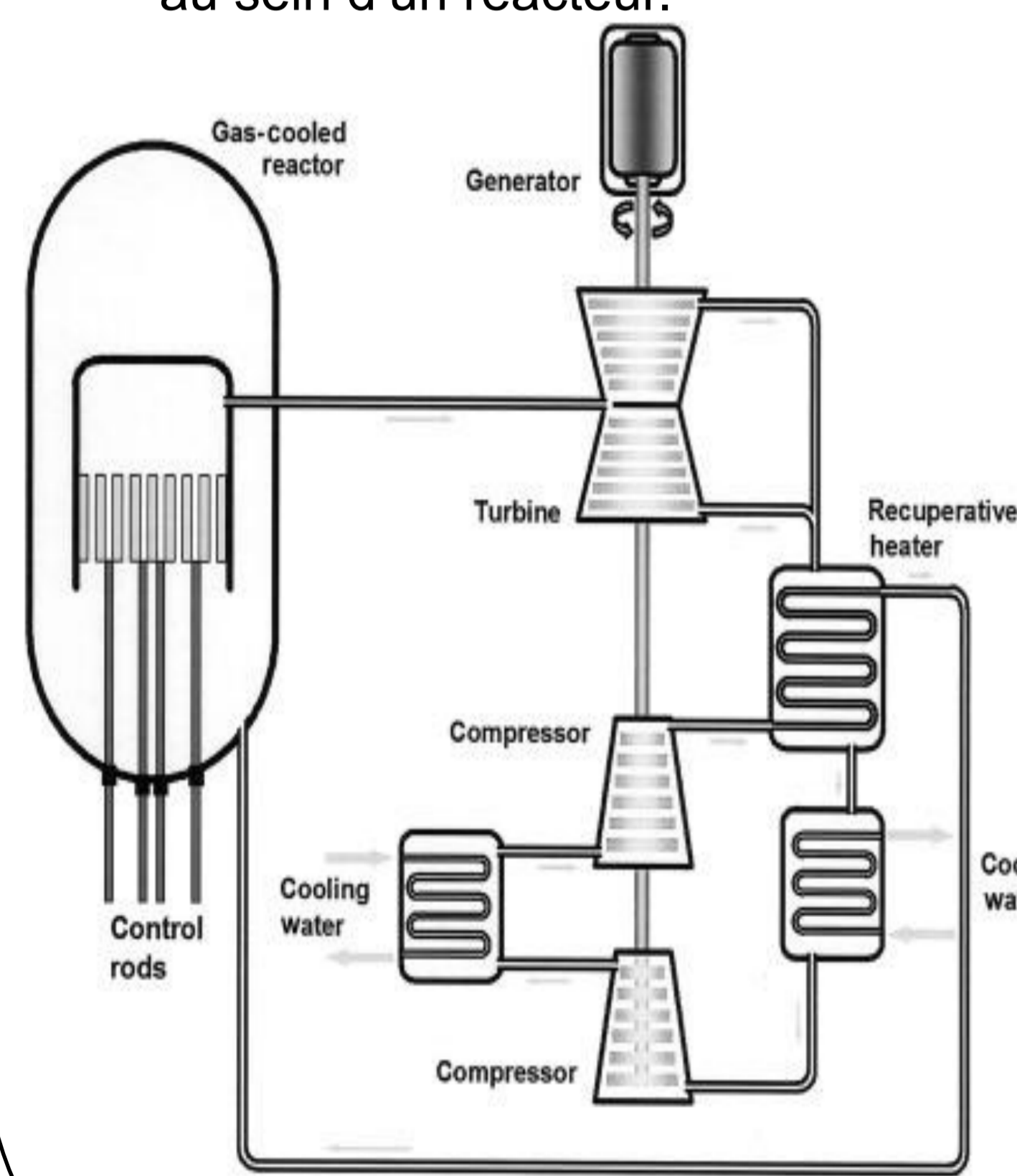


Figure 1 : Schéma de principe d'un RNR-G [5]

III : Concepts de sûreté :

Il y a 3 systèmes de sûreté clés :

- **L'enceinte de confinement rapprochée** autour du réacteur : confinement des radionucléides et maintien d'une pression de repli en cas de fuite de l'hélium [1].
- Les **systèmes d'évacuation de la puissance résiduelle** (Decay Heat Removal : DHR) : par convection forcée, ou naturelle → expérience menée sur le « He loop S-Allegro » (Rep. Tchèque) depuis 2019 [6].
- **L'injection de liquide de refroidissement d'urgence**: injection de N₂ en cas de fuite dans le circuit primaire, maintien de la pression de refroidissement [1].

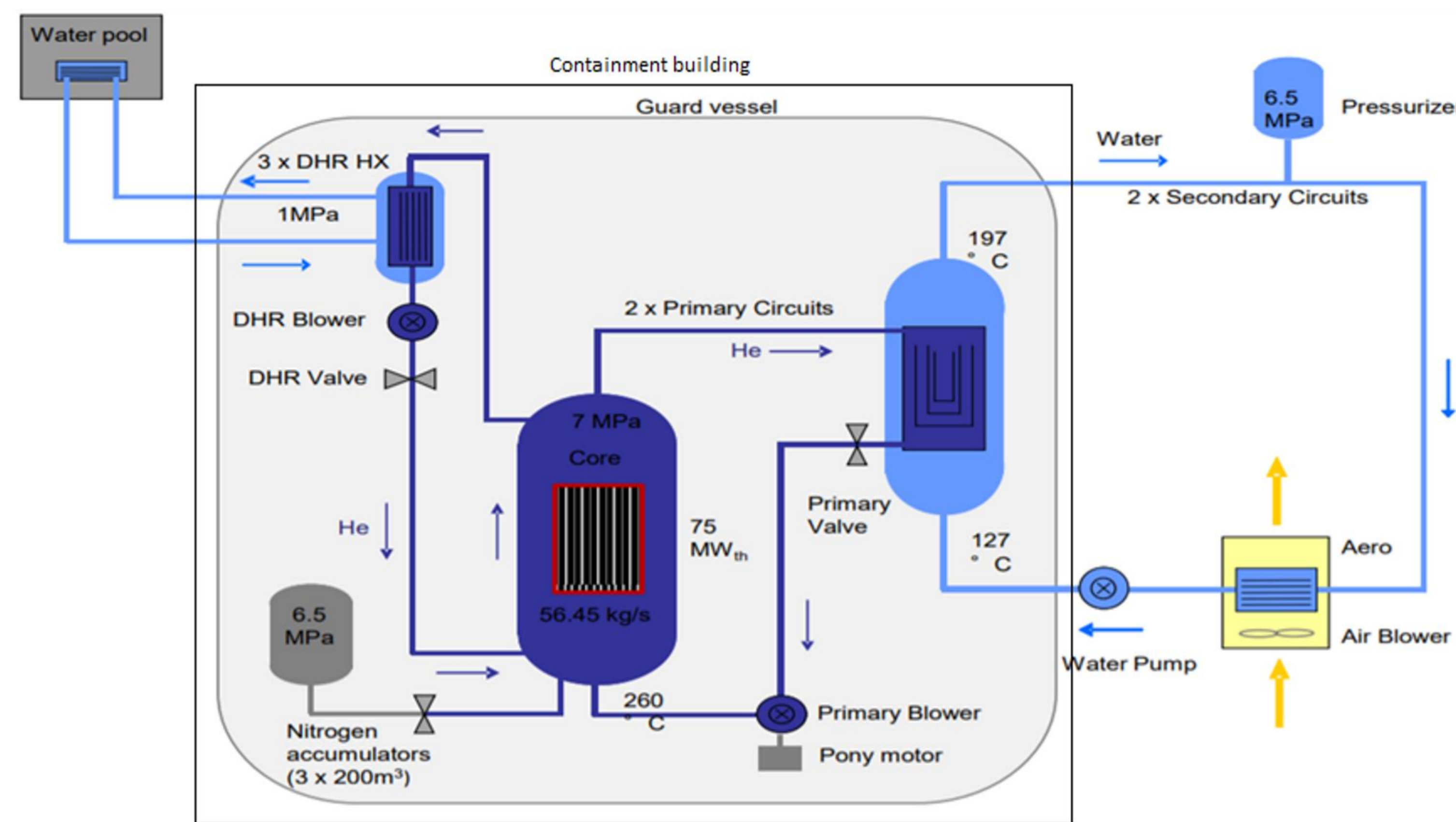


Figure 2 : réacteur Allegro avec ses éléments de sûreté [6]

Conclusion :

Du fait de sa conception innovante, la construction d'un RNR-G passe par la mise en place d'éléments de sûreté viables, ce qui constitue actuellement l'enjeu principal. Le choix de poursuite du projet sera décidé en 2025 en fonction des recherches effectuées et des résultats obtenus [2]. La mise en place de RNR-G pourrait développer l'utilisation de réacteur nucléaire pour des activités différentes : production de chaleur, désalinisation, production d'hydrogène.

Bibliographie :

- [1] : Vácha, P., Rez, U., Hatala, B., 2021. ALLEGRO PROJECT OVERVIEW.18.
 [2] : Rež, Ú., 2019. THE ALLEGRO EXPERIMENTAL GAS-COOLED FAST REACTOR PROJECT. 45.
 [3] : Vasile, A., 2017. GAS COOLED FAST REACTORS.38.
 [4] : CEA, 2012. Les réacteurs à neutrons rapide de 4^e génération à caloporteur gaz - le réacteur expérimental Allegro. Les autres filières à neutrons rapides de 4^e génération., Tome 4, pp. 9-21.
 [5] : Tsvetkov, P., 2016. 4 - Gas-cooled fast reactors, Handbook of Generation IV Nuclear Reactors, pp. 91-96.
 [6] : Hatala B., Kvizda B., AIEA, 2019. GAS COOLED FAST REACTOR. 28.