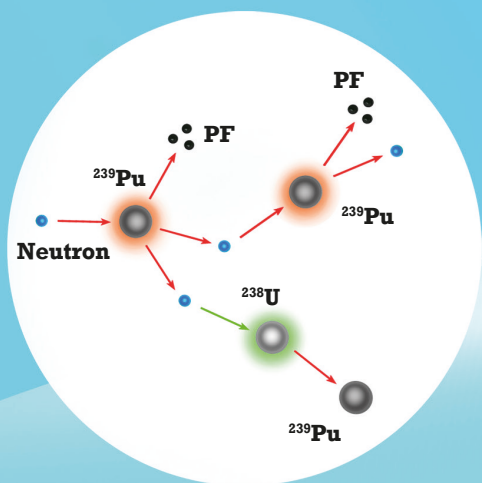


LE RNR-Na

Le réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR-Na) fonctionne comme un réacteur nucléaire classique : la fission des atomes de son combustible, au sein de son cœur, génère de la chaleur qui est véhiculée jusqu'à un turbogénérateur pour produire de l'électricité. Dans le contexte de la IV^e génération, les RNR-Na innovent, tant sur l'optimisation des matières premières que sur l'amélioration de la sûreté. Voici quelques pistes proposées par le CEA-DEN, maître d'ouvrage du démonstrateur technologique de RNR-Na Astrid.



FONCTIONNEMENT

La réaction de fission nucléaire

Le combustible nucléaire d'un RNR-Na est un mélange d'environ 80 % d'uranium 238 (²³⁸U) et 20 % de plutonium 239 (²³⁹Pu).

Dans le cœur du réacteur, les neutrons fissionnent les atomes ²³⁹Pu. Ces derniers – en plus de libérer de l'énergie et de la chaleur et de générer des produits de fission (PF) – émettent d'autres neutrons qui cassent à leur tour d'autres atomes, et ainsi de suite (réaction en chaîne). Parallèlement, les atomes fertiles (non-fissiles) ²³⁸U capturent des neutrons et se transforment en ²³⁹Pu (fissile). La consommation en ²³⁹Pu est ainsi compensée par la production issue de ²³⁸U.

L'²³⁸U, matière première des RNR, représente 99 % de l'uranium naturel alors que l'²³⁵U, matière première utilisée dans les réacteurs nucléaires actuels, ne représente que 1 %.

Le système caloporteur

Dans un RNR-Na, le fluide caloporteur est du sodium – quand celui des réacteurs actuels est de l'eau – qui présente l'avantage de rester liquide jusqu'à 900 °C.

Dans le cœur, une pompe pousse du sodium froid (400 °C) entre les assemblages de combustible pour qu'il récupère l'énergie produite par les réactions de fission. En sortie du cœur, le sodium atteint 550 °C. Sa chaleur est extraite du circuit primaire par l'échangeur intermédiaire d'un deuxième circuit dans lequel circule également du sodium. Ainsi réchauffé, le sodium du circuit secondaire est dirigé vers un dispositif qui convertit sa chaleur pour actionner un turbogénérateur et produire de l'électricité.

PRINCIPALES INNOVATIONS

1 Un cœur à réactivité maîtrisée

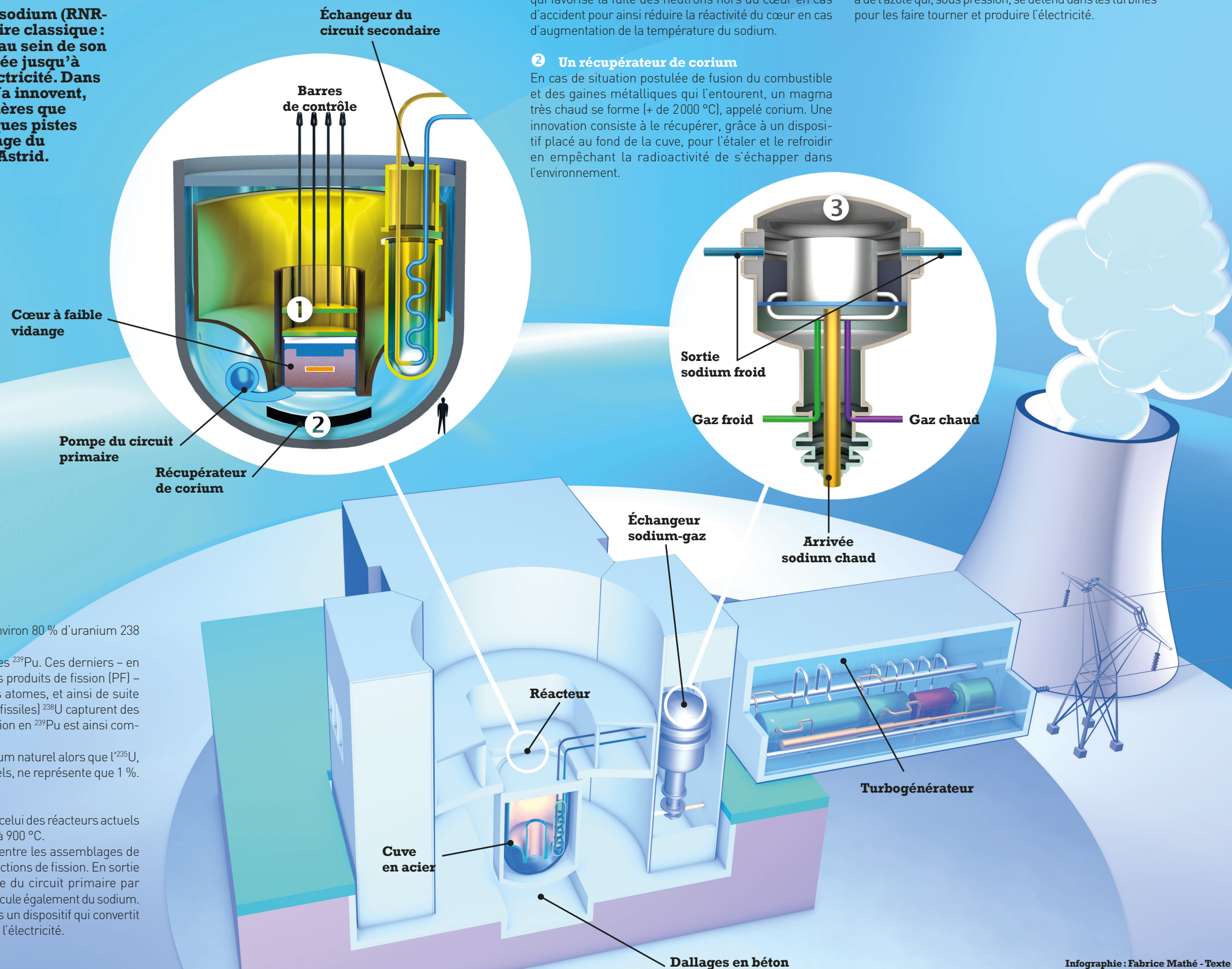
Un nouveau concept de cœur est développé pour en améliorer la sûreté en cas d'accident de perte globale de refroidissement. Il s'agit d'éviter l'ébullition du sodium grâce au concept dit de Cœur à faible vidange (CFV) qui favorise la fuite des neutrons hors du cœur en cas d'accident pour ainsi réduire la réactivité du cœur en cas d'augmentation de la température du sodium.

2 Un récupérateur de corium

En cas de situation postulée de fusion du combustible et des gaines métalliques qui l'entourent, un magma très chaud se forme (+ de 2000 °C), appelé corium. Une innovation consiste à le récupérer, grâce à un dispositif placé au fond de la cuve, pour l'étaler et le refroidir en empêchant la radioactivité de s'échapper dans l'environnement.

3 Un échangeur sodium-gaz

Le sodium étant réactif chimiquement avec l'eau, le générateur en eau-vapeur actionnant le turbogénérateur est remplacé par un système de conversion en gaz. Ainsi, la chaleur du sodium du circuit secondaire est communiquée à de l'azote qui, sous pression, se détend dans les turbines pour les faire tourner et produire l'électricité.



Infographie : Fabrice Mathé - Texte : Aude Ganier