

**Titre du document** Fonction d'un réacteur à eau bouillante  
**Version :** 06/07/2018  
**N° chrono :** DOC-VL-6\_1

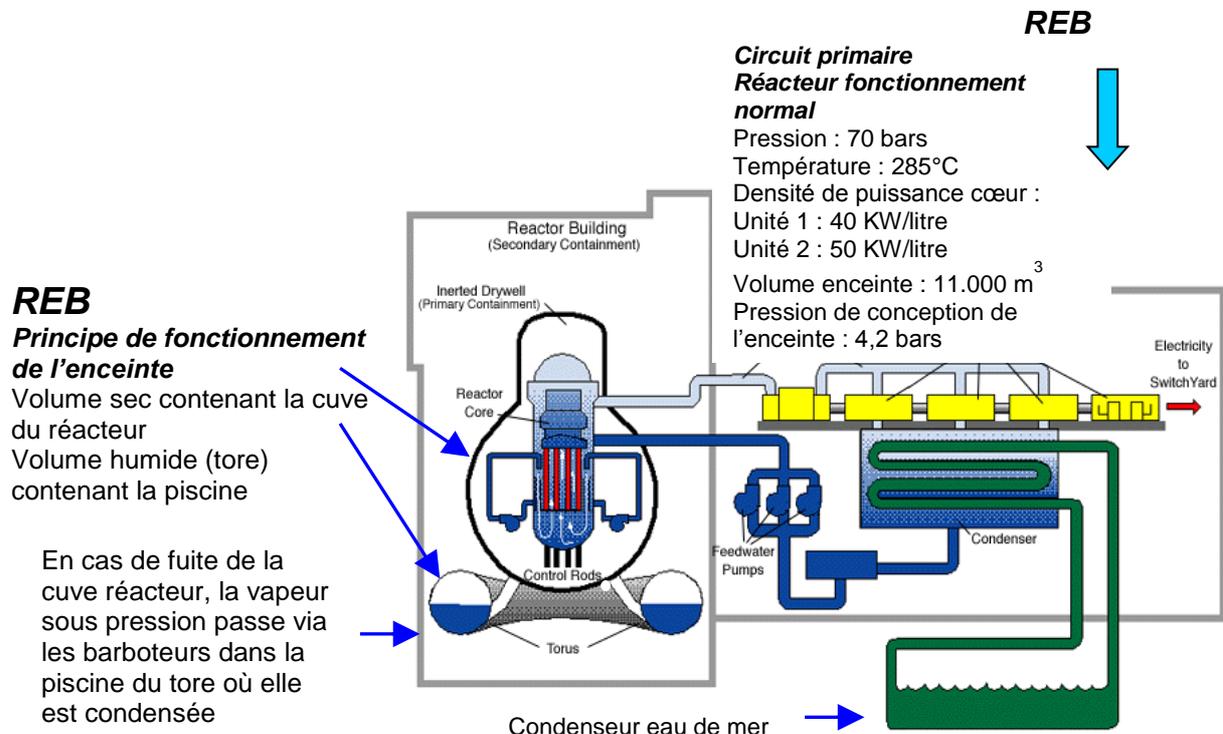
**Auteur :** M. Ammerich

**Résumé :** Suite à l'accident nucléaire de Fukushima, nous avons eu des questions sur le fonctionnement d'un réacteur à eau bouillante. Celui-ci est notablement différent d'un réacteur à eau pressurisée.

# Fonctionnement d'un réacteur à eau bouillante

## 1 Un réacteur à eau bouillante : comment ça marche ?

Quelles sont les différences entre un réacteur à eau bouillante (REB) et un réacteur à eau pressurisée (REP) comme ceux d'EDF ?



Un réacteur à eau bouillante n'a qu'un circuit primaire (transportant de la vapeur radioactive) et un circuit secondaire (dit circuit de refroidissement).

Il n'y a pas un troisième circuit comme sur les REP circuit intermédiaire entre le circuit primaire radioactif et le circuit tertiaire dit de refroidissement. C'est ce circuit secondaire qui fabrique la vapeur entraînant la turbine sur les REP.

Un REB est donc plus simple qu'un REP. Par exemple, un REP 3 boucles de 900 MW électrique comporte, en plus de la cuve, 4 grosses capacités chaudronnées (3 GV + le pressuriseur).

Dans un REB, la cuve est certes plus grande mais dimensionnée à une pression sensiblement 2 fois moindre. Par ailleurs, du fait du moindre nombre de gros composants, pour une même puissance électrique fournie, l'enceinte de confinement d'un REB est de moindre envergure que celle d'un REP.

Ceci se traduit par un coût d'investissement de l'ensemble de la tranche (îlot nucléaire + îlot conventionnel) (génie civil et composants) qui est de l'ordre de 15 % plus petit pour un REB par rapport à un REP de puissance équivalente. Les coûts de combustible et d'exploitation étant voisins dans les deux filières, le coût de l'électricité issue d'un REB est légèrement inférieur à celui de l'électricité issue d'un REP. La différence reste cependant très faible.

La pression primaire de fonctionnement d'un REB est environ la moitié que celle d'un REP (typiquement 78 à 80 bar comparé à 155 bars) et la température de fonctionnement d'un REB est inférieure de 25 à 30 °C.

Ce domaine de fonctionnement du REB engendre moins de corrosion dans les circuits primaires par l'eau déminéralisée. Du fait de l'absence de GV et du préssuriseur, l'instrumentation du REB est moins importante en volume.

Les REB ne sont pas contrôlés à l'acide borique dissout. En effet, le maintien constant d'une teneur en bore dans la cuve supposerait un débit d'eau alimentaire exempt d'acide borique qui ferait courir un risque inacceptable de noyage intempestif du cœur en eau claire.

Les barres de commandes sont, elles, en carbure de bore et pas en cadmium comme dans les REP. Cela élimine le problème de la teneur en acide borique dans le circuit primaire, réduit la quantité d'effluents, diminue la production de tritium (bore + neutron donne tritium) et réduit la corrosion.

Par contre le contrôle en réactivité des REB est complexifié par rapport à celui des REP pour la raison du fonctionnement dans l'eau/vapeur circulant dans le cœur.

Une pénalité des REB vient de la nécessité d'avoir un gainage du combustible particulièrement étanche. Cela étant dès lors que la densité de puissance du cœur des REB est en gros deux fois moindre que celle des REP (la puissance spécifique volumique du cœur d'un REB ne dépasse pas 50 MW/m<sup>3</sup> en ordre de grandeur) cette étanchéité est assurée en fonctionnement normal. La température à cœur du combustible est moindre dans un REB que dans un REP.

En outre, si une perte d'étanchéité du gainage est constatée impliquant la présence potentielle de produits de fission (PF) (notamment gazeux, mais pas seulement) dans la partie turbine du circuit véhiculant l'eau et la vapeur primaire; il faut cependant isoler rapidement l'extraction de vapeur.

La vapeur produite est active ce qui complique l'accès au hall turbine en fonctionnement. Il n'y a pas de réel problème pour les opérations de maintenance, sauf dans les cas incidentels où l'étanchéité du gainage du combustible aurait été affectée et où par exemple des produits de fission gazeux seraient alors transférés vers la turbine et le condenseur. C'est bien ce qui s'est passé.

La gestion des gaz de radiolyse de l'eau dans le cœur (production d'hydrogène) est plus difficile dans un REB que dans un REP, ce qui a historiquement conduit à divers incidents ; là encore c'est ce qui s'est passé.

En l'absence de source froide située au-dessus du cœur (comme dans le cas des GV dans les REP notamment), la circulation naturelle par thermosiphon n'est pas possible. En cas de perte des pompes de recirculation, le refroidissement se fait donc uniquement par décharge de la vapeur vers le tore de "suppression", et par conséquent cela engendre une perte de la masse d'eau qu'il faut pouvoir compenser, sous peine de mener à la fusion du cœur. Là

encore cela s'est produit.

La modélisation des phénomènes thermohydrauliques et neutroniques dans le cas des REB est plus compliquée que dans le cas des REP, ceci handicape les REB notamment lorsqu'on cherche à augmenter la puissance.

Enfin la présence d'un circuit secondaire entre le cœur et la turbine, comme c'est le cas pour les REP, établit une barrière supplémentaire en cas d'incident/accident.

---