



Protections des Installations Nucléaires contre les Aléas Naturels

Webinaire ANCCLI - 12 mars 2024

Hervé CORDIER

Expert en Gestion des Risques Physiques

Stéphane FEUTRY

Expert Exploitation



La Sûreté à la conception, en exploitation, si incident

1. **Prise en compte des risques naturels à la conception**
2. **Prise en compte en exploitation**
3. **Exemple de la tempête, risque pour le réseau électrique, protection des centrales : l'îlotage**

La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions prises à la conception, (...) l'exploitation, (...) pour protéger en toutes circonstances l'homme et son environnement naturel (...) :

- Assurer le fonctionnement normal des installations,
- Prévenir les incidents et accidents,
- Limiter les conséquences d'un incident ou accident éventuel.

CONTEXTE

Produire de l'Electricité en toute Sûreté...

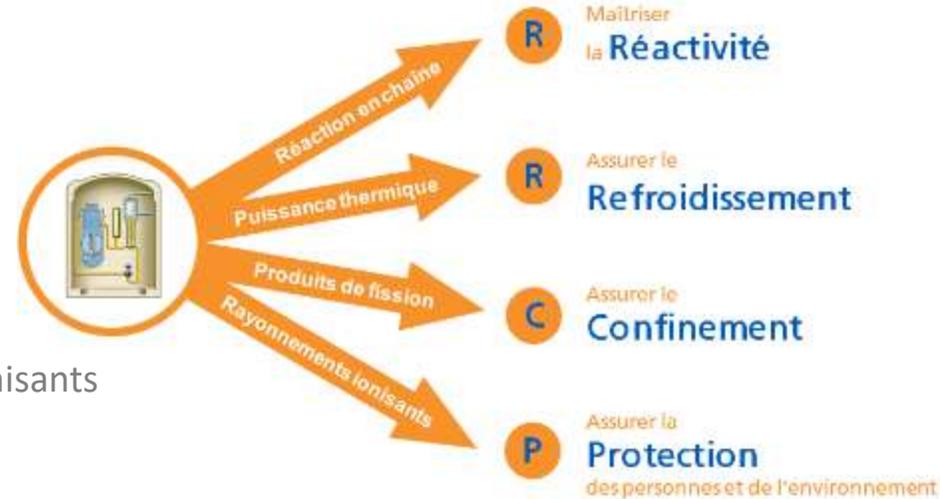
1. Assurer la Sûreté des installations nucléaires

- Contrôler la réactivité
- Evacuer la puissance résiduelle
- Confiner les substances radiologiques.
- Protéger les personnes et l'environnement contre les rayonnements ionisants

2. Produire de l'Electricité

- En respectant les contraintes environnementales : arrêtés de rejets (thermiques, chimiques, radiologiques), ...
- En respectant les contraintes liées au fonctionnement des installations et celles liées aux personnels,

« ...contre vents et marées... »



Produire de l'électricité en toute sûreté...

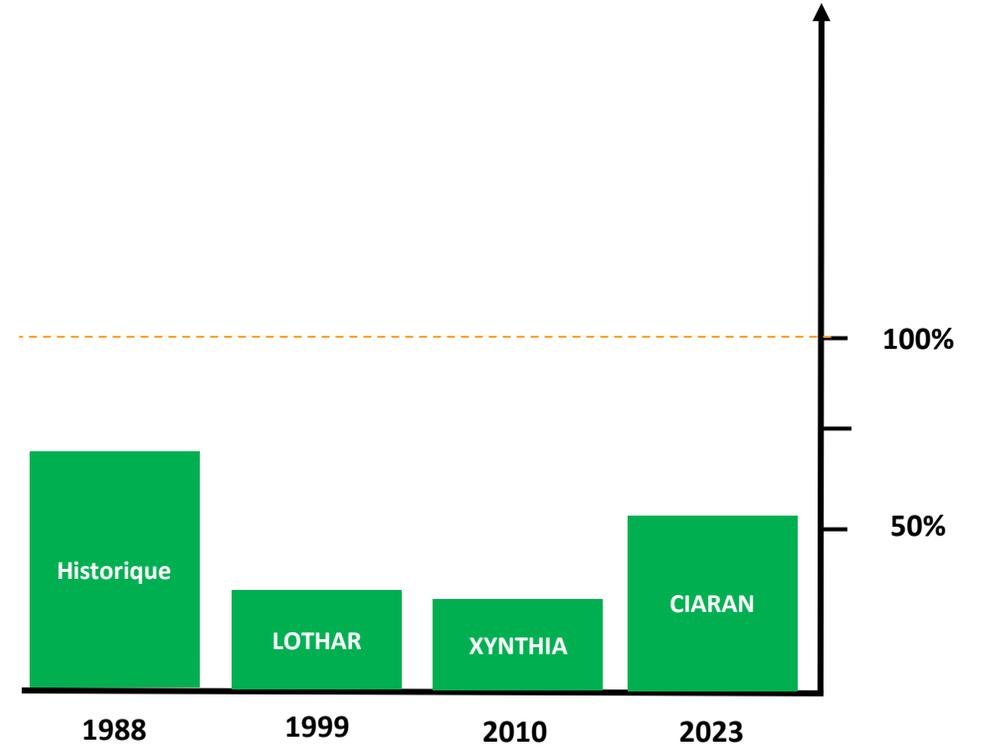
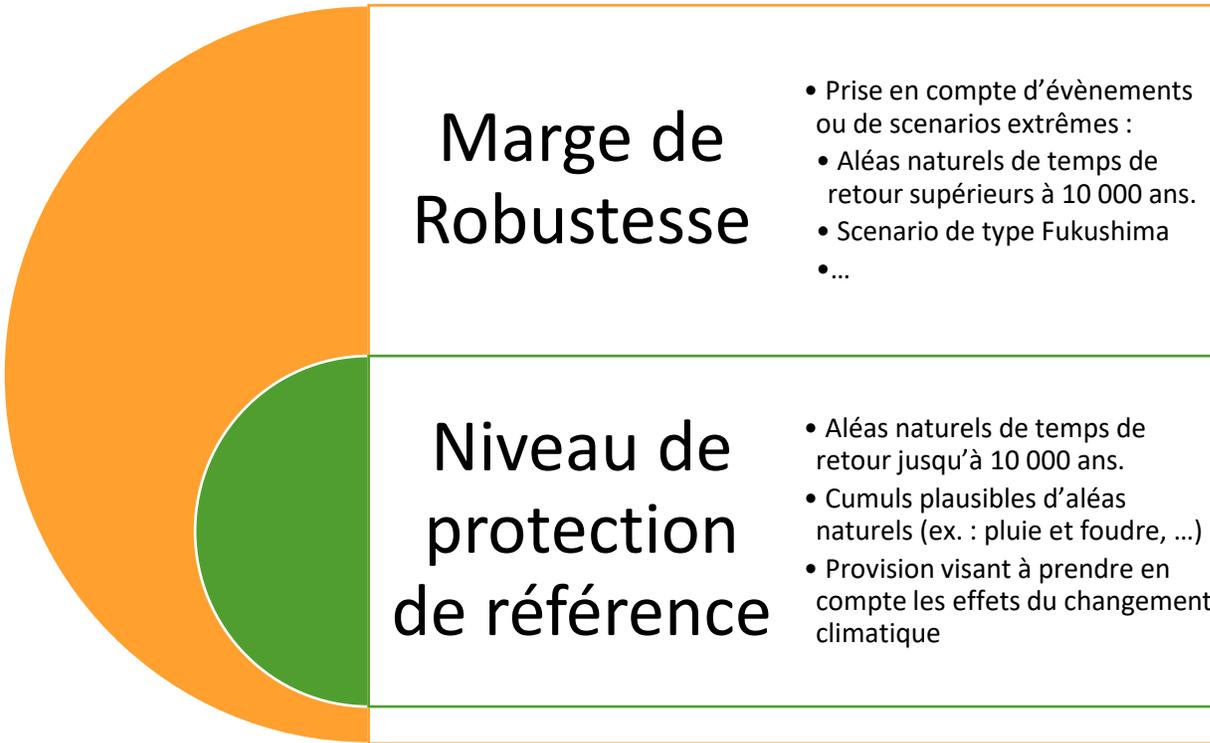
- A la conception, la protection des installations face aux aléas (naturels ou d'origine humaine) est prise en compte.
- Les dispositions de protection évoluent lors des réexamens décennaux de sûreté pour intégrer l'évolution des risques (ex. : changement climatique, ...) ainsi que le retour d'expérience (ex. : Tempêtes Lothar & Martin en 1999, canicule 2003, ...).
- En suivant des principes généraux...
 - Priorité de la sûreté face à la production d'électricité !
 - Respect de l'environnement (réglementation environnementale, limitation des impacts radiologiques et non radiologiques, ...)
 - Garantie que la sûreté de l'installation est assurée pour des niveaux d'aléas bien supérieurs à ceux limitant la production d'électricité

PROTECTION CONTRE LES ALEAS NATURELS – Focus sur l'étape n°3



Principes généraux de définition des niveaux de protection pour les équipements de sûreté

Illustration pour des tempêtes « historiques »



Protection contre les aléas naturels

- **Les aléas (naturels ou non) sont pris en compte pour assurer la sûreté des installations nucléaires**
 - Pour tous les risques
 - En considérant les effets du changement climatique
- **Les dispositifs de protection**
 - Sont conçus pour résister à des intensités importantes d'aléas... avec des marges permettant de résister à des niveaux plus importants (tps de retour > 10 000 ans)
- **Les dispositifs de re-questionnement des mesures de protection existent et sont mis en œuvre**
 - Veille internationale sur les connaissances et les évènements
 - Veille climatique
 - Réexamen de sûreté (tous les 10 ans a minima)
- **Les solutions technologiques permettant de s'adapter au changement climatique existent au niveau industriel**

PARTIE EXPLOITATION

Pour anticiper, une veille est mise en place

Veille nationale
Chaque site est abonné à
un système d'alerte



Vigilance météorologique et crues
pour mercredi 01 novembre
Émise le mardi 31 octobre à 10h01

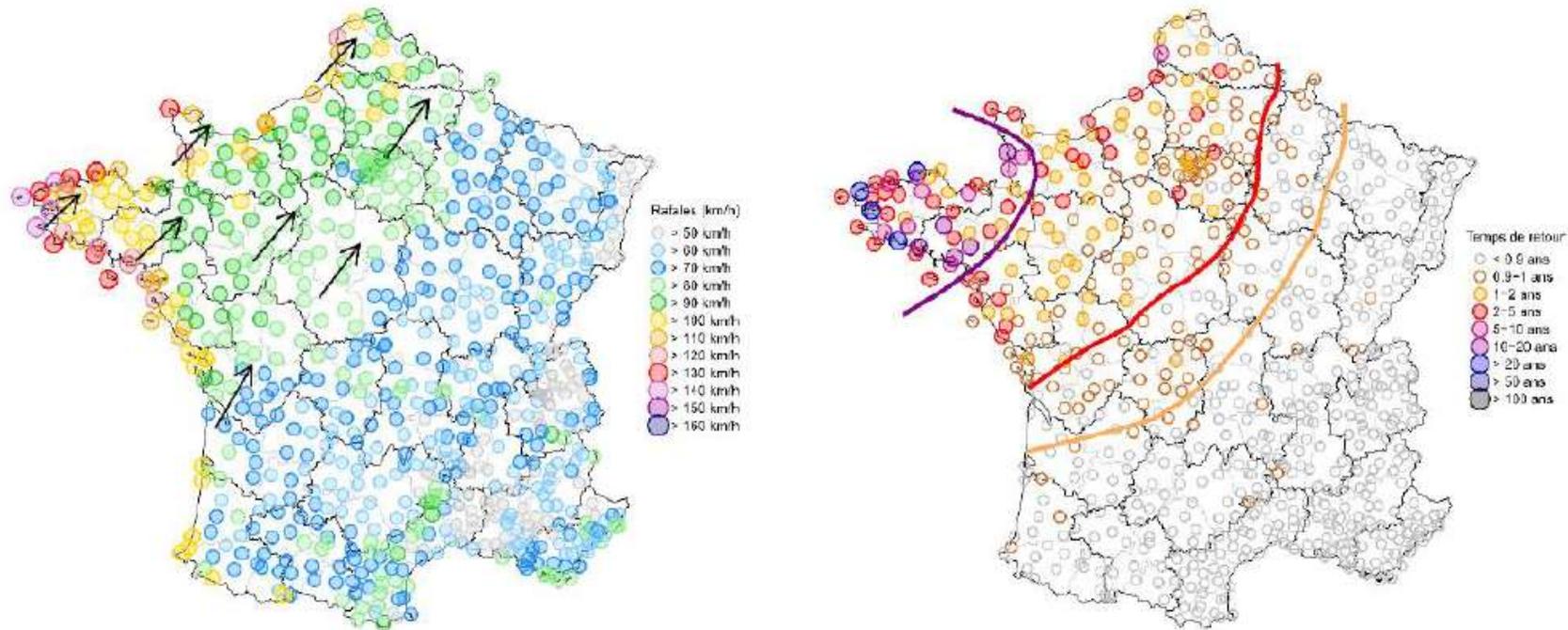


PARTIE EXPLOITATION

Les services centraux exercent veille et prévision

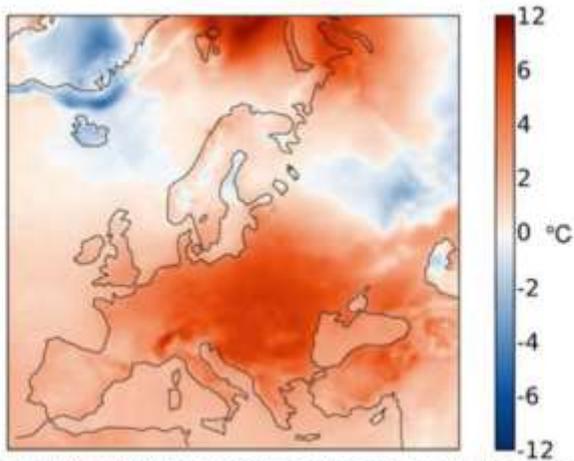
Traduction des données météorologiques générales en données particulières pour les métiers EDF (Hydro, Nucléaire, Distribution)

*Prévision épisode de vents violents
du mar. 31/10/2023 au jeu. 02/11/2023*



PARTIE EXPLOITATION

Les services centraux réalisent le retour d'expérience



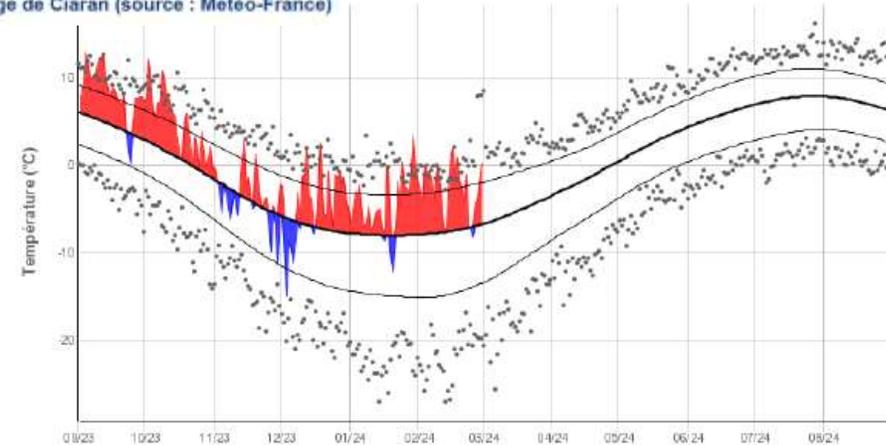
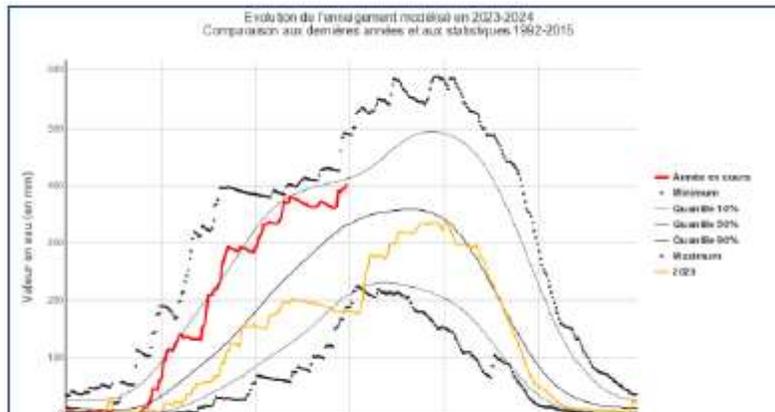
Répartition spatiale de l'anomalie de température pour le mois de février 2024 (source : <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-february-2024>)



(Figure 1 - Vents observés en Bretagne lors du passage de Ciaran (source : Météo-France))

Bonneval

avec séries caractéristiques sur la période historique 1948-2010



Traduction dans les procédures

UNIE_GPEX

REGLE PARTICULIERE DE CONDUITE INONDATION DU CNPE DE FLAMANVILLE

Référence Technique : RPC INONDATION FLAMANVILLE DDS5

Référence : D455031083191

Indice : 4

Nb de pages : 74

Applicabilité à la conception : FLA, EPR-FLA3

PARTIE EXPLOITATION

Les procédures précisent les moyens et anticipent les étapes, pour avoir le temps de leur mise en place.

Des exercices sont prévus pour tester l'applicabilité des dispositifs

Le basculement à la hausse entre les phases Veille, Vigilance, Pré-Alerte et Alerte se fait en fonction de la prévision de niveau dans le chenal d'amenée, au niveau de la station de pompage de chaque tranche :

Phase	Seuil
Vigilance	Marée de coefficient ≥ 110
Pré-alerte	Prévision d'un niveau dans le chenal d'amenée supérieur à celui de la dernière rampe de lavage dans 24 heures
Alerte	Prévision d'un niveau dans le chenal d'amenée supérieur à celui de la dernière rampe de lavage dans 12 heures
PAM-GAT	Prévision d'un niveau dans le chenal d'amenée supérieur à celui de la dernière rampe de lavage dans 3 heures

EXEMPLE de la TEMPETE, RISQUE RESEAU, ILOTAGE

Principe général :

le système électrique de transport est protégé des défaillances locales

Idem : déclenchement du départ cuisine plutôt que d'un logement en entier

Mise hors service d'une ligne / d'un moyen de production, quand un défaut est observé (quelques ms à 2s) pour éviter la propagation du défaut

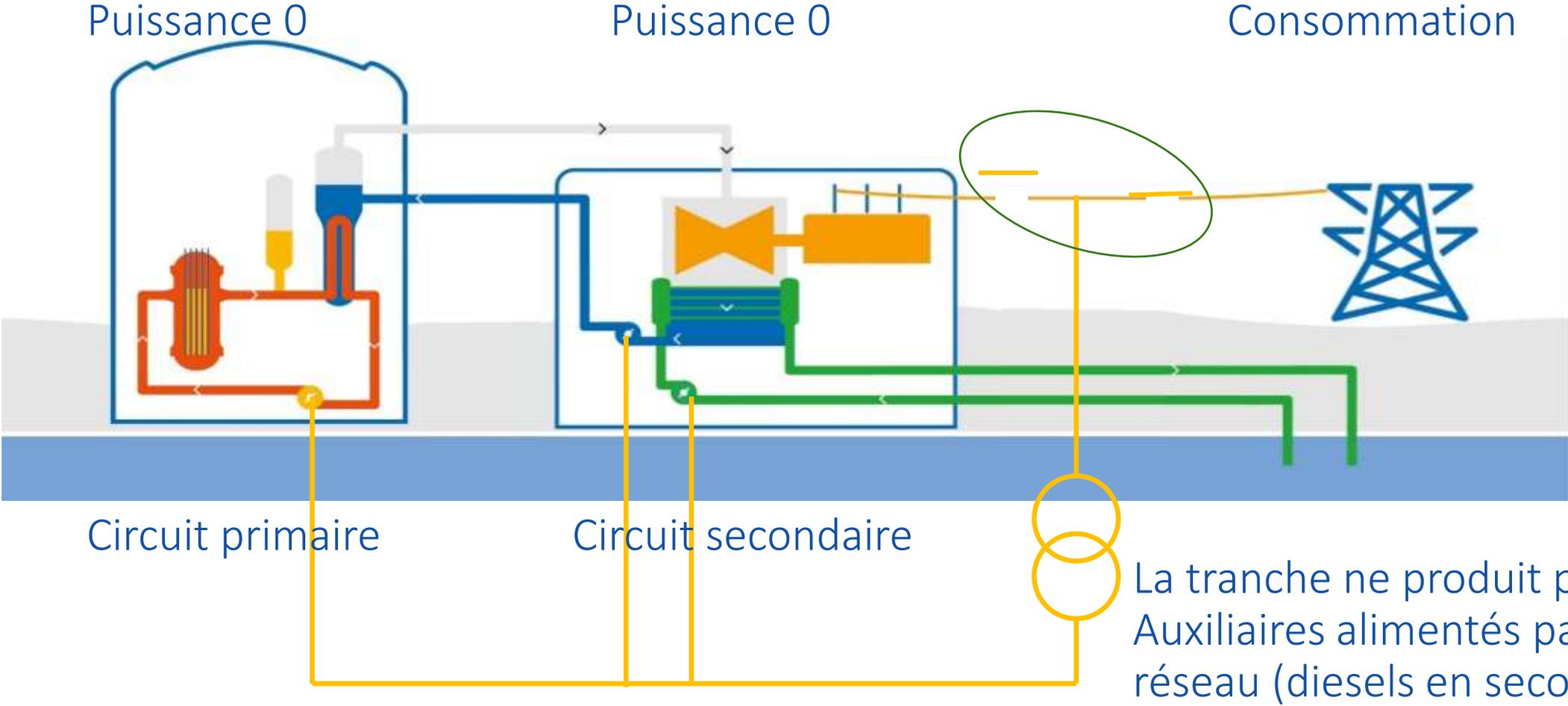
Grand vent → force exercée sur les lignes, risque de déclenchement

EXEMPLE de la TEMPETE, RISQUE RESEAU, ILOTAGE

Pour éviter qu'un défaut réseau n'endommage le transformateur ou l'alternateur de la centrale, dans certains cas, la tranche s'îlote
Redémarrage rapide possible

Analogie : passage au point mort d'une voiture, évite que le moteur cale, permet d'alimenter les phares, l'autoradio...

Etat 1 – tranche à l'arrêt



Etat 2 – fonctionnement nominal

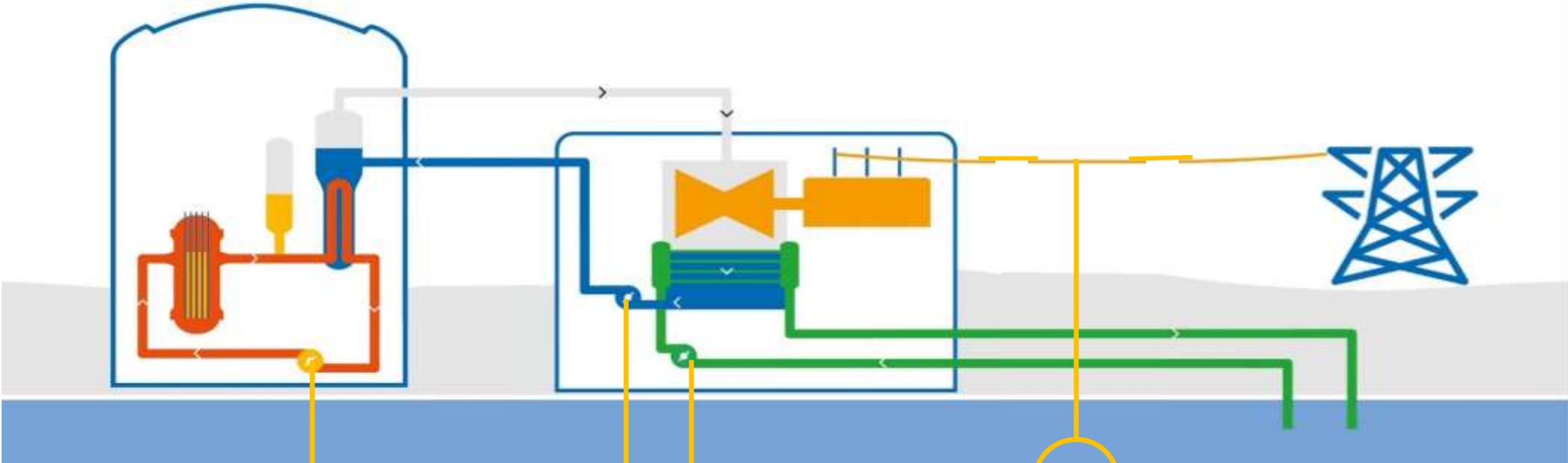
Puissance 10

100%

Puissance 0

1300 MW

Fourniture



Circuit primaire

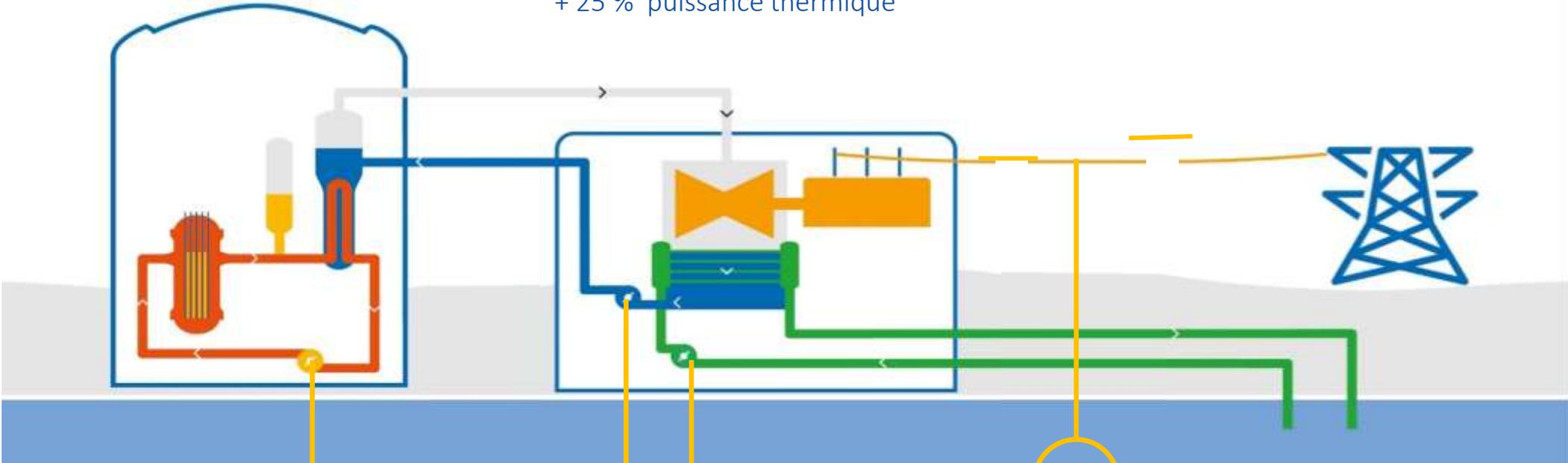
Circuit secondaire

La tranche produit.
Auxiliaires alimentés par la
ligne d'évacuation d'énergie

Etat 3 – îlotage

Puissance 30%

Puissance 50 MW
+ 25 % puissance thermique



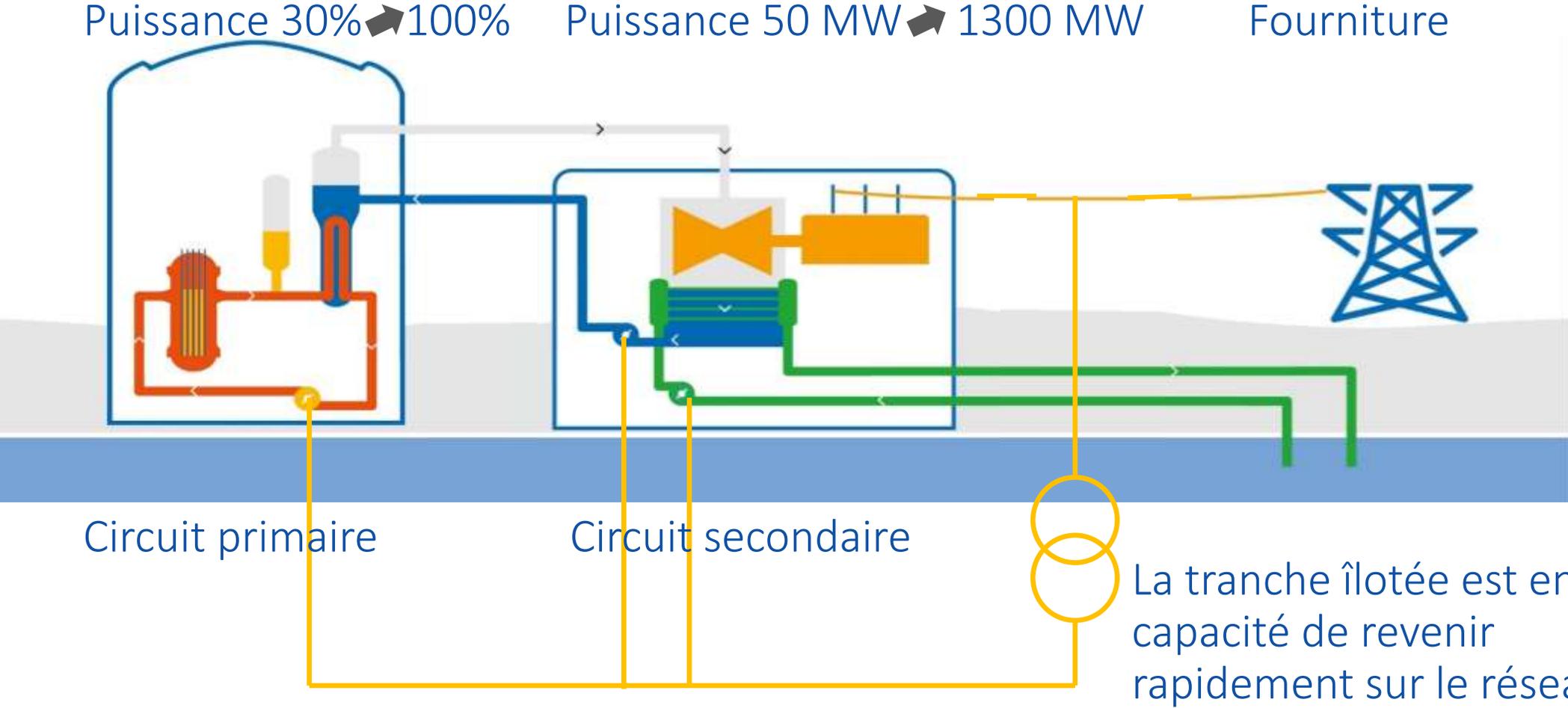
Circuit primaire

Circuit secondaire

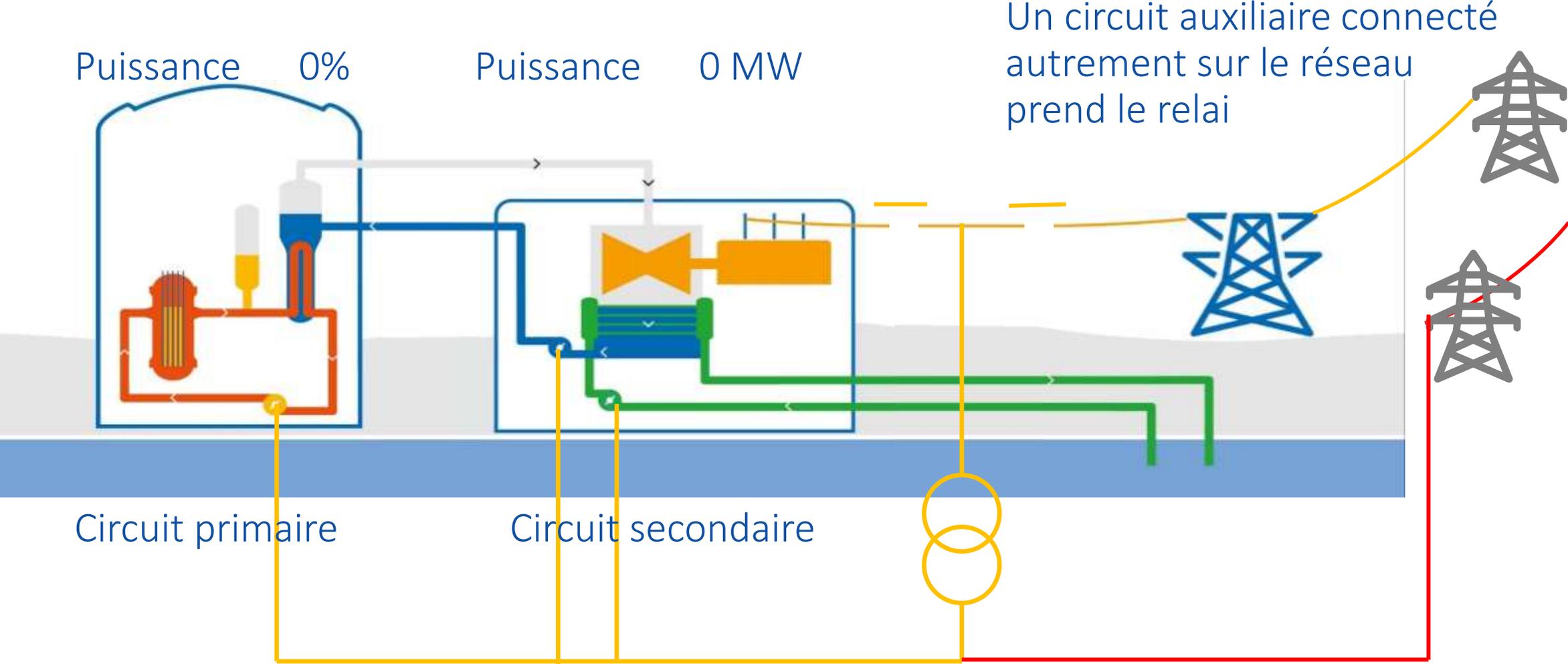


La tranche produit juste ce que ses auxiliaires consomment.

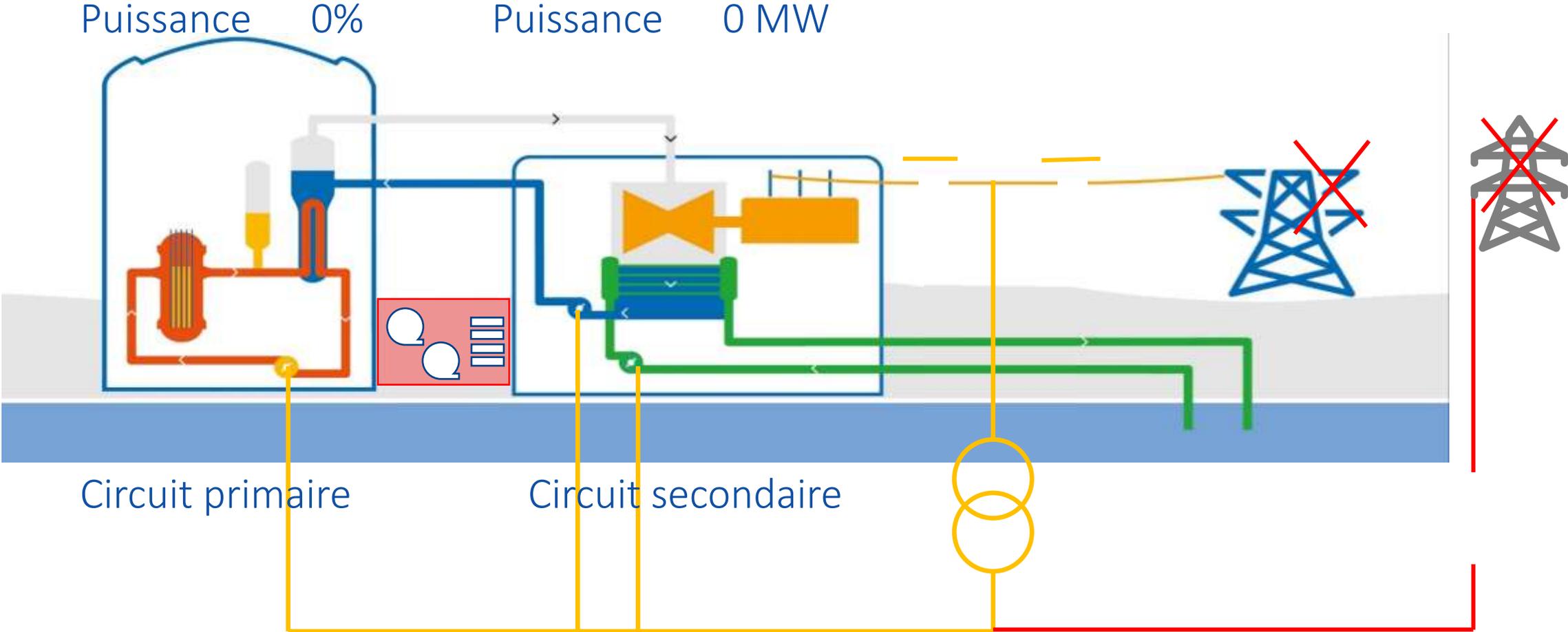
Etat 4 – reconnexion au réseau



Etat 5 – échec îlotage



Etat 6 – échec îlotage et perte totale du réseau



Le circuit primaire peut être refroidi sans réseau : turbopompes, diesels, batteries

SYNTHESE GENERALE

Les aléas climatiques extrêmes sont pris en compte à la conception

Des procédures et des entraînements existent en phase exploitation

Un système de veille, local et national, permet de se préparer

En cas de forte tempête et de défaut sur le réseau, la sûreté du réacteur continue d'être assurée

Il est temps de répondre à vos questions...



Merci !