

## Rejets thermiques des centrales nucléaires pendant les périodes estivales

### Principe de refroidissement des réacteurs

Pour contribuer au refroidissement de ses réacteurs<sup>1</sup>, une centrale nucléaire prélève de l'eau dans un cours d'eau ou dans la mer. L'échauffement de l'eau dans le circuit de refroidissement est proportionnel à la puissance produite par le réacteur.

**Cette eau est ensuite restituée au milieu naturel à une température plus élevée que lors du prélèvement,**

soit directement (réacteur dit en circuit ouvert – 1<sup>re</sup> figure ci-contre), soit après refroidissement dans des tours aéroréfrigérantes (réacteur dit en circuit fermé – 2<sup>nd</sup>e figure ci-contre) qui permettent l'évacuation d'une partie de la chaleur dans l'atmosphère.

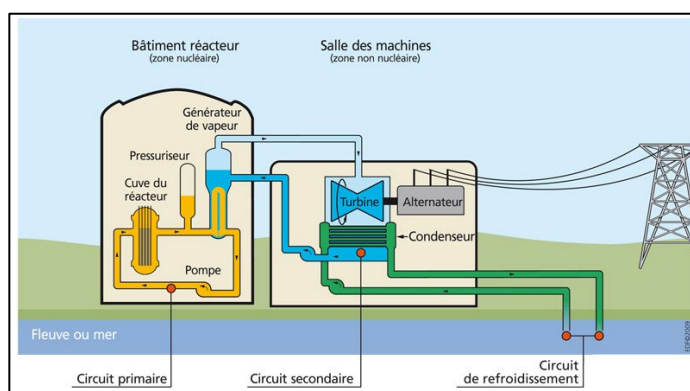


Figure 1: Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire sans tour aéroréfrigérante (circuit dit « ouvert ») (source : IRSN)

<sup>1</sup> Deux circuits d'eau, dits « primaire » et « secondaire », permettent aux réacteurs à eau sous pression de fonctionner. Le circuit primaire transfère, au niveau des générateurs de vapeur, la chaleur produite par le combustible nucléaire à un deuxième circuit fermé, le circuit secondaire. Dans ces générateurs de vapeur, l'eau chaude du circuit primaire chauffe l'eau du circuit secondaire qui se transforme en vapeur. La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur qui produit de l'électricité. L'eau de ce circuit secondaire est refroidie par un circuit de refroidissement qui prélève de l'eau dans un cours d'eau ou dans la mer.

Dans le cas d'une centrale nucléaire en circuit ouvert, le débit d'eau prélevé dans le milieu naturel est entièrement restitué. Cela conduit à un échauffement de quelques degrés du milieu naturel en aval de la centrale.

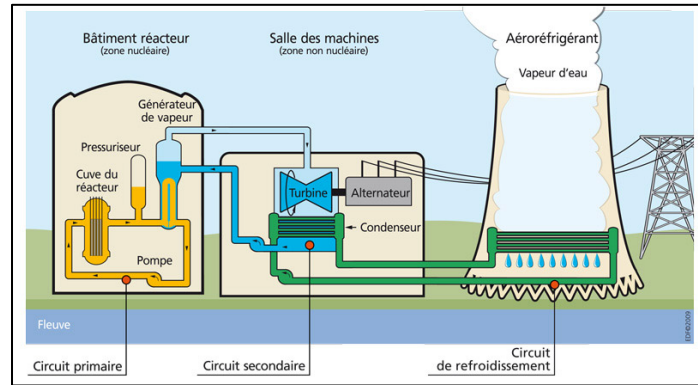


Figure 2: Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire avec une tour aéroréfrigérante (circuit dit "fermé") (source : IRSN)

Pour une centrale en circuit fermé, le débit prélevé dans le milieu naturel est moindre, mais n'est que pour partie restitué au cours d'eau. Le refroidissement de l'eau par la tour aéroréfrigérante conduit à un échauffement de l'ordre de quelques dixièmes de degrés du milieu naturel en aval de la centrale.

Afin d'en maîtriser les effets sur l'environnement, les conditions de ces rejets d'eau échauffée, dits rejets thermiques, sont encadrées par des décisions de l'ASN propres à chaque centrale nucléaire.

## Le fonctionnement des réacteurs nucléaires pendant une période de canicule et de sécheresse

Les fortes chaleurs et les sécheresses entraînent une augmentation de la température des cours d'eau et une diminution de leur débit. Ces conditions rendent ainsi plus difficile la dilution, dans le cours d'eau, de l'eau échauffée par les circuits de la centrale nucléaire pour les besoins de refroidissement des réacteurs.

### L'encadrement par l'ASN des rejets thermiques

Pour certaines centrales situées en bord de rivière, depuis les canicules de 2003 et 2006, deux niveaux de limite maximale de rejets thermiques sont prescrits de manière permanente dans les décisions de l'ASN encadrant le fonctionnement de chaque centrale nucléaire :

- **Le premier niveau de limite<sup>2</sup> réglemente les rejets thermiques en imposant un échauffement maximal de l'eau entre l'amont et l'aval de la centrale ainsi que, pour**

---

<sup>2</sup> Ce niveau de limite est adapté pour les besoins de fonctionnement courant de chaque centrale nucléaire concernée. Son acceptabilité pour les écosystèmes est justifiée pour une exposition permanente aux températures fixées par ce niveau de limite.

la plupart des centrales, une température maximale de l'eau à l'aval. Une surveillance permanente de l'environnement (eau, faune et flore) permet de suivre les paramètres physicochimiques et biologiques qui peuvent être influencés par la température de l'eau.

Lorsque ces limites sont susceptibles de ne pas être respectées, la puissance des réacteurs est abaissée, et peut aller jusqu'à l'arrêt complet. Ces situations de baisse de puissance se produisent régulièrement lors des périodes de canicule et de sécheresse.

- **Le second niveau de limite**<sup>3</sup>, portant sur les mêmes paramètres, intervient si le premier niveau de limite ne peut être respecté et doit conduire à la baisse de puissance ou l'arrêt d'un réacteur alors que, dans le même temps, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) exprime le besoin de maintenir une puissance minimale pour assurer la sécurité du réseau électrique. Il s'applique sans intervention de l'ASN, qui en est informée ainsi que les autres administrations concernées et la Commission locale d'information (CLI). Il est associé à un programme de surveillance renforcée de l'environnement.

À titre d'exemple, le tableau ci-dessous présente les limites réglementaires permanentes encadrant les rejets thermiques des centrales **du Bugey, du Tricastin, de Saint-Alban, et de Golfech**.

	<b>1<sup>er</sup> niveau de limite - conditions climatiques normales</b>	<b>2<sup>nd</sup> niveau de limite - conditions climatiques exceptionnelles (requis RTE)</b>
<b>Bugey</b> (Décision n° 2014-DC-0443 de l'ASN du 15 juillet 2014)	<u>Du 16 septembre au 30 avril</u> $\Delta T$ (échauffement) : 7 °C T° max aval : 24 °C	$\Delta T$ (échauffement) : 1 °C T° max aval : 27 °C
	<u>Du 1<sup>er</sup> mai au 15 septembre</u> $\Delta T$ (échauffement) : 5 °C T° max aval : 26 °C	
<b>Tricastin</b> (Décision n° 2008-DC-0102 de l'ASN du 13 mai 2008)	<u>si débit du canal &gt; 480 m<sup>3</sup>/s</u> $\Delta T$ (échauffement) : 4 °C <u>si débit du canal &lt; 480 m<sup>3</sup>/s</u> $\Delta T$ (échauffement) : 6 °C  T° max aval : 28°C	$\Delta T$ (échauffement) : 3 °C T° max aval : 29 °C

<sup>3</sup> Ce niveau de limite a été fixé pour prendre en compte des besoins ponctuels de fonctionnement de chaque centrale nucléaire concernée. Son acceptabilité pour les écosystèmes est justifiée pour une exposition temporaire limitée à quelques semaines.

<b>Saint-Alban</b> (Décision n° 2014-DC-0470 de l'ASN du 2 décembre 2014)	<u>Du 1<sup>er</sup> octobre au 15 mai</u> ΔT (échauffement) : 4 °C T° max aval : 26 °C	T° max aval : 29 °C
	<u>Du 16 mai au 30 septembre</u> ΔT (échauffement) : 3 °C T° max aval : 28 °C	
<b>Golfech</b> (Arrêté du 18 septembre 2006 autorisant Électricité de France à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire de Golfech)	<u>Du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre</u> ΔT (échauffement) : 1,25 °C T° max aval : 28 °C	ΔT (échauffement) : 1,25 °C T° max aval : 30 °C
	<u>Du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mai</u> ΔT (échauffement) : 2 °C T° max aval : 28 °C	

*T° max aval* : température en aval de la centrale après mélange des rejets thermiques

*ΔT (échauffement)* : différence entre la température à l'amont de la centrale et celle à l'aval après mélange des rejets thermiques

- En cas de **situation exceptionnelle** et de nécessité publique, l'ASN peut également modifier temporairement ces limites<sup>4</sup> en application du II de l'article R. 593-40 du code de l'environnement.

C'est dans ce cadre que des modifications ont été autorisées au cours de l'été 2022 :

	Période du 15 juillet au 7 août 2022	Période du 8 août au 11 septembre 2022
<b>Bugey</b>	ΔT (échauffement) : 3 °C	<u>si débit du Rhône &lt; 300 m<sup>3</sup>/s :</u> ΔT (échauffement) : 5 °C T° max aval : 28,5 °C  <u>si débit du Rhône &gt; 300 m<sup>3</sup>/s :</u> ΔT (échauffement) : 3 °C
<b>Tricastin</b>	<i>Non concerné</i>	<u>si débit canal &lt; 480 m<sup>3</sup>/s :</u> ΔT (échauffement) : 4 °C T° max aval : 30 °C  <u>si débit canal &gt; 480 m<sup>3</sup>/s :</u>

<sup>4</sup> Les limites sont fixées pour répondre à une situation exceptionnelle de fonctionnement de chaque centrale concernée. Elles sont définies au cas par cas dans le but de préserver la protection des écosystèmes concernés.

		$\Delta T$ (échauffement) : 3 °C
<b>Saint-Alban</b>	$\Delta T$ (échauffement) : 3 °C	$\Delta T$ (échauffement) : 3 °C
<b>Golfech</b>	$\Delta T$ (échauffement) : 0,3 °C	$\Delta T$ (échauffement) : 0,3 °C

## Retour d'expérience de l'été 2022

Entre juillet et septembre 2022, **les épisodes caniculaires et de sécheresse ont conduit à une élévation de la température des eaux du Rhône, de la Garonne et de l'estuaire de la Gironde qui assurent le refroidissement des centrales nucléaires du Bugey, du Tricastin, de Saint-Alban, de Golfech et du Blayais.**

En raison de cette situation exceptionnelle, les limites des rejets thermiques en vigueur étaient susceptibles d'être dépassées, ce qui aurait dû conduire à la réduction de la puissance, voire à l'arrêt des réacteurs de centrales nucléaires concernées. RTE a exprimé, dès juillet 2022, le besoin de maintenir, pour ces centrales nucléaires, un niveau minimum de production pour assurer la sécurité du réseau électrique. De plus, à compter d'août 2022, le Gouvernement a souhaité maintenir autant que possible la production électrique des centrales nucléaires pour préserver les réserves de gaz naturel et d'eau des barrages hydroélectriques en vue de l'automne et de l'hiver 2022-2023, dans un contexte de forte tension au plan énergétique.

C'est dans le cadre de cette situation exceptionnelle qu'EDF a déposé entre juillet et août 2022 plusieurs demandes, en application du II de l'article R. 593-40 du code de l'environnement, visant à modifier temporairement les limites des rejets thermiques des centrales nucléaires concernées, afin de répondre aux enjeux de nécessité publique soulevés par le Gouvernement.

**Après examen de ces demandes et des enjeux liés à la protection de l'environnement, l'ASN a adopté successivement quatre décisions fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Bugey, Saint-Alban, Blayais et Tricastin, sur une période allant du 15 juillet au 11 septembre 2022. L'ASN a également prescrit, dans le même temps, une surveillance renforcée du milieu aquatique avec des prélèvements et mesures pour les centrales qui mettraient en œuvre ces décisions.**

Au cours de l'été 2022, seules les centrales nucléaires de Golfech, Bugey, Saint-Alban et Tricastin ont eu recours aux dispositions temporaires prévues par ces décisions, pour une durée cumulée de 24 jours (9 jours pour Tricastin, 8 jours pour Bugey, 6 jours pour Golfech et 1 jour pour Saint-Alban, ces jours n'ayant pas toujours été consécutifs sur un même site). La centrale du Blayais a pu quant à elle maintenir sa production électrique sans avoir à recourir à ces dispositions dérogatoires temporaires.

L'ASN a réalisé des inspections en lien avec l'application de ces décisions, qui n'ont pas mis en évidence d'écart par rapport aux dispositions prescrites.

### **Bilan de la surveillance de l'environnement de l'été 2022**

La surveillance renforcée de l'environnement prescrite par l'ASN et mise en œuvre par les centrales de Golfech, Tricastin et Bugey n'ont pas montré d'incidence entre l'amont et l'aval du cours d'eau sur les paramètres physico-chimiques, ainsi que sur les paramètres microbiologiques (concentration en bactéries). Aucune mortalité piscicole ou altération de l'état de santé du milieu entre l'amont et l'aval de ces centrales nucléaires n'a été identifiée.

Pour la centrale nucléaire de Saint-Alban, les suivis du phytoplancton et du peuplement des diatomées benthiques pendant l'été 2022 ont marqué une légère différence entre l'amont et l'aval, qui n'a pas perduré au-delà de la période estivale. Par ailleurs, les résultats du suivi de la structure du peuplement piscicole ont montré une différence entre l'amont et l'aval pour les plus jeunes poissons. Cette différence qui persistait lors des observations réalisées à l'automne 2022 a cessé en 2023. Les observations réalisées en 2023 sur le peuplement piscicole ont montré un retour à des peuplements habituels des espèces concernées et en particulier pour les populations juvéniles.

### **Le retour d'expérience de l'été 2023**

Lors de l'été 2023, les rejets thermiques des centrales nucléaires sont restés dans les limites réglementaires. Toutefois, quelques centrales (Bugey, Blayais et Saint-Alban) ont eu recours à des baisses ponctuelles de puissance afin de rester dans ce cadre.

### **Les perspectives de l'été 2024**

Les premières tendances de Météo France (juin à août 2024) prévoient un **scénario « plus chaud que la normale » sur l'ensemble du territoire métropolitain**. Cette probabilité est plus marquée pour les régions méditerranéennes. Concernant les précipitations, aucun scénario ne se dégage à l'exception du pourtour méditerranéen pour lequel un scénario « plus sec » est privilégié.

### **À plus long terme**

Les perspectives d'une accélération des phénomènes liés au changement climatique requièrent une anticipation accrue. La poursuite du fonctionnement des réacteurs nécessite ainsi de

développer une vision à moyen et long terme des effets du changement climatique et une approche territorialisée au regard des effets cumulés potentiels liés à la présence de plusieurs sites nucléaires sur un même bassin versant.

La modification de l'encadrement réglementaire ne peut constituer une réponse à elle seule. L'ASN rappelle que toute modification des limites rejets des centrales nucléaires dans l'environnement doit être justifiée par une étude d'impact, fondée sur une actualisation des connaissances scientifiques des effets sur le milieu naturel.

L'ASN considère que la prise en compte du changement climatique dans le cadre de la poursuite de fonctionnement des centrales nécessite un approfondissement des connaissances scientifiques de la part d'EDF, ainsi qu'une réflexion sur les évolutions technologiques des installations, dans le cadre d'une approche globale et de long terme.