



UNIE_GPEX

**BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU
BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU
TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022**

Référence : D455022006439

Indice : 0

Nb de pages : 109

Applicabilité :

Résumé : Cette note fait la synthèse du fonctionnement et des effets sur l'environnement des CNPE du Blayais, de Saint-Alban, du Bugey, du Tricastin et de Golfech pendant la période caniculaire 2022

Affaire :

Projet(s) :

Référence technique :

Dans cette version du document, les noms ont été occultés afin de respecter l'anonymat des auteurs.

Rédaction	Contrôle	Approbation	Visa final (*)

(*) La présence de cette icône atteste que le document a été approuvé par un circuit de signature électronique

Document public

UNITE INGENIERIE
EXPLOITATION

1, PLACE PLEYEL 93262
SAINT-DENIS CEDEX

Téléphone : 01.43.89.22.00
Télécopie : 01.43.89.32.91

www.edf.com

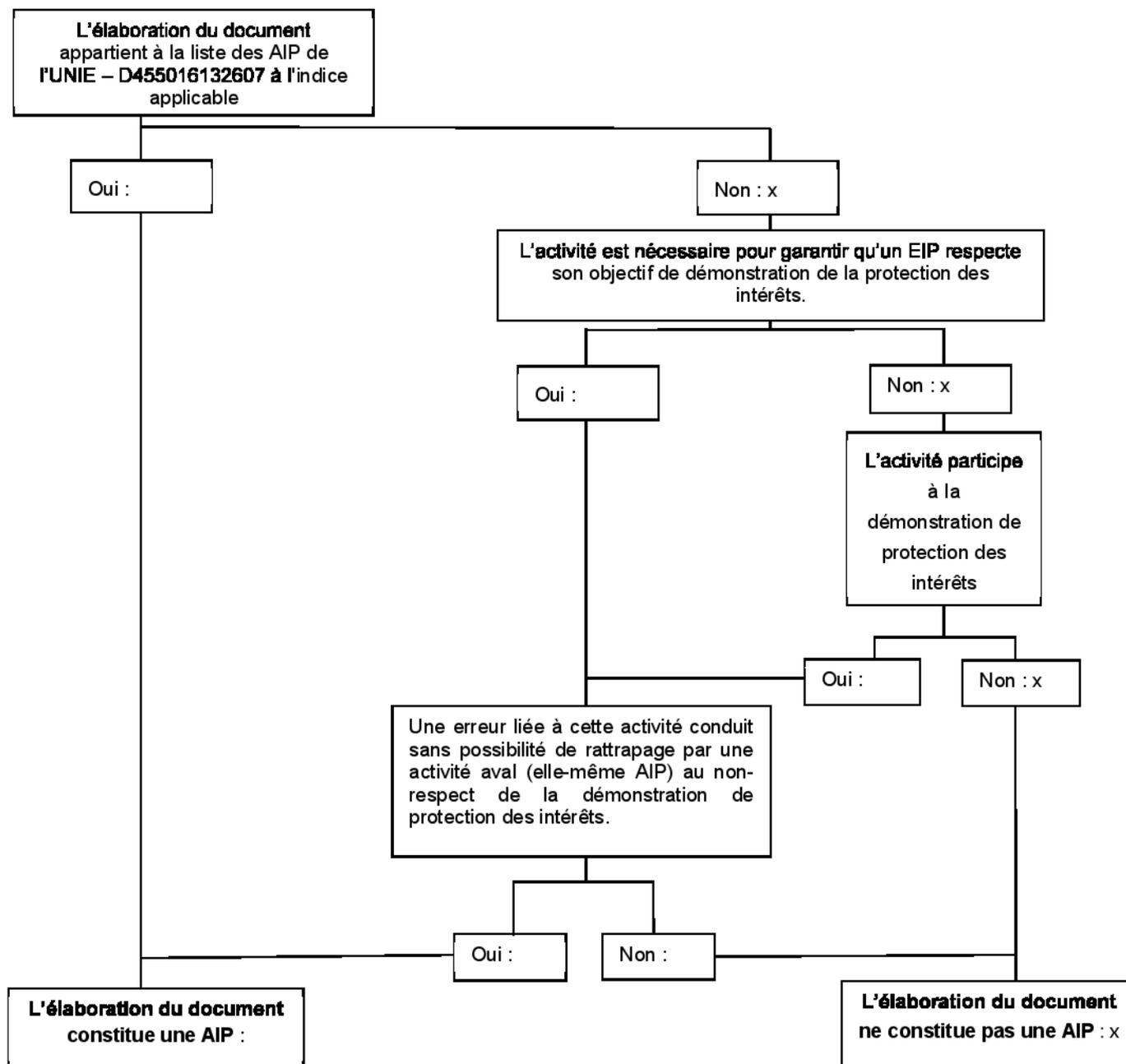
EDF - SA au capital de 1 943 290 542
euro6 - 552 081 317 R.G.S. Paris
Siège social : 22-30 avenue de Wagram
75382 Paris Cedex 08 - France

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 2/109

ELEMENTS DE GESTION

Date de réexamen	Sans objet
Documents associés	Sans objet
Annule et remplace	Sans objet
Pré-diffusion formalisée	Oui : [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
Niveau QS	QS

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0



	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 4/109

HISTORIQUE DES EVOLUTIONS DE LA NOTE

Indice	Date	Modifications apportées
0	Voir page 1	Rédaction initiale

DIFFUSION INITIALE

Unité / Entreprise / Administration	Nom et Prénom / Fonction
[REDACTED]	[REDACTED]

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 5/109

SOMMAIRE

REFERENCES	7
GLOSSAIRE.....	7
1. INTRODUCTION	8
2. BILAN METEOROLOGIQUE DE L'ETE 2022	8
3. BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES.....	9
3.1. ETAT DES TRANCHES SUR LE PARC	9
3.2. MODIFICATIONS TEMPORAIRES DES DECISIONS LIMITEES DES REJETS THERMIQUES.....	10
3.3. PASSAGE EN CONDITIONS CLIMATIQUES EXCEPTIONNELLES ET SITUATION EXCEPTIONNELLE	11
3.4. PRODUCTION DES TRANCHES POUR LES SITES SOUS AUTORISATION TEMPORAIRE.....	13
3.4.1. CNPE du BUGEY.....	13
3.4.2. CNPE de SAINT-ALBAN	14
3.4.3. CNPE du TRICASTIN.....	15
3.4.4. CNPE de GOLFECH	16
3.4.5. CNPE du BLAYAIS.....	17
3.5. PERTES DE PRODUCTION LIEES AU RESPECT DES LIMITEES THERMIQUES.....	19
3.6. SUIVI DE LA TEMPERATURE ET DES DEBITS	20
3.6.1. CNPE DU BUGEY	20
3.6.2. CNPE DE SAINT-ALBAN.....	23
3.6.3. CNPE DU TRICASTIN.....	25
3.6.4. CNPE DE GOLFECH.....	27
3.6.5. CNPE DU BLAYAIS	28
3.7. CONCLUSION SUR LE FONCTIONNEMENT DES CNPE.....	31
4. EVALUATION PRELIMINAIRE DE L'IMPACT DU FONCTIONNEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE	32
4.1. PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DES CNPE PENDANT L'ETE 2022	32
4.2. GENERALITES SUR LA SURVEILLANCE DU PANACHE THERMIQUE.....	35
4.3. GENERALITES SUR LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE PHYSICO-CHIMIQUES ET HYDROBIOLOGIQUES	35
4.4. EVALUATION PRELIMINAIRE DES IMPACTS – CNPE DU BUGEY.....	37
4.4.1. Surveillance du panache thermique.....	39
4.4.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie.....	41
4.4.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie	46
4.4.4. Evaluation de l'impact sur le plancton.....	48
4.4.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques	50
4.4.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles	50
4.4.7. Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Bugey.....	53
4.5. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE SAINT-ALBAN.....	54
4.5.1. Surveillance du panache thermique.....	56
4.5.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie.....	59
4.5.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie	64
4.5.4. Evaluation de l'impact sur le plancton.....	66
4.5.5. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles	67
4.5.6. Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Saint-Alban.....	69
4.6. EVALUATION DES IMPACTS POUR LE CNPE DE TRICASTIN	70
4.6.1. Surveillance du panache thermique.....	72
4.6.2. Impacts sur la physico-chimie du canal de Donzère-Mondragon	74
4.6.3. Impact sur la qualité microbiologique de l'eau du canal de Donzère-Mondragon.....	80
4.6.4. Evaluation de l'impact sur le plancton.....	83
4.6.5. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles	85
4.6.6. Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Tricastin.....	87
4.7. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE GOLFECH.....	88

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 6/109

4.7.1.	Surveillance du panache thermique.....	90
4.7.2.	Evaluation de l'impact sur la physico-chimie.....	94
4.7.3.	Evaluation de l'impact sur la microbiologie	100
4.7.4.	Evaluation de l'impact sur le plancton.....	102
4.7.5.	Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques	104
4.7.6.	Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles	104
4.7.7.	Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Golfech.....	107
4.8.	EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DU BLAYAIS	108
5.	CONCLUSION GENERALE	109

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 7/109

REFERENCES

- [1] Pièce C « Bilan des réponses écosystémiques en cas de canicule ».
- [2] Pièce D « Surveillance des eaux de surface en situation exceptionnelle »
- [3] Décision ASN n°2022-DC-0728 du 13/07/2022 fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Saint-Alban et Blayais jusqu'au 24/07/2022
- [4] Décision ASN n°2022-DC-0729 du 15/07/2022 fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques de la centrale nucléaire du Bugey jusqu'au 24/07/2022
- [5] Décision ASN n°2022-DC-0730 du 21/07/2022 prolongeant l'encadrement temporaire des rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Blayais, Saint-Alban et Bugey jusqu'au 07/08/2022
- [6] Décision ASN n°2022-DC-0739 du 04/08/2022 fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Blayais, Bugey, Golfech, Saint-Alban et Tricastin jusqu'au 11/09/2022

GLOSSAIRE

CCE	Conditions Climatiques Exceptionnelles
CCN	Conditions Climatiques Normales
DBO5	Demande Biologique en Oxygène 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DOAAT	Division Optimisation Amont Aval Trading
GPV	Circuit principal de vapeur
IBD	Indice Biologique Diatomées
IPS	Indice de Polluosensibilité Spécifique
MES	Matières En Suspension
Nf	<i>Naegleria Fowleri</i>
NH3	Ammoniac non ionisé
NH4+	Ammonium
RD	Rive Droite
RG	Rive Gauche
RTE	Réseau de Transport d'Electricité
SANDRE	Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau
SE	Situation Exceptionnelle
SEQ-Eau	Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau
SMP	Station Multi Paramètres

	<p align="center">BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</p>		
<p align="center">UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 0</p>	<p>Page 8/109</p>

1. INTRODUCTION

Ce rapport répond respectivement aux articles 7, 5 et 7 des décisions temporaires n° 2022-DC-0730 du 21 juillet 2022, n° 2022-DC-0729 du 15 juillet 2022 et n° 2022-DC-0739 du 4 août 2022 de l'Autorité de sûreté nucléaire. Ces articles demandent qu'EDF adresse au plus tard le 31 octobre 2022 à l'Autorité de sûreté nucléaire, au ministère chargé de la sûreté nucléaire et aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement concernées, ainsi qu'aux directions régionales de l'office français de la biodiversité concernées, un bilan du fonctionnement des centrales nucléaires du Blayais, de Saint-Alban-Saint-Maurice, de Golfech, du Tricastin et du Bugey pendant la période estivale 2022. L'évaluation préliminaire de l'éventuel impact de leur fonctionnement sur l'environnement aquatique est réalisée, associé le cas échéant de mesures compensatoires si des impacts sur les milieux dégradés ou les espèces impactées sont relevés.

L'évaluation définitive sera transmise au plus tard le 31 mars 2023.

2. BILAN METEOROLOGIQUE DE L'ETE 2022

L'été 2022 a été le deuxième plus chaud mesuré, derrière 2003, avec des températures particulièrement élevées dans les régions du sud et de l'ouest du pays, et 3 épisodes caniculaires successifs :

- Du 15 au 19 juin 2022. Le mois de juin a été plus chaud de 2,3 degrés par rapport à la normale. Cette canicule est la plus précoce observée en France avec de nombreux records battus autant en journée que la nuit,
- Du 12 au 25 juillet, avec un écart de 2,1 degrés par rapport à la normale. Un pic a été observé le 18 avec des records absolus qui ont dépassés 40 °C sur la façade atlantique et les côtes de la Manche (Dépassement des Températures exceptionnelles sur les CNPE de Paluel, Penly et Gravelines),
- Du 31 juillet au 13 août, avec un écart de 2,5 degrés par rapport à la normale. Elle a concerné l'ensemble du pays avec une moyenne de 35 °C et des températures supérieures à la normale de 7 °C les 3 et 12 août.

Vagues de chaleur observées en France 1947 à 2022 : 46 épisodes identifiés

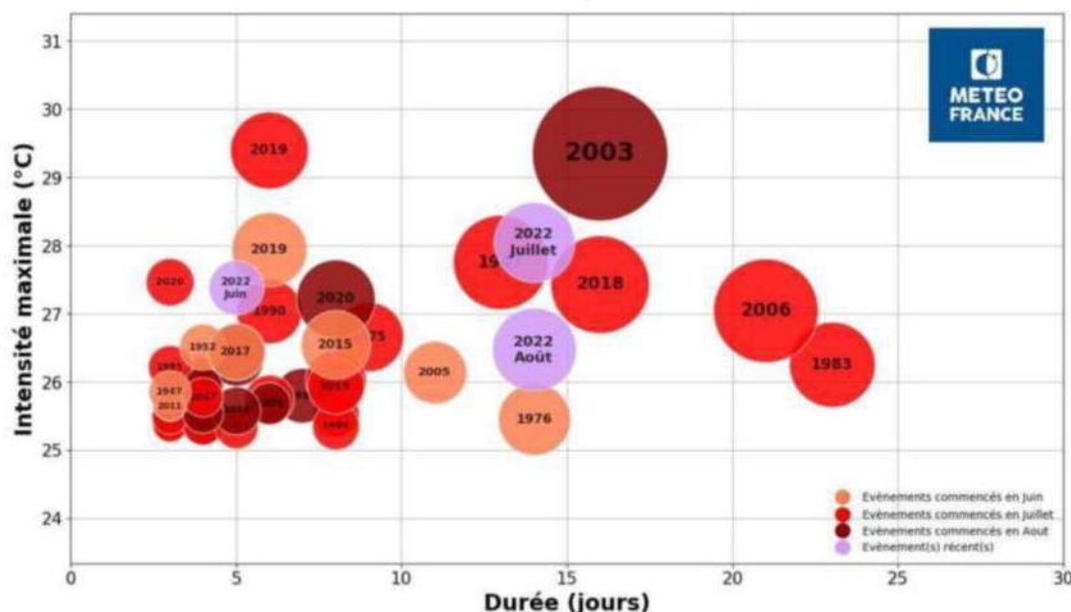


Figure 1 : Positionnement des canicules de l'été 2022 - Météo France

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 9/109

L'hydraulicité des cours d'eau a également été très contrainte. Sur les mois de juillet et août 2022 ces débits ont été :

- Souvent proches des minimas historiques saisonniers sur le Rhône à l'aval de Valence (CNPE de Cruas et du Tricastin), la Loire (en débits désinfluencés des soutiens d'étiage), la Garonne (en débits désinfluencés des soutiens d'étiage) et la Moselle,
- Entre les minimas historiques saisonniers et le quantile 10% sur la Meuse et le Rhône à Saint-Alban,
- Sur le quantile 10% sur le Rhône en amont du CNPE du Bugey (bénéficiant de la fonte des glaciers suisses en amont du Lemman).

L'été 2022 a par conséquent été historiquement chaud et a été combiné à un déficit historique des pluies (Figure 2).

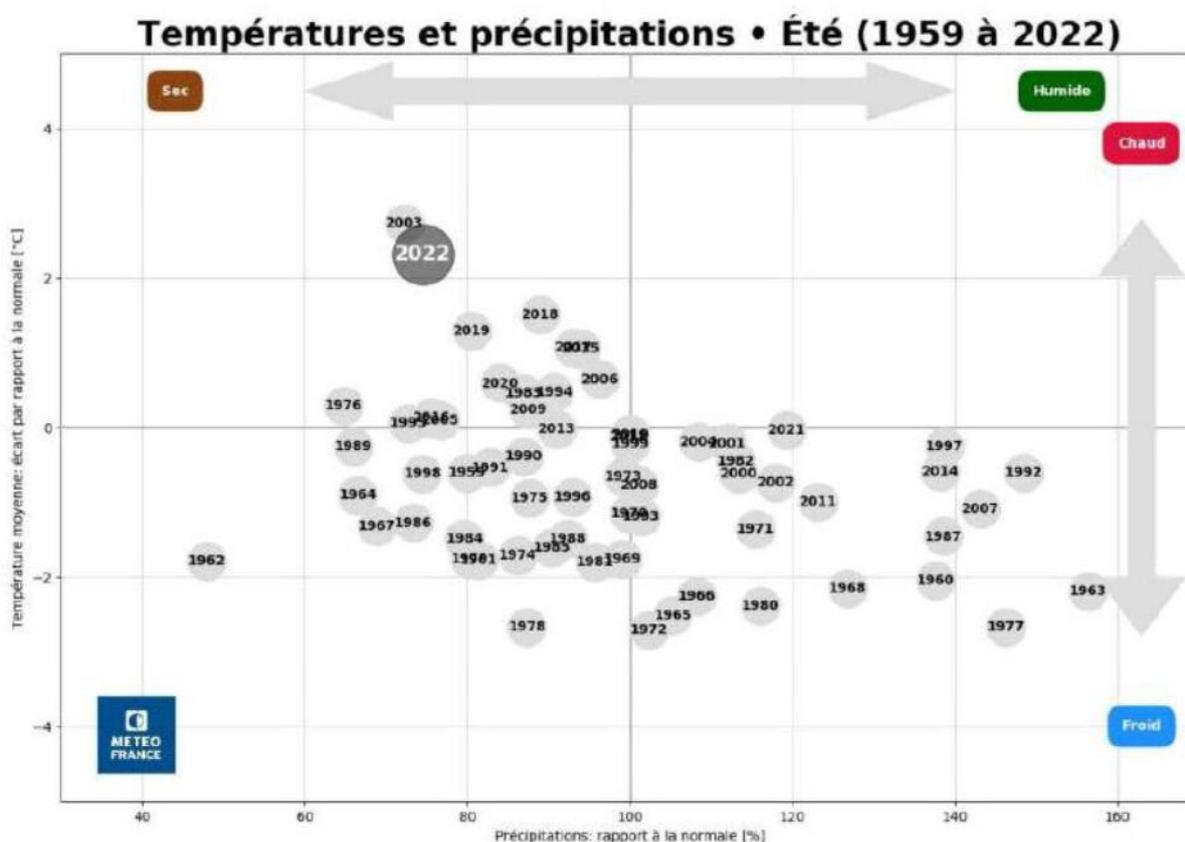


Figure 2 : Bilan des températures et précipitations des étés de 1959 à 2022 - Météo France

3. BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES

3.1. ETAT DES TRANCHES SUR LE PARC

Le nombre de réacteurs en production ou en arrêt pendant la période de suivi est présenté dans le tableau ci-dessous. Afin de simplifier les données présentées, l'état global du parc a été relevé le vendredi de chaque semaine.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 3-a : Etat des tranches pour l'été 2022.

	Tranches en production	Tranches en Arrêt rechargement	Tranches en arrêt fortuit	Tranches en arrêt Corrosion sous contrainte	Tranches en arrêt Economie combustible
S26 (27/06 au 3/07)	29	20	1	5	1
S27 (4/07 au 10/07)	29	23	1	3	0
S28 (11/07 au 17/07)	27	24	2	3	0
S29 (18/07 au 24/07)	27	24	2	3	0
S30 (25/07 au 31/07)	28	24	1	3	0
S31 (1/08 au 7/08)	29	24	0	3	0
S32 (8/08 au 14/08)	29	21	1	3	2
S33 (15/08 au 21/08)	28	23	0	2	3
S34 (22/08 au 28/08)	25	25	2	2	2
S35 (29/08 au 4/09)	24	25	3	2	2
S36 (5/09 au 11/09)	26	23	3	2	2

3.2. MODIFICATIONS TEMPORAIRES DES DECISIONS LIMITEES DES REJETS THERMIQUES

Compte tenu de la Situation Exceptionnelle (SE) et pour un motif de nécessité publique, **en accord avec l'article R 593-40 II du code de l'environnement**, des modifications temporaires des prescriptions fixant limites des rejets thermiques ont été accordées aux CNPE du Blayais, du Bugey, de Golfech, de Saint-Alban et du Tricastin, sur requis RTE pour maintenir la **sécurité du réseau électrique** ou pour **économiser les réserves de gaz et d'eau en prévision de l'hiver** :

- **Décision ASN n°2022-DC-0728 du 13/07/2022 fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Saint-Alban et Blayais jusqu'au 24/07/2022**
 - Sur Requis RTE uniquement pour maintenir la sécurité du réseau électrique.
- **Décision ASN n°2022-DC-0729 du 15/07/2022 fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques de la centrale nucléaire du Bugey jusqu'au 24/07/2022**
 - Sur Requis RTE uniquement pour maintenir la sécurité du réseau électrique.
- **Décision ASN n°2022-DC-0730 du 21/07/2022 prolongeant l'encadrement temporaire des rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Blayais, Saint-Alban et Bugey jusqu'au 07/08/2022**
 - Sur requis RTE uniquement pour maintenir la sécurité du réseau électrique.
- **Décision ASN n°2022-DC-0739 du 04/08/2022 fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Blayais, Bugey, Golfech, Saint-Alban et Tricastin jusqu'au 11/09/2022**
 - Sur requis RTE et demande de la DGEC pour économiser les réserves de gaz naturel et d'eau pour l'automne et l'hiver.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

3.3. PASSAGE EN CONDITIONS CLIMATIQUES EXCEPTIONNELLES ET SITUATION EXCEPTIONNELLE

La figure 3 présente les CNPE et les nombres de jours en Conditions Climatiques Exceptionnelles – CCE dont les modalités sont fixées par les prescriptions fixant les limites de rejets thermiques en vigueur ou en Situation Exceptionnelle – SE nécessitant la modification temporaire de celle-ci en application des dispositions de l'article R 593-40 II du code de l'environnement.

A noter qu'il s'agit de la première fois qu'il est fait appel à des modifications temporaires des limites des rejets thermiques issues du REX de 2003 (passage en situation exceptionnelle). Un dossier avait été déposé en 2015 par EDF, puis retiré, suite à la détente des températures.

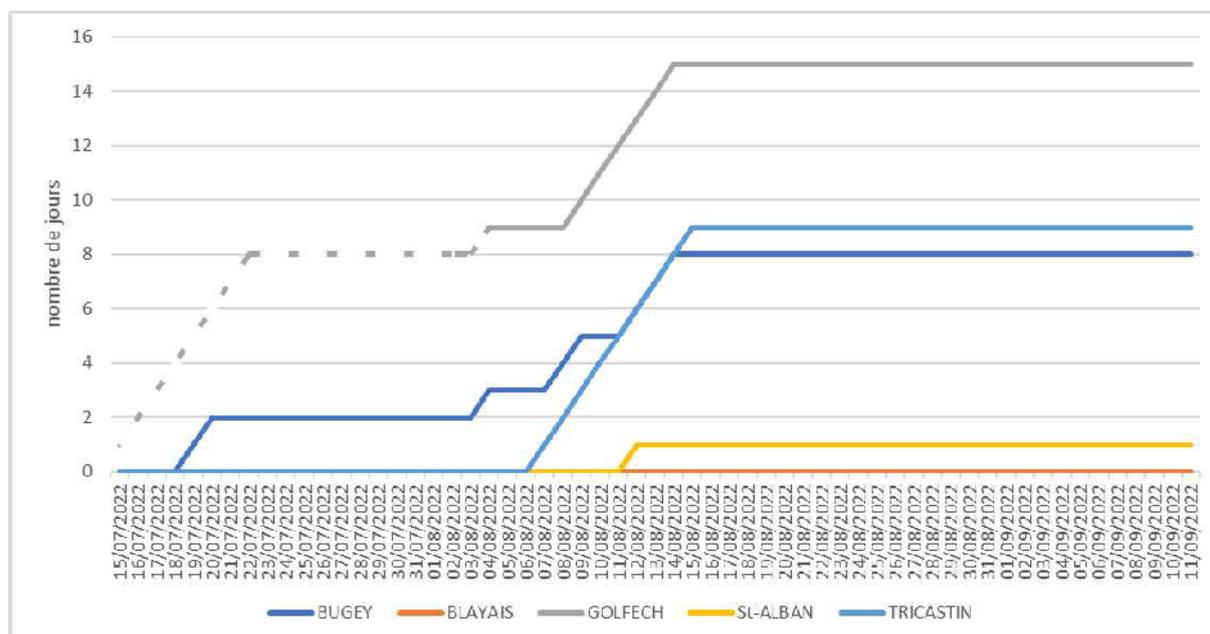


Figure 3 : Nombre cumulé de jours en Conditions Climatiques Exceptionnelles (pointillés) ou en Situation Exceptionnelle (trait plein) entre le 15 juillet et le 11 septembre 2022

Le CNPE du Bugey est passé 4 fois en SE, du 19/07 au 20/07, le 4/08, du 8/08 au 9/08, du 12/08 au 14/08. Il totalise 8 jours en SE sur la période estivale.

Le CNPE de Saint-Alban n'est passé qu'une seule journée en SE, le 12/08.

Le CNPE du Tricastin est passé une fois en SE mais sur une durée de 9 jours consécutifs (du 7/08 au 15/08)

Le CNPE de Golfech est passé :

- 2 fois en CCE pendant 8 jours (du 15/07 au 22/07) et le 4/08
- 1 fois en SE du 9/08 au 14/08 (6 jours)

Le CNPE du Blayais n'a jamais atteint de limites thermiques pendant l'été et n'a donc pas fait usage des dispositions temporaires de Situation Exceptionnelle (SE).

Aucun autre CNPE possédant dans ses décisions individuelles en vigueur des limites de rejets thermiques n'a utilisé la possibilité de passer en CCE.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D45622008430	Indice : 0

Le tableau suivant présente le bilan des situations rencontrées cet été pour les différents CNPE ayant fait l'objet d'autorisations temporaires vis-à-vis des limites thermiques :
Tableau 3-b : récapitulatif des situations rencontrées cet été pour les CNPE de Bugey, Saint-Alban, Tricastin et Golfech

Situation vis-à-vis des limites thermiques	Conditions climatiques normales (CCN)	Conditions climatiques exceptionnelles (CCE)	Situations exceptionnelles (SE)	
Autorisations issues	Décision « Limites » du site		Dossier article R593-40-II	
Critère d'entrée	Fonctionnement normal	Niveau de puissance minimal pour équilibre du réseau (requis RTE)	Nécessité publique (requis RTE à un niveau de puissance minimal)	Nécessité publique (maintien à puissance maximale ⁽⁴⁾)
Limites thermiques appliquées	Décision « Limites » Individuelle du site (limites CCN en période estivale)	Décision « Limites » Individuelle du site (limites en CCE)	3 décisions ASN spécifiques du 13 juillet au 7 août 2022 (limites en SE)	1 décision ASN spécifique du 8 août au 11 sept. 2022 (limites en SE)
Limites par CNPE Ln rouge = limites temporaires utilisées cet été	BUG : $\Delta T \leq 5^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 26^{\circ}\text{C}$ SAL : $\Delta T \leq 4^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 26^{\circ}\text{C}$ TRI : $\Delta T \leq 4^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 26^{\circ}\text{C}$ GOL : $\Delta T \leq 1,25^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 21^{\circ}\text{C}$	BUG : $\Delta T \leq 1^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 27^{\circ}\text{C}$ ⁽²⁾ SAL : $T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 29^{\circ}\text{C}$ TRI : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 29^{\circ}\text{C}$ GOL : $\Delta T \leq 1,25^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}}^{\text{max}} \leq 30^{\circ}\text{C}$	BUG : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ SAL : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ GOL : $\Delta T \leq 0,8^{\circ}\text{C}$	BUG : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ ($\Delta T \leq 6^{\circ}\text{C} - T_{\text{aval}} \leq 28,5^{\circ}\text{C}$) SAL : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ TRI : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ ($\Delta T \leq 4^{\circ}\text{C}$ ⁽³⁾ - $T_{\text{aval}} \leq 30^{\circ}\text{C}$) GOL : $\Delta T \leq 0,3^{\circ}\text{C}$
Utilisation limites CCE ou SE été 2022	Dans cette situation, chaque CNPE réduit si besoin la puissance pour respecter les limites en CCN	GOL (9 jours pour maintien au niveau minimum requis par RTE car $T_{\text{am}} > 26^{\circ}\text{C}$)	BUG (3 jours pour maintien réacteur 2 au requis minimum RII)	GOL (6 j) SAL (1 j) BUG (5 j) TRI (9 j) pour maintien à puissance maximale de chaque CNPE
Surveillance de l'environnement	Surveillance pérenne	Surveillance renforcée	Surveillance art R593-40	
Programme de surveillance défini :	Décision « Modalités » du site		Pièce D - dossier article R593-40-II	
	(1) 6°C si débit Rhône < 480 m ³ /s	(2) sans ce cas, les réacteurs 2 et 3 sont arrêtés	(3) avec fonctionnement du réacteur 2 au strict nécessaire	(4) la demande du ministère était aussi assortie à un requis RTE pour un niveau de puissance minimal (qui était couvert par le maintien à pleine puissance) (5) si débit Rhône < 380 m ³ /s

Ce document contient des informations sensibles relatives au secret de fabrication protégées. Il est réservé à l'usage strict des personnes désignées comme destinataires de documents et/ou matériels à y accéder. Il est illégal de photocopier, distribuer, divulguer, ou l'offrir de toute autre manière à des tiers sans l'approbation écrite de l'émission de ce document sous accord du service destinataire.

Copyright EDF SA – 2022 . Ce document est la propriété d'EDF SA

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 13/109

3.4. PRODUCTION DES TRANCHES POUR LES SITES SOUS AUTORISATION TEMPORAIRE

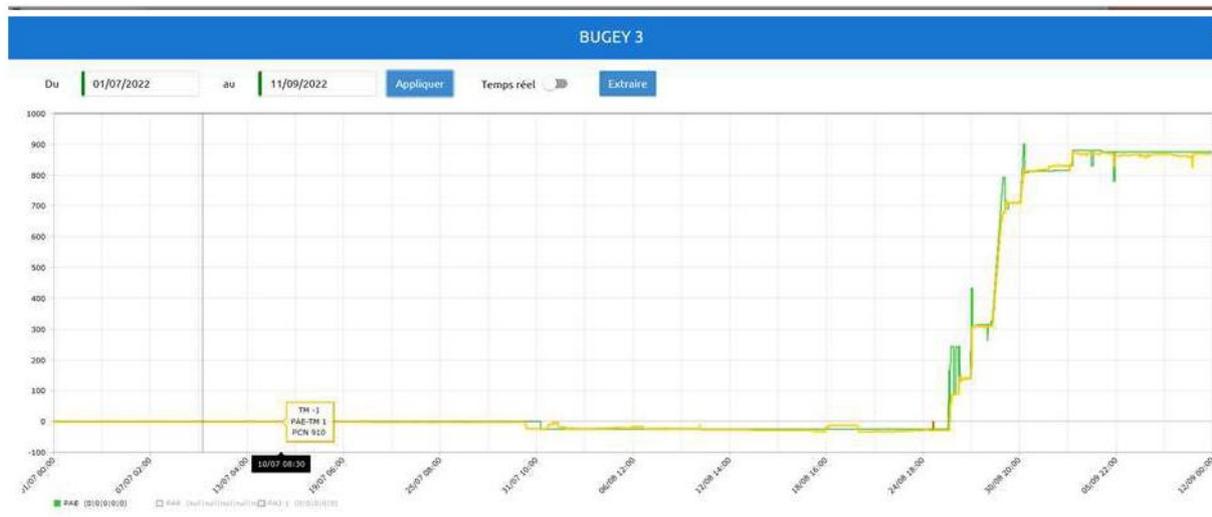
3.4.1. CNPE du BUGEY

Bugey 2 a été en production puis en arrêt de tranche pour cause de fortuit matériel sur le coupleur le 21 août.

Bugey 3 a été en arrêt de tranche et a été recouplé le 26 août.

Bugey 4 a été en arrêt de tranche tout l'été.

Bugey 5 a été en arrêt de tranche sur fortuit GPV du 15 au 21 juillet.



	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0



Figure 4 : Puissance (en MW) des tranches 2, 3, 4 et 5 du CNPE du Bugey entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAAT et le courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

3.4.2. CNPE de SAINT-ALBAN

Saint-Alban 1 a été en production pendant l'été mais a fait des paliers à 300 MW pour économie combustible à partir de mi-août.

Saint-Alban 2 a été en arrêt de tranche depuis le 8 juillet 2022.



	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINTE-MURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 15/109

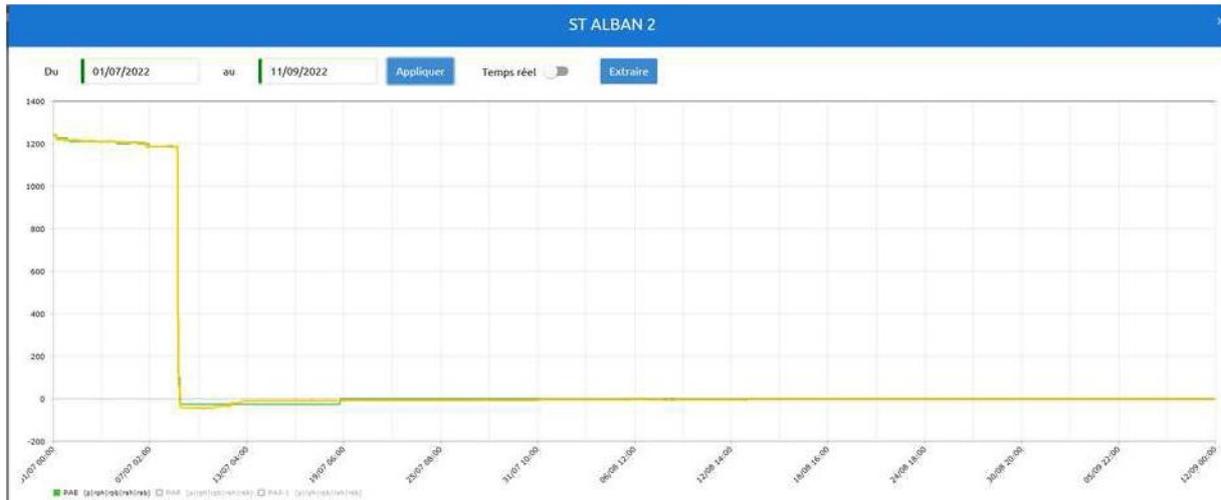


Figure 5 : Puissance (en MW) des tranches 1 et 2 du CNPE de Saint-Alban entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAAT et le courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

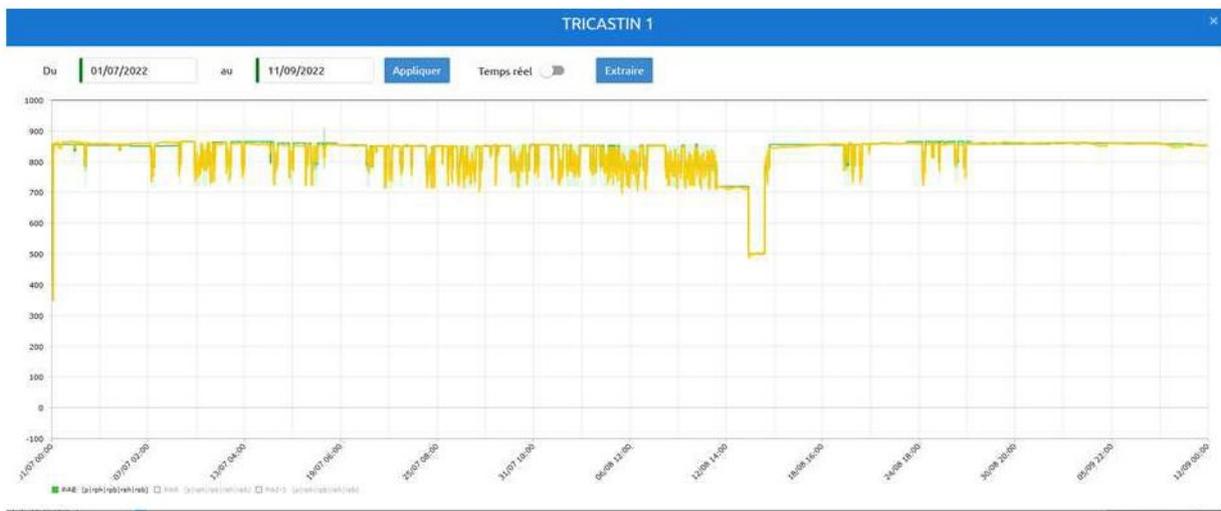
3.4.3. CNPE du TRICASTIN

Tricastin 1 a été en production tout l'été.

Tricastin 2 a été en production tout l'été.

Tricastin 3 a été en arrêt de tranche tout l'été.

Tricastin 4 a été en stretch (avec puissance en baisse progressive) au début d'été et est en arrêt de tranche annuel depuis le 13 août.



	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0



Figure 6 : Puissance (en MW) des tranches 1, 2, 3 et 4 du CNPE du Tricastin entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAT et le courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

3.4.4. CNPE de GOLFECH

La tranche de Golfech 1 a été en arrêt de tranche tout l'été.

La tranche de Golfech 2 a été en production tout l'été avec quelques baisses de puissance au requis RTE en début d'été.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0



Figure 7 : Puissance (en MW) des tranches 1 et 2 du CNPE de Golfech entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAAT et la courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

3.4.5. CNPE du BLAYAIS

Blayais 1 a été en stretch et en arrêt de tranche depuis le 31/07 juillet.

Blayais 2 a été en production tout l'été.

Blayais 3 était en arrêt de tranche en juillet/août et a été recouplé le 05 septembre.

Blayais 4 est passé en puissance intermédiaire après le 24 août 2022 pour économie combustible.



	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 18/109



Figure 8 : Puissance (en MW) des tranches 1, 2, 3 et 4 du CNPE du Blayais entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAAT et le courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 19/109

3.5. PERTES DE PRODUCTION LIEES AU RESPECT DES LIMITES THERMIQUES

Les autorisations (arrêté de rejet de Golfech et décisions temporaires) ont permis de limiter les pertes de production pour raisons environnementales à **501 GWh** (Figure 9, Figure 10 et Figure 11, soit moins de 0,2% de la production annuelle). Ces pertes sont pour moitié attribuées à Golfech (249 GWh) puis à Saint-Alban (140 GWh), Tricastin (52 GWh) et Bugey (41 GWh) pour le respect des limites thermique en CCE et SE en juillet et août et à Blayais (19 GWh) pour le respect des limites thermiques en conditions climatiques normales en mai et juin 2022 - CCN.

Pour mémoire, depuis 2003, la perte annuelle de productible ENVIRONNEMENT est de 0,3% en moyenne.

Ces pertes de production concernent exclusivement le respect des limites thermiques en condition normale et en conditions climatiques exceptionnelle (CCE). **Aucune perte pour cause de faible débit n'est à date** enregistrée. Ceci s'explique notamment par l'arrêt en cours sur le CNPE de Chooz (principal contributeur aux pertes liées aux faibles débits).

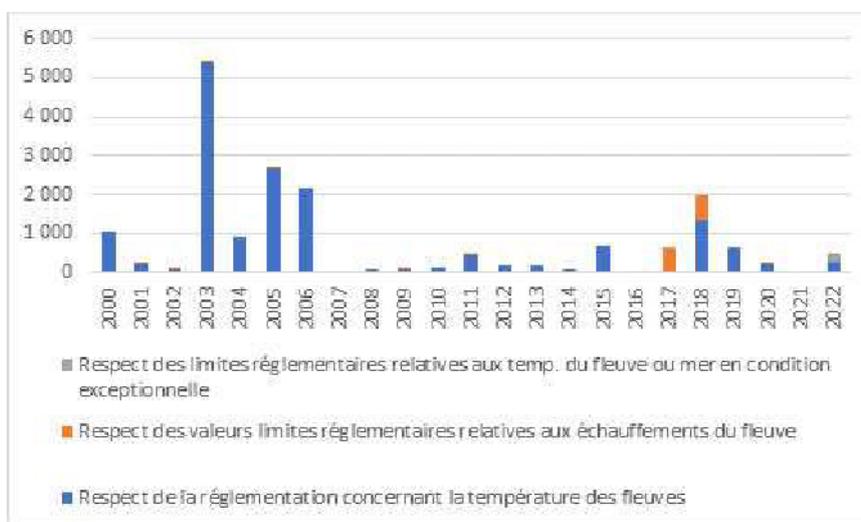


Figure 9 : Pertes de production (en GWh) par année entre 2000 et le 11/09/2022 attribuée au respect des prescriptions concernant la température et l'échauffement des fleuves

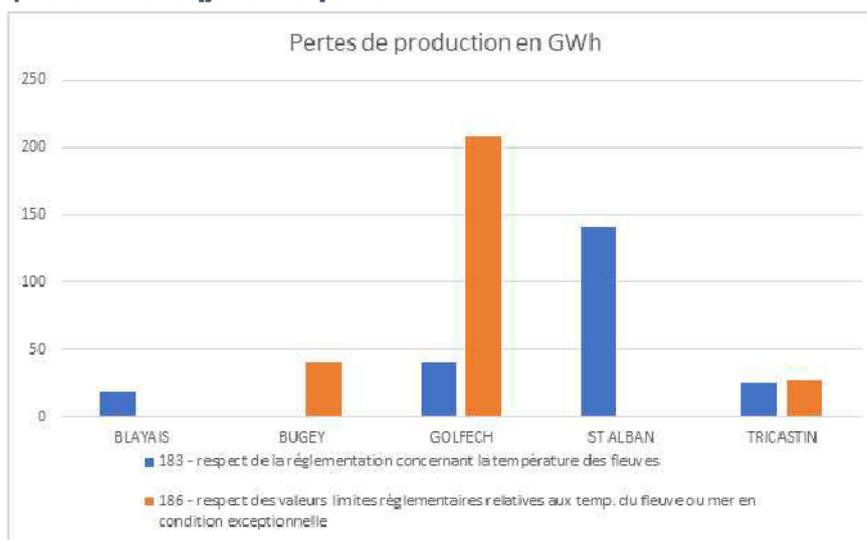


Figure 10 : Pertes de production attribuée (en GWh) par site en 2022 (données jusqu'au 11/09/2022) attribuées au respect des prescriptions concernant la température et l'échauffement des fleuves

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 20/109

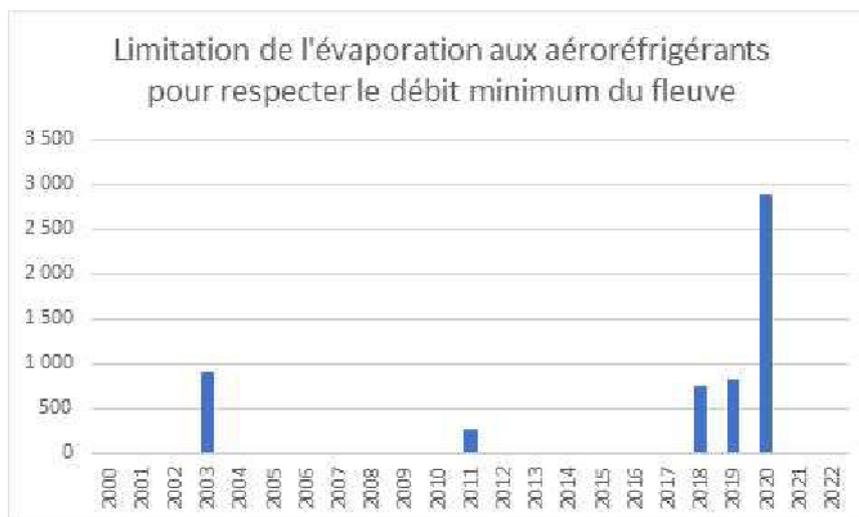


Figure 11 : Pertes de production (en GWh) par année entre 2000 et le 11/09/2022 attribuées au respect des prescriptions concernant le débit des fleuves

L'application des prescriptions relatives aux CCE et des modifications temporaires de ces prescriptions en situation **exceptionnelle (SE) en application de l'article R 593-40 II du code de l'environnement** ont permis de préserver **452 GWh**, essentiellement à Golfech (360 GWh : 220 GWh par les CCE et requis RTE et 140 GWh avec la 4^{ème} autorisation temporaire du 9 au 14 août 2022). Cela correspond à environ 1 TWh gaz ou 80 millions de m³ soit 12h de Nordstream à pleine capacité.

A noter que certaines tranches ou sites qui auraient pu être contraints par certaines prescriptions fixant des limites en matière de température ou de bas débits (Chooz 1&2, Civaux 1&2, certaines tranches de Cattenom 1&3&4, Bugey 3&4, Saint-Alban 2, Tricastin 3, Golfech 1) étaient à l'arrêt cet été et n'ont, de ce fait, pas dû faire l'objet de baisse de puissance pour raison environnementale.

En particulier, les deux tranches de Chooz, déjà à l'arrêt pour corrosion sous contraintes, auraient été arrêtées quelques semaines (1,5 TWh) par le bas débit de la Meuse (et pas à cause des prescriptions fixant les limites thermiques), sans possibilité de modification temporaire de ces prescriptions au titre de l'article R 593 Chapitre-40 II du code de l'environnement, compte tenu de la spécificité du cadre juridique de Chooz : en effet, un accord international de 1998 entre la France et la Belgique impose l'arrêt des réacteurs dès lors que le débit de la Meuse est inférieur à 20 m³/s.

3.6. SUIVI DE LA TEMPERATURE ET DES DEBITS

Les données des chapitres suivants sont issues des valeurs enregistrées en temps réel qui n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse critique complète. Elles pourront évoluer suite à la validation complète des données de l'été.

3.6.1. CNPE DU BUGEY

La figure 13 présente les données en moyennes journalières de températures amont, aval calculées, les échauffements ainsi que les débits du Rhône en amont du CNPE du Bugey, au pont de Lagnieu.

La température moyenne journalière de l'eau à la station amont Bugey a atteint le quantile 90% (voir figure ci-dessous) dès le printemps. Elle l'a dépassé durablement entre le 3 juillet et le 15 août en approchant les maximas historiques. La température maximum de l'eau a été enregistrée le 5 août avec 25,2°C. Les températures moyennes des mois de juillet, août et des 15 premiers jours de septembre ont été respectivement de 23,49°C, 23,59°C et 21,8°C.

 UNIE_GPEX	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022	
	Référence : D456022008430	Indice : 0

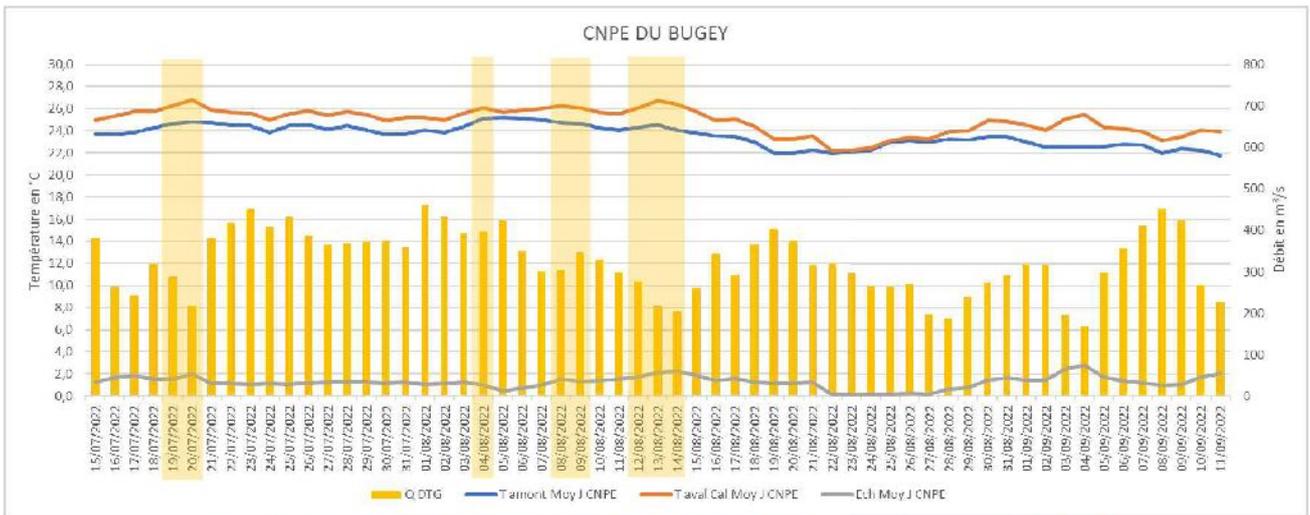


Figure 13 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE du Bugey (les jours en surbrillance jaune correspondent aux jours en SE)

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINTE-MURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 23/109

3.6.2. CNPE DE SAINT-ALBAN

La *Figure 15* présente les données en moyennes journalières de températures amont, aval calculées, les échauffements ainsi que les débits du Rhône en amont du CNPE de Saint-Alban, à Vaugris.

La température **moyenne journalière de l'eau à la station amont Saint-Alban** a atteint le quantile 90% (voir figure ci-dessous) dès le mois de juin. Elle **l'a dépassé durablement du 5 au 26 juin et du 12 juillet au 17 août en approchant les maximas historiques**. La température maximum du Rhône en amont du CNPE a été enregistrée le 23 juillet avec 26,6°C. Les températures moyennes des mois de juillet, août et des 15 premiers jours de septembre ont été respectivement de 24,9°C, 25°C et 23,9°C.

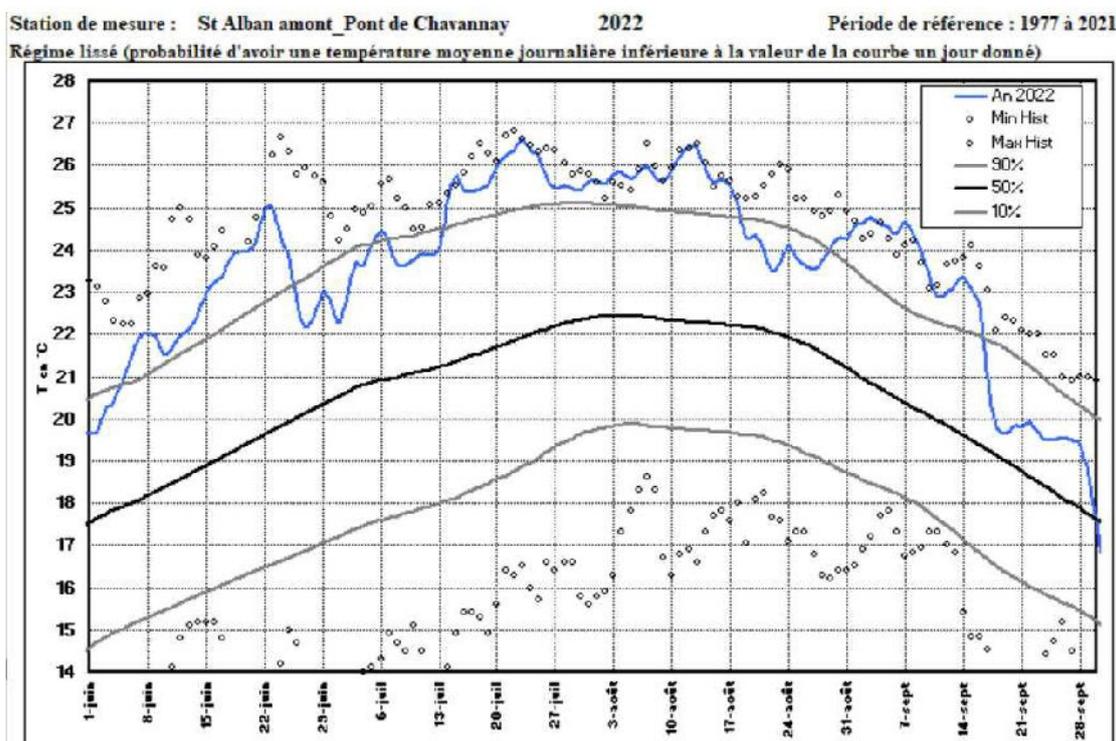


Figure 14 : Température d'eau mesurée entre le 1^{er} juin et le 30 septembre en amont du CNPE de St-Alban

La température aval calculée a été au maximum de 28,04°C le 12 août et correspond au seul jour en SE. Les températures de l'eau aval calculées sont restées comprises entre 25 et 26°C à partir du 19 août et ont ensuite baissé à partir du 10 septembre.

L'échauffement moyen journalier a été au maximum de 1,93°C le 17 juillet 2022 alors que l'échauffement moyen a été de 1,29°C [0,53 – 1,93] sur la période de suivi.

Concernant les débits du Rhône à Saint-Alban (station de Givors), la fonte des neiges a permis de soutenir les débits jusqu'au mois de mai, les débits moyens journaliers ont ensuite été très bas et sont passés sous le quantile 10% dès fin mai 2022 pour atteindre les minimas historiques mi-juin, mi-août et fin août (période de 1920 à 2010).

Il n'y a pas eu de remontée significative des débits jusqu'en septembre. On notera les baisses encore significatives de débits au niveau de ce site les week-ends (en raison de la gestion des apports Léman par la Suisse).

 UNIE_GPEX	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022	
	Référence : D456022008490	Page : 24/109

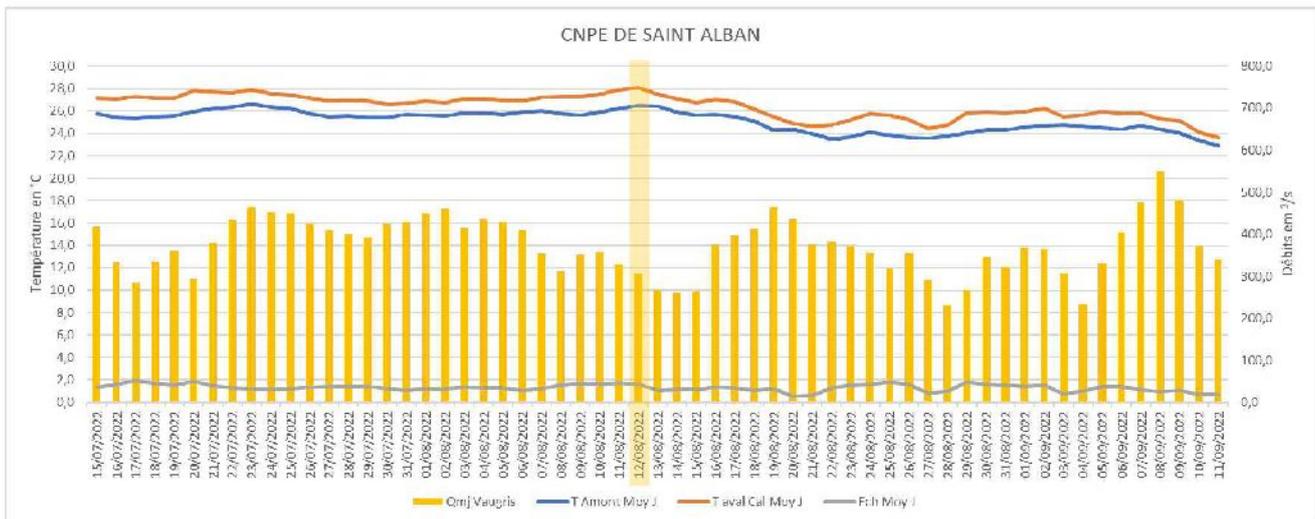


Figure 15 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE de Saint-Alban (le jour en surbrillance jaune correspond au jour en SE)

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 25/109

3.6.3. CNPE DU TRICASTIN

La *Figure 17* présente les données en moyennes journalières de températures amont, aval calculées, les échauffements ainsi que les débits du canal en amont du CNPE du Tricastin.

Comme pour les sites amont, **la température moyenne journalière de l'eau à la station amont Tricastin a atteint le quantile 90% dès le printemps (voir figure ci-dessous). Elle l'a dépassé durablement entre le 8 mai et la fin de la période de suivi en approchant les maximas historiques, voire en les dépassant ponctuellement. La température amont maximum de l'eau a été enregistrée les 15 et 16 août avec 25,7°C. Les températures moyennes de juillet, août et de début septembre ont été respectivement de 23,9°C, 24,7°C et 23,8°C.**

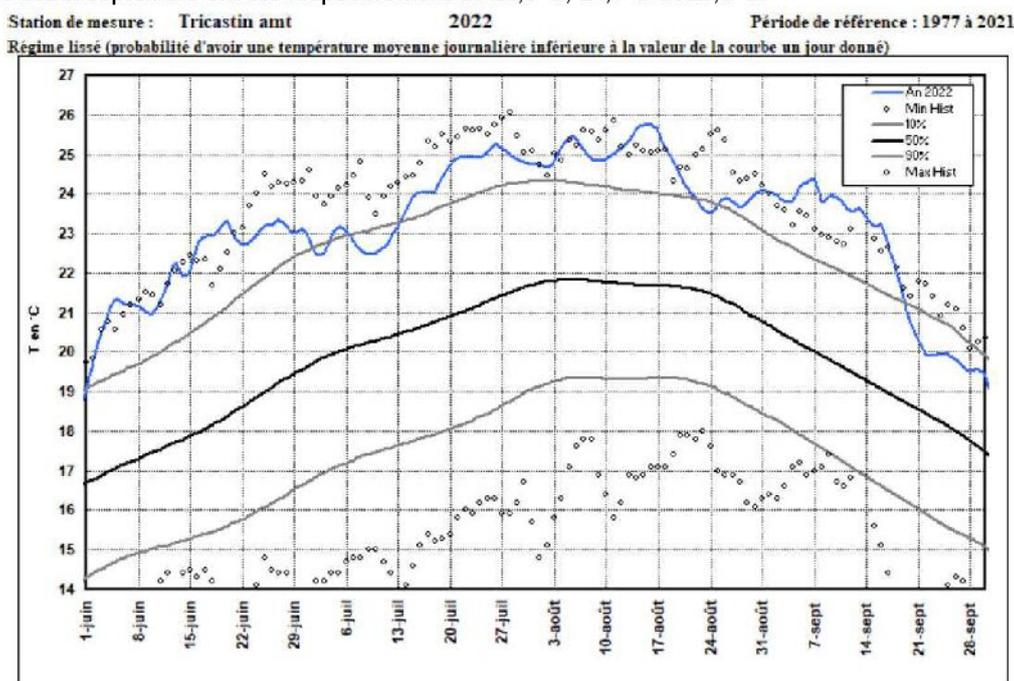


Figure 16 : *Température d'eau mesurée entre le 1^{er} juin et le 30 septembre en amont du CNPE de Tricastin*

La température aval calculée a été au maximum de 28,6°C le 11 août. A part les 9 jours en SE où la température était supérieure à 28°C (**maximum de 28,62 le 11 août**), **les températures de l'eau aval calculées sont restées autour de 27°C jusqu'à la mi-août** et ont ensuite baissé pour se maintenir à des valeurs oscillant autour de 26°C.

L'échauffement moyen journalier a été au maximum de 3,8°C le 29 août 2022 alors que l'échauffement moyen a été de 2,5°C [1,42 – 3,8] sur la période de suivi.

Concernant les débits du canal du Rhône à Tricastin (station de Pont Vivier), malgré un soutien par la fonte des neiges précoce, les débits moyens journaliers ont été très bas et sont passés sous le quantile 10% dès la fin du mois de mai 2022 pour atteindre les minimas historiques à la mi-juin et début septembre (période de 1920 à 2010). **Il n'y a pas eu de remontée** significative des débits en fin de période de suivi.

 UNIE_GPEX	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	Référence : D456022008490	Indice : 0	Page : 28/109

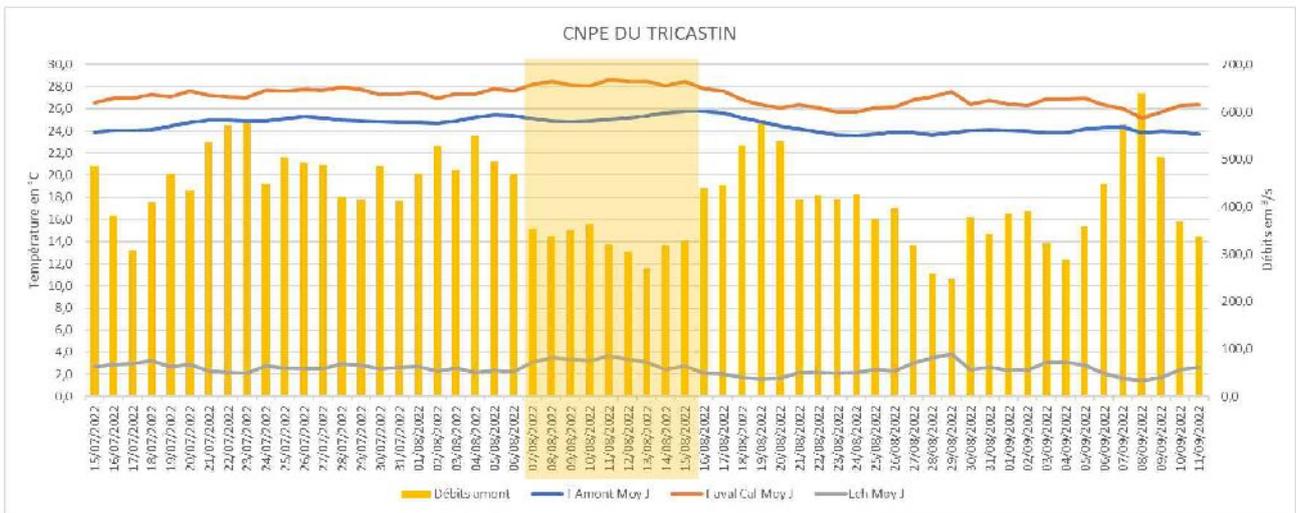


Figure 17 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE du Tricastin (les jours en surbrillance jaune correspondent aux jours en SE)

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 27/109

3.6.4. CNPE DE GOLFECH

La *Figure 19* présente les données en moyennes journalières de températures amont, aval calculées après mélange, les échauffements calculés en aval après mélange ainsi que les débits de la Garonne mesurés en amont de Golfech, à Lamagistère.

La température moyenne journalière de l'eau à la station amont Golfech a atteint le quantile 90% dès le printemps (voir figure ci-dessous). A partir du 10 juillet, elles ont été comprises entre le quantile 90% et les maximas historiques. La température maximale de l'eau a été enregistrée les 12 et 13 août avec 29,1°C. Les températures moyennes des mois de juillet, août et des 15 premiers jours de septembre ont été respectivement de 26,6°C, 27°C et 25,5°C.

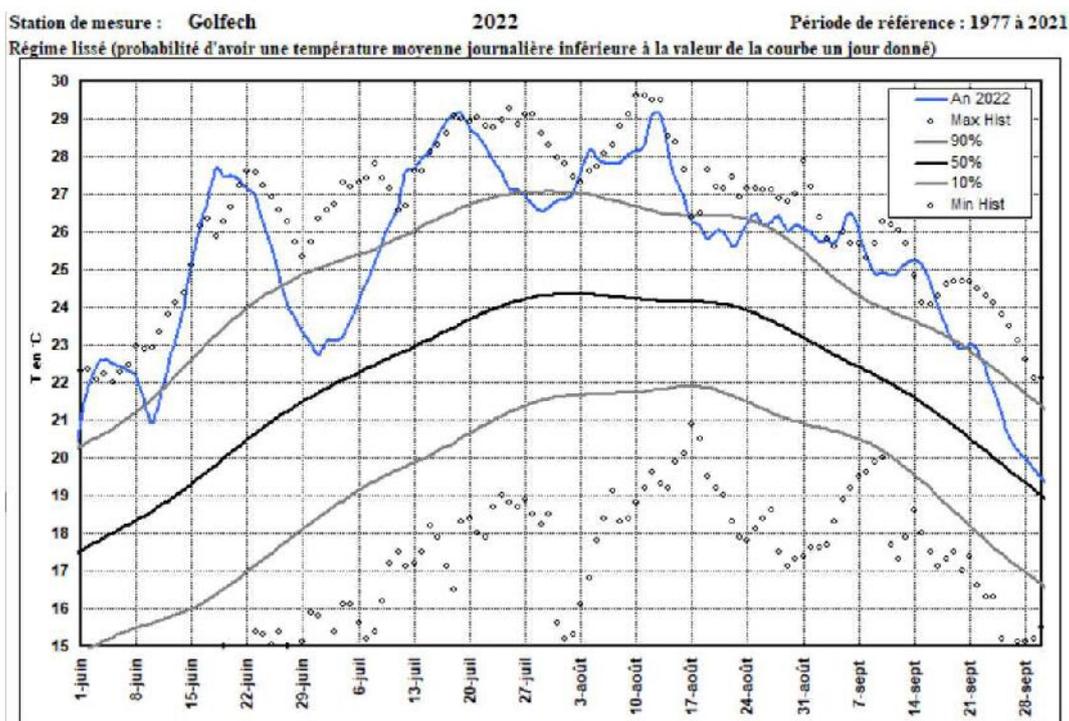


Figure 18 : Température d'eau mesurée entre le 1^{er} juin et le 30 septembre en amont du CNPE de Golfech

La température aval calculée a été au maximum de 29,2°C le 12 août. A part les 6 jours en SE où la température était supérieure à 28°C, les températures de l'eau aval calculées sont restées entre 26 et 28°C jusqu'au 7 septembre puis ont amorcé une légère baisse.

L'échauffement moyen journalier calculé après mélange a été au maximum de 0,31°C le 29 août 2022 alors que l'échauffement moyen a été de 0,21°C [0,15 – 0,31] sur la période de suivi.

Concernant les débits de la Garonne à Golfech, les débits moyens journaliers ont été très bas dès le printemps et ont oscillé entre le quantile 10% et les minimas historiques dès le mois de mai 2022 (période de 1967 à 2010). Le soutien d'étiage par les aménagements amont a permis de maintenir le débit au-dessus de 50 m³/s. Sans ce soutien d'étiage, le débit serait passé sous les minimas historiques au mois d'août. Il n'y a pas eu de remontée significative des débits jusqu'en septembre.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 28/109

3.6.5. CNPE DU BLAYAIS

Le CNPE du Blayais se situe dans l'estuaire de la Gironde et a la particularité d'être soumis à l'influence des marées. Les thermographes sont installés de part et d'autre de l'ouvrage de rejet et représentent alternativement la bouée amont et aval suivant l'influence fluviale ou de la marée.

La *Figure 20* présente les données en moyennes journalières de températures mesurées aux thermographes amont ou aval situés à 50 m des points de rejet suivant le point le plus pénalisant, les échauffements moyens ainsi que la température moyenne au rejet.

A noter que les données présentées ne sont pas représentatives des conditions réelles du milieu puisqu'elles représentent les températures les plus défavorables. A contrario, les données de températures au rejet sont fournies en moyenne journalière alors que le CNPE fournit habituellement cette valeur en maximale journalière. Compte tenu du trop grand nombre de valeurs, ces données ne sont pas **présentées dans le rapport mais l'exigence** a bien été respectée.

La température moyenne journalière de l'eau à la prise d'eau du Blayais est restée relativement constante pendant l'été avec des valeurs comprises entre 26 et 27°C. Ceci est dû à l'inertie thermique du système estuarien au contraire des masses d'eau fluviales plus sensibles aux variations de températures de l'air. La température moyenne sur la période a été de 25,9°C [24,2 – 27,3]. La baisse de la température est intervenue début septembre. **La température maximum de l'eau a été enregistrée le 19 juillet avec 27,3°C. Les températures moyennes des 15 derniers jours de juillet, du mois d'août et des 15 premiers jours de septembre ont été respectivement de 26,7°C, 25,8°C et 25,1°C.**

La température au rejet a été en moyenne sur la période de 33,3°C et au maximum de 35°C les 4 et 5 août.

L'échauffement moyen journalier au rejet a été au maximum de 9,5°C le 31 août 2022 alors que l'échauffement moyen au rejet a été de 8,5°C [5,1 – 9,5] sur la période de suivi.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D456022008430	Page : 29/109



Figure 19 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE de Golfech (les jours en surbrillance verte correspondent aux jours en CCE et jaune aux jours en SE)

Ce document contient des informations sensibles relatives au secret de fabrication protégées. Il est réservé à l'usage exclusif des personnes désignées expressément dans les listes de diffusion et y assésées. Il est illégal de photocopier, distribuer, divulguer, ou l'utiliser de toute autre manière sans l'express autorisation écrite de ce document sous accord de service Bresteur.

Copyright EDF SA – 2022 . Ce document est la propriété d'EDF SA

 UNIE_GPEX	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022	
	Référence : D456022008490	Indice : 0

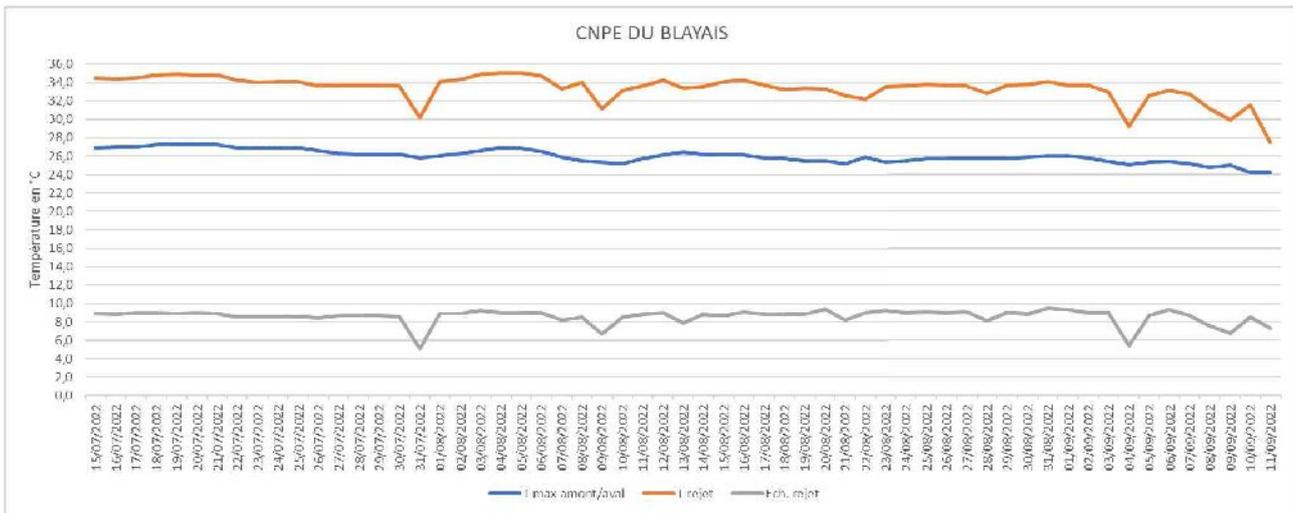


Figure 20 : Températures à la prise d'eau et débits de l'été 2022 pour le CNPE du Blayais

Ce document contient des informations sensibles relatives au secret de fabrication protégées. Il est réservé à l'usage interne des personnes désignées comme destinataires de documents classés confidentiels à y accéder. Il est interdit de photocopier, distribuer, divulguer, ou d'utiliser de toute autre manière les informations contenues dans ce document sans accord du service destinataire.

Copyright EDF SA – 2022 . Ce document est la propriété d'EDF SA

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 31/109

3.7. CONCLUSION SUR LE FONCTIONNEMENT DES CNPE

L'été 2022 a été le deuxième plus chaud mesuré, derrière 2003, avec des températures particulièrement élevées et 3 épisodes caniculaires successifs. Associés à ces fortes températures, les débits ont été particulièrement bas dès le printemps. Les minimas historiques pour les débits et les maximas historiques pour les températures ont été atteints sur le Rhône et la Garonne.

Les modifications temporaires de prescriptions en raison de la Situation Exceptionnelle (SE) ont été nécessaires 33 jours pour les quatre CNPE concernés pour le maintien du réseau et pour sauvegarder les ressources en gaz et hydrauliques. Les pertes de production liées aux respects des limites thermiques en SE et en conditions climatiques normales **sont relativement faibles mais plusieurs tranches de sites thermosensibles étaient à l'arrêt** cet été.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 32/109

4. EVALUATION PRELIMINAIRE DE L'IMPACT DU FONCTIONNEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE

4.1. PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DES CNPE PENDANT L'ETE 2022

La surveillance hydroécologique (physico-chimique et biologique) de l'environnement des CNPE assurée par l'exploitant permet de suivre l'évolution du milieu récepteur et de détecter une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale. Elle est graduée en fonction des conditions climatiques rencontrées :

- un programme de surveillance en conditions climatiques normales (CCN) est défini dans les arrêtés de rejet (CNPE de Golfech et du Blayais) ou décisions modalités (CNPE du Bugey, de Saint-Alban et du Tricastin) lorsque la température aval calculée après mélange est inférieure à une première limite précisée dans les arrêtés de rejet ou décisions limites respectifs de chaque CNPE (cf. Tableau 3-b).
- un programme de surveillance renforcée en conditions climatiques exceptionnelles (CCE) défini dans les arrêtés de rejet ou décisions modalités de chaque CNPE (excepté celui du Blayais), lorsque les températures aval calculées après mélange sont comprises entre la première limite et une seconde limite précisée dans leur décision limites ou arrêté de rejet respectif (cf. Tableau 3-b). Pour le CNPE du Tricastin, le programme de surveillance s'enclenche dès le dépassement de 27°C, alors que la limite d'entrée en CCE est définie à 28°C. Pour le CNPE du Bugey, les réacteurs refroidis en circuits ouverts doivent être arrêtés.
- un programme de surveillance renforcé en situation exceptionnelle (SE) est proposé par EDF dans la pièce D du dossier art. R593-40-II du code de l'environnement, lorsque les conditions de fonctionnement des CNPE aboutissent au dépassement des limites définies dans leur décision limites ou arrêté de rejet respectif nécessitant ainsi la modification temporaire de ces prescriptions (cf. Tableau 3-b).

Une Situation Exceptionnelle étant un événement de durée limitée, EDF a proposé notamment de focaliser les observations sur les compartiments à temps de réponse court (physico-chimie, plancton et micro-organismes) permettant de détecter s'il y a un effet supplémentaire des rejets thermiques par rapport aux effets généraux de la canicule sur le cours d'eau récepteur. Ces dispositions s'accompagnent d'une surveillance de la mortalité immédiate éventuelle des poissons à l'amont, au rejet et à l'aval.

Le suivi en SE couvre ainsi les compartiments planctonique, microbien, piscicole et les paramètres physico-chimiques en lien avec le fonctionnement de l'écosystème aquatique et de la qualité de l'eau.

Ces trois programmes de surveillance sont cumulatifs selon les modalités suivantes :

- En CCE, le programme de surveillance applicable en CCN est réalisé et complété par le programme applicable en CCE
- En SE, les programmes de surveillance applicables en CCN et CCE sont réalisés et complétés par le programme applicable en SE, y compris si le CNPE est directement passé de CCN à SE, sans passer par les CCE.

Comme présenté au paragraphe 3.3, pendant l'été 2022 :

- Le CNPE du Tricastin a mis en œuvre le programme de surveillance renforcée prévu par sa décision modalités, en raison du dépassement de 27 °C (température aval calculée après mélange en moyenne journalière), sans passage en CCE (fixé à 28°C aval calculée après mélange en moyenne journalière).
- Le CNPE de Golfech est entré en CCE (appelée Situation Climatique Exceptionnelle dans l'arrêté de rejet du CNPE), et a mis en œuvre le programme de surveillance associé.
- Les CNPE du Bugey, de Saint-Alban, du Tricastin et de Golfech sont entrés en Situation Exceptionnelle. Ils ont donc mis en œuvre le programme proposé dans la pièce D du dossier art. R593-40-II.

Les résultats présentés dans ce rapport sont ceux correspondant à la réalisation des programmes de surveillance pendant l'été 2022, et disponibles en date de rédaction du rapport. L'ensemble des résultats de la surveillance applicable en CCN seront présentés dans le Rapport environnemental annuel de chaque CNPE. L'ensemble des résultats relatifs à l'été 2022 seront présentés en mars 2023, dans le rapport demandé par les Décisions ASN publiées à l'été 2022 relatives aux SE.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Les tableaux suivants présentent, pour les CNPE de Bugey, Saint-Alban, Tricastin et Golfech, les programmes de surveillance mis en œuvre au titre des SE rencontrées pendant l'été 2022. Ils cumulent les exigences des programmes CCE et SE. Les dates de premiers prélèvements correspondent au premier passage en CCE ou SE. Plus de détails sur la mise en œuvre des programmes sont présentés aux paragraphes 4.4 (Bugey), 4.5 (Saint-Alban), 4.6 (Tricastin) et 4.7 (Golfech).

Tableau 4-a : Programme de surveillance en SE pour le CNPE du Bugey

Programme de surveillance SE		Fréquence	Stations	Date 1er prélèvement
Suivi du panache thermique		1 campagne	Capteurs dans le Rhône	5 sondes de température installées le 20/07/2022 et laissées en place
Physico-chimie	MES, NH ₄ ⁺ , chlorophylle a	1/semaine	Amont Aval	19 juillet
	O ₂ , pH, T°C, conductivité aux SMP	en continu	SMP amont SMP aval	Suivi continu
Microorganismes	Type "eaux de baignade"	1/semaine	Amont Aval	19 juillet
	Amibes	1/semaine	Amont Aval	19 juillet
	Cyanobactéries et cyanotoxines (en cas de concentration anormale des cyanobactéries)	1/période <i>Répétition de la mesure en cas de concentration notable</i>	Amont Aval	19 juillet
Plancton: zooplancton, phytoplancton et diatomées planctoniques		2/mois	Amont Aval	20 juillet
Poissons	Suivi visuel de la mortalité	1/jour	Amont Rejet Aval	15 juillet
	Pêche et surveillance : analyse du peuplement	1/période	Amont Aval	10 août
	Examen sanitaire	1/période	Amont Aval	20 juillet

Tableau 4-b : Programme de surveillance en SE pour le CNPE de Saint-Alban

Programme de surveillance SE		Fréquence	Stations	Date 1er prélèvement
Suivi du panache thermique		1 campagne	Aval	11 août
Physico-chimie	MES, NH ₄ ⁺ , chlorophylle a	1/semaine	Amont Aval	12 août*
	O ₂ , pH, T°C, conductivité aux SMP	en continu	SMP amont SMP aval	Suivi continu
Microorganismes	Type "eaux de baignade"	1/semaine	Amont Aval	12 août*
	Cyanobactéries et cyanotoxines (en cas de concentration anormale des cyanobactéries)	1/période <i>Répétition de la mesure en cas de concentration notable</i>	Amont Aval	12 août*
Plancton: zooplancton, phytoplancton et diatomées planctoniques		2/mois	Amont Aval	09 août
Poissons	Suivi visuel de la mortalité	1/jour	Amont Rejet Aval	08 août
	Pêche et surveillance : analyse du peuplement	1/période	Amont Aval	30 août
	Examen sanitaire	1/période	Amont Aval	09 août

* : une campagne portant sur ces paramètres a été réalisée le 18 juillet en anticipation d'un passage en SE du CNPE de Saint-Alban à cette date.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-c : Programme de surveillance en SE pour le CNPE de Tricastin

Programme de surveillance SE		Fréquence	Stations	Date 1er prélèvement
Suivi du panache thermique		1 campagne	Aval	10 août
Physico-chimie	MES, NH ₄ ⁺ , chlorophylle a, DCO et DBO5	1/semaine	Amont Rejet Aval	18 juillet
	O ₂ , pH, T°C, conductivité aux SMP	en continu	SMP amont SMP aval	Suivi continu
Microorganismes	Type "eaux de baignade"	1/semaine	Amont Aval	18 juillet
	Légionelles	2/mois	Amont Aval	18 juillet
	Amibes	1/période	Amont Aval	28 juillet
	Cyanobactéries et cyanotoxines (en cas de concentration anormale des cyanobactéries)	1/période <i>Répétition de la mesure en cas de concentration notable</i>	Amont Aval	25 juillet
Plancton: zooplancton, phytoplancton et diatomées planctoniques		2/mois	Amont Aval	19 juillet
Poissons	Suivi visuel de la mortalité	1/jour	Amont Rejet Aval	18 juillet
	Pêche et surveillance : analyse du peuplement	1/période	Amont Rejet Aval Aval lointain	25-26 juillet
	Examen sanitaire	1/semaine	Amont Aval	18 juillet

Tableau 4-d : Programme de surveillance en SE pour le CNPE de Golfech

Programme de surveillance SE		Fréquence	Stations	Date 1er prélèvement
Suivi du panache thermique		1 campagne	-	21 juillet
Physico-chimie	MES, NH ₄ ⁺ , DCO, DBO5 chlorophylle a	1/semaine	Amont Aval	15 juillet
	O ₂ , pH, T°C, conductivité aux SMP	en continu	SMP amont SMP aval	Suivi continu
Microorganismes	Type "eaux de baignade"	1/semaine	Amont Aval	15 juillet
	Amibes	1/semaine	Amont Aval	19 juillet
	Cyanobactéries et cyanotoxines (en cas de concentration anormale des cyanobactéries)	1/période <i>Répétition de la mesure en cas de concentration notable</i>	Amont Aval	11 août
Plancton : zooplancton, phytoplancton et diatomées planctoniques		2/mois	Amont Aval	20 juillet
Diatomées benthiques		2/mois	Amont Aval	15 juillet
Poissons	Suivi visuel de la mortalité	1/jour	Amont Rejet Aval	15 juillet
	Pêche et surveillance : analyse du peuplement	1/période	Amont Aval	18-20 juillet
	Examen sanitaire	1/période	Amont Aval	18-20 juillet

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 35/109

4.2. GENERALITES SUR LA SURVEILLANCE DU PANACHE THERMIQUE

Comme mentionné à la pièce D du dossier R593-40-II, le programme de surveillance, dans le cadre de Situation Exceptionnelle (SE) pour les sites en bord de rivière, prévoit un suivi du panache thermique.

Compte tenu des délais de préparation de ce type de campagne, des incertitudes sur les prévisions de débit et de **température de l'eau, ainsi que des passages en SE** et du nombre de sites qui peuvent être concernés durant le même épisode de canicule, il avait été retenu depuis 2015 que le choix de la méthode de suivi du panache thermique serait adapté selon les CNPE, en tenant compte de la capacité à faire ou faire-faire plusieurs campagnes **sur différents CNPE en parallèle, et de la durée de l'événement. C'est ce qui est mentionné en pièce D** (cf. Tableau au § 3.1) du dossier art. R593-40-II.

Les types de mesures possibles sont soit une thermographie aérienne par infra-rouge (mesure des températures **d'eau en surface**), **soit des mesures par thermographes en points fixes, soit des profils de température du fleuve** (ou transects) réalisés à différents pK (amont, rejet et aval), avec, selon la méthode retenue, une campagne ponctuelle ou des mesures en continu.

A noter que la caractérisation du panache thermique (dimension et caractéristiques principales) dépend essentiellement des rejets **du CNPE, du débit du cours d'eau et des conditions hydrauliques en aval des rejets**. Ainsi, des conditions de température plus chaudes du fleuve ne vont pas modifier de manière structurelle les grandes caractéristiques du panache thermique, dans la mesure où celui-ci est connu dans des débits similaires à **ceux rencontrés durant l'épisode caniculaire**. De ce fait, **la caractérisation du panache dans ces situations s'appuie** également sur les études disponibles de dilution des rejets thermiques.

Par ailleurs, **les CNPE disposent d'un** dispositif de surveillance pérenne, qui permet de suivre en continu la température **de l'eau** en amont et en aval des rejets.

Enfin, en cas de nécessité de réaliser des mesures en période de canicule, des bureaux d'études intervenant dans **le cadre de la surveillance de l'environnement et/ou des entités internes à EDF sont missionnées avec un pilotage** des entités nationales pour la coordination des campagnes de mesures sur les différents CNPE concernés. **L'ensemble permet d'adapter les mesures à réaliser en fonction de l'historique des mesures disponibles sur chaque** CNPE et des contraintes techniques associées, comme les moyens disponibles à date (matériels de mesure, moyens nautiques ou aériens) ou des autorisations nécessaires pour réaliser les mesures (navigation ou survol par exemple).

4.3. GENERALITES SUR LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE PHYSICO-CHIMIQUES ET HYDROBIOLOGIQUES

Le programme de surveillance proposé dans la pièce D du dossier art. R593-40-II a été mis en **œuvre au plus** près possible des passages en SE pour les différents CNPE. Ces passages en SE sont difficilement prévisibles en raison des incertitudes sur les prévisions de température et de débit **des cours d'eau**. De plus, comme **le montre l'exemple** du CNPE du Bugey, une alternance de CCN et de SE très courtes et rapprochées peut être subie par les CNPE.

Par ailleurs, les températures **des cours d'eau** étant restées durablement élevées autour des valeurs limites applicables aux CNPE du Bugey, de Saint-Alban, Tricastin et Golfech, EDF a décidé de considérer globalement la période comme exceptionnelle, et de poursuivre la réalisation de la surveillance environnementale à des fins **d'acquisition de connaissance**. **Pour le mois d'août**, les surveillances proposées dans la pièce D de l'article R593-40-II ont ainsi été enclenchées au passage en SE puis étendues à une période plus longue que les SE, pour ces 4 CNPE. **L'ensemble des résultats disponibles à date de rédaction de ce rapport sont présentés**.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 36/109

Concernant les surveillances des peuplements piscicoles, les conditions de canicule rencontrées en juillet-août 2022 constituaient un stress prononcé pour les poissons. Les opérations de pêches électriques nécessaires à l'**analyse des peuplements** et de leur état sanitaire apportent un stress supplémentaire. Aussi, conformément aux avis émis par les Directions Régionales de l'OFB Auvergne Rhône Alpes et Occitanie, **il a été convenu avec l'ASN d'espacer les pêches électriques d'au moins un mois** afin de limiter le stress sur les poissons en période caniculaire.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 37/109

4.4. EVALUATION PRELIMINAIRE DES IMPACTS – CNPE DU BUGEY

Le programme de surveillance analysé ici est représenté schématiquement ci-dessous :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 39/109

4.4.1. Surveillance du panache thermique

4.4.1.1. Situation du CNPE

Le CNPE du Bugey est localisé en rive droite du Rhône. Il comprend 4 unités de production de 900 MW chacune. Les tranches 2 et 3 sont refroidies en circuit ouvert et les tranches 4 et 5 par des installations fonctionnant en circuit semi-fermé (tours aéroréfrigérantes).

Chaque paire de réacteurs est associée à un ouvrage de rejet distinct :

- Le canal de rejet 2-3, à l'aval du CNPE, commun aux rejets d'eau des circuits de refroidissement des réacteurs 2 et 3.
- Le canal de rejet 4-5, situé à proximité de la station de pompage, utilisé pour le rejet des purges des aéroréfrigérants des réacteurs 4 et 5.

L'eau des circuits de refroidissement provient principalement du canal de rejet 2-3 avec un débit de rejet moyen de 92 m³/s pour deux tranches en fonctionnement (46 m³/s pour une tranche en fonctionnement). A titre de comparaison, le débit de rejet moyen au canal de rejet 4-5 est de 12 m³/s.

4.4.1.2. Rappel sur les caractéristiques du panache thermique

Plusieurs campagnes de mesures (campagnes de dilution, thermographies aériennes et profils de température) ont été mises en œuvre sur le site du Bugey afin de disposer d'une connaissance précise de la veine de rejet en aval du CNPE, pour différentes conditions de débits, de températures et différentes configurations de fonctionnement du site, et ainsi décrire finement la dilution des rejets thermiques (cf. § 5.3 de la pièce C du dossier art. R593-40-II).

A l'échelle locale, les observations réalisées à ce jour, montrent que la veine échauffée (ou veine de rejet) est localisée en rive droite sur les premiers kilomètres, avec des zones non-échauffées en rive gauche, quels que soient les débits et les températures du Rhône. Les profils thermiques réalisés montrent une absence de stratification thermique verticale au niveau de la veine chaude.

Cette veine est plus rapidement diluée à faibles débits (étiage) avec un mélange homogène en aval de Loyettes, en amont immédiat de la confluence avec la Bourbre (localisée à 7,3 km du rejet 2-3). Pour un débit proche du module, le mélange des rejets thermiques est considéré comme complet à environ 10 km en aval des rejets du CNPE, au niveau de la confluence avec l'Ain.

Les mesures réalisées en période estivale ont permis également de montrer que les caractéristiques du panache sont similaires à celles observées en dehors des périodes estivales.

4.4.1.3. Mesures réalisées durant l'été 2022

Le dispositif de mesures de température d'eau mis en œuvre dans le cadre de la surveillance renforcée du panache thermique est constitué de points fixes : des capteurs de température ont été installés en amont, en aval immédiat du canal de rejet 2-3 ainsi qu'en aval « éloigné » (pont de Loyettes situé à 6 km en aval du canal de rejet 2-3).

Chaque capteur a été placé dans un tube en PVC afin de le protéger puis fixé à un câble lesté. Ce câble est attaché à un point fixe (débris ligneux fixé, arbre en berge, etc.). La figure suivante illustre le type de dispositif mis en place.

	<p align="center">BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 0</p>	<p>Page 40/109</p>



Figure 21 : Dispositif de mesure mis en place à Bugey – Exemple du capteur situé au droit de la SMP aval en rive gauche

La figure suivante présente la localisation des stations de surveillance pérenne de la température du Rhône, qui permettent de suivre la température en amont et en aval du CNPE du Bugey, et des capteurs de température installés en des points fixes dans le cadre de la surveillance renforcée.



Figure 22 : Localisation des capteurs de température d'eau installés dans la cadre de la surveillance renforcée du panache thermique et du réseau de surveillance pérenne

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Le tableau suivant synthétise les différentes informations relatives à la période de surveillance renforcée du panache thermique au droit du CNPE du Bugey.

Campagnes de suivi thermique Bugey	Mesures en points fixes
Date	Du 20 juillet au 12 septembre 2022*
Débit du Rhône à Lagnieu	Voir § 3.6.1
T° amont du Rhône	Voir § 3.6.1
Fonctionnement du CNPE	Fonctionnement réel du CNPE : 1 à 2 réacteurs en fonctionnement (Bugey 2 du 20/07 au 21/08 et Bugey 5 à partir du 22/07) Voir § 3.4.1
Mesures réalisées	T° mesurée en continu au niveau de 5 points
Etat du CNPE / limites thermiques	Alternance CCN/SE

* Le CNPE du Bugey est entré en SE **pour la première fois les 19 et 20 juillet 2022**. L'instrumentation a pu être mise en place à partir du 20 juillet (mesures exploitables à partir de 14h). Les données ont été récupérées le 12 septembre 2022 (8h00). Le capteur situé en aval éloigné en rive gauche a été détérioré le 1^{er} août 2022. Au-delà de cette date, les données mesurées en ce point fixe ne sont pas exploitables.

Ces points fixes viennent compléter le dispositif de surveillance pérenne et permettent de suivre l'évolution dans le temps de l'hétérogénéité des températures des eaux du Rhône. Le dispositif de surveillance permet donc de suivre dans le temps et dans l'espace :

- la variabilité naturelle de la température en amont du CNPE du Bugey,
- la veine de rejet en aval immédiat des rejets et à 6 km en aval du CNPE,
- les différences de température d'eau entre rive droite et rive gauche du Rhône (entre veine froide et veine chaude).

Le traitement des données mesurées aux capteurs n'étant pas encore finalisé, les résultats seront présentés dans la note de bilan définitif prévue en mars 2023.

4.4.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie

4.4.2.1. MES et ammonium

Les MES sont constituées des particules minérales et (ou) organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. **Ces particules peuvent provenir de l'érosion de sols ou de la production biologique (eaux usées urbaines et eaux industrielles)**. Une forte concentration en MES est un facteur aggravant l'impact des températures élevées (éventuellement associées à des teneurs en oxygène dissous faibles) sur les organismes aquatiques. A titre indicatif **afin d'illustrer les résultats obtenus**, la limite de bonne qualité du SEQ-Eau V1¹ pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de très bonne qualité est à 25 mg/L).

¹ SEQ-Eau : Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau : outil pour caractériser l'état physico-chimique des cours d'eau à travers différentes grilles d'évaluation. V1 : version 1.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 42/109

La présence d'ammonium (NH_4^+) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH_3) dont la toxicité dans le milieu aquatique est liée à la valeur du pH et à la température des eaux. Relativement fréquent dans les eaux, il traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'ion ammonium se transforme assez rapidement en nitrates et nitrites par oxydation. Une forte présence d'azote ammoniacal est l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle. **A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de très bonne qualité est de 0,1 mg/L). A noter que les résultats présentés ci-dessous ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.**

La fraction non-ionisée (NH_3), **forme de l'azote la plus toxique** pour les poissons, augmente avec la hausse du pH et de la température, selon la formule suivante (source : SANDRE²) :

$$[NH_3] = \frac{[NH_4^+]}{1 + 10^{(10 - pH - 0,03 \times T)}}$$

Avec $[NH_3]$ la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; $[NH_4^+]$ la concentration en ions ammonium en mg/L ; pH le potentiel hydrogène ; T la température en °C.

Pour l'ensemble des analyses d'ammonium réalisées, le calcul de l'ammoniac dissous a été réalisé et les résultats sont présentés ci-dessous. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la valeur limite impérative selon l'article D211-10 du code de l'environnement est de 25 µg NH_3/L , et la valeur guide associée est de 5 µg NH_3/L .

La surveillance des MES et de l'ammonium est demandée par la Décision Modalités du CNPE du Bugey (2014-DC-0442) en conditions climatiques normales à fréquence mensuelle et est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence hebdomadaire.

Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans les Tableau 4-f et Tableau 4-g.

Tableau 4-f: résultats des mesures de MES pendant la période estivale à Bugey

Matières en suspension (mg/L)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09
Amont RD	3,8	8,8	7,6	3,8	5,1	3,8	4,3
Amont RG	*	*	6,3	3,3	4,4	2,8	<2,0
Aval RD	4,0	9,0	4,3	4,7	2,5	3,1	12
Aval RG	*	*	4,5	9,2	<2	2,1	2,8

* Lors des premières campagnes, le prélèvement a été réalisé en rive droite uniquement

Les concentrations en MES sont du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval.

² SANDRE : **Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau** ; paramètre 1351 : ammoniac non ionisé : <http://id.eaufrance.fr/par/1351>

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-g : résultats des mesures de d'ammonium pendant la période estivale à Bugey

Ammonium (mg NH ₄ /L)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09
Amont RD	< 0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Amont RG	*	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Aval RD	< 0,05	< 0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Aval RG	*	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

*lors des premières campagnes, le prélèvement a été réalisé en rive droite uniquement

Les concentrations en ammonium sont toutes inférieures à la limite de quantification de 0,05 mg/L, excepté en amont RD le 25/07 où la valeur est légèrement supérieure (0,06 mg/L).

Les concentrations en ammoniac non ionisé (NH₃) calculées à partir des concentrations en ions ammonium (NH₄⁺) sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4-h : résultats des teneurs en ammoniac (obtenus par calcul à partir de la concentration en ammonium) pendant la période estivale à Bugey

Ammoniac dissous (µg NH ₃ /L)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09
Amont RD	<0,943	**	<4,22	<1,32	<1,24	<1,94	<1,49
Amont RG	*	*	<5,30	<2,05	<1,91	<2,48	<1,95
Aval RD	<4,40	**	<3,21	<1,58	<2,07	<2,49	<2,58
Aval RG	*	*	<4,25	<1,12	<1,58	<3,16	<2,51

* Lors des premières campagnes le prélèvement a été réalisé en rive droite uniquement

** Le calcul n'est pas réalisable car les températures au moment du prélèvement ne sont pas indiquées dans les rapports d'analyse

Nota : les cases grisées correspondent aux valeurs d'ammoniac calculés à partir de données seuillées en ammonium (i.e. <1Q)

Pour l'ensemble des valeurs calculées, les concentrations en ammoniac non ionisé sont inférieures à la LQ, du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE et inférieures à la valeur d'objectif de qualité impérative de 25 µg/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement, démontrant son absence d'impact sur la vie piscicole.

4.4.2.2. Surveillance physico-chimique en continu aux SMP

4.4.2.2.1. Oxygène dissous

L'oxygène est indispensable à la plupart des organismes aquatiques. La concentration en oxygène dissous dépend de nombreux facteurs comme la température, la pénétration de la lumière, la quantité de nutriments, la respiration des organismes aquatiques. Un déficit d'oxygène dans le milieu peut entraîner des conséquences pouvant aller jusqu'à la mort des espèces vivantes. C'est un indicateur qui renseigne quant à l'aptitude du milieu à maintenir la vie. Un seuil d'information de l'OFB a été fixé à 6 mg/L³.

³ Ce seuil a été fixé site par site en accord avec l'ONEMA (maintenant OFB) lors de la constitution initiale du dossier réglementaire relatif aux Situations Exceptionnelles.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 44/109

La concentration en oxygène dissous est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 23 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

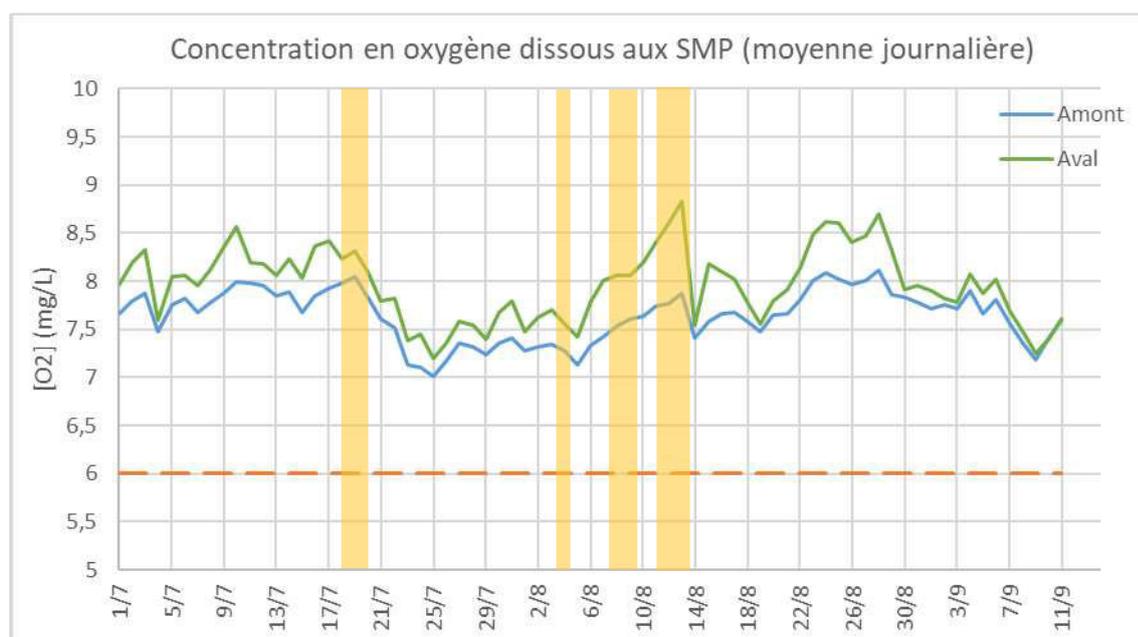


Figure 23 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE du Bugey. La ligne pointillée orange représente la valeur de 6 mg/L (seuil d'information de l'OFB).

La surveillance en continu de l'oxygène dissous ne montre pas de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE du Bugey pendant toute la période estivale, y compris pendant les périodes de SE. Les concentrations mesurées sont restées supérieures à 6 mg/L pendant et après cette période. **La différence moyenne entre l'aval et l'amont est faible (0,3 mg/L) avec des concentrations toujours plus élevées à l'aval qu'à l'amont. Cet écart est inférieur à l'amplitude de variation des concentrations en oxygène sur la période étudiées (de l'ordre de 1 mg/L).**

4.4.2.2.2. pH

Le pH est un paramètre important de la qualité des eaux de surface, définissant son acidité ou son alcalinité. Sa valeur dépend notamment de la nature des terrains traversés, de l'activité photosynthétique... A titre indicatif, les valeurs correspondant aux seuils de « bon état » de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié sont de 6 (pour le pH minimum) et de 9 (pour le pH maximum). Les résultats obtenus dans le cadre du suivi du CNPE ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau.

Le pH est mesuré en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 24 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 45/109

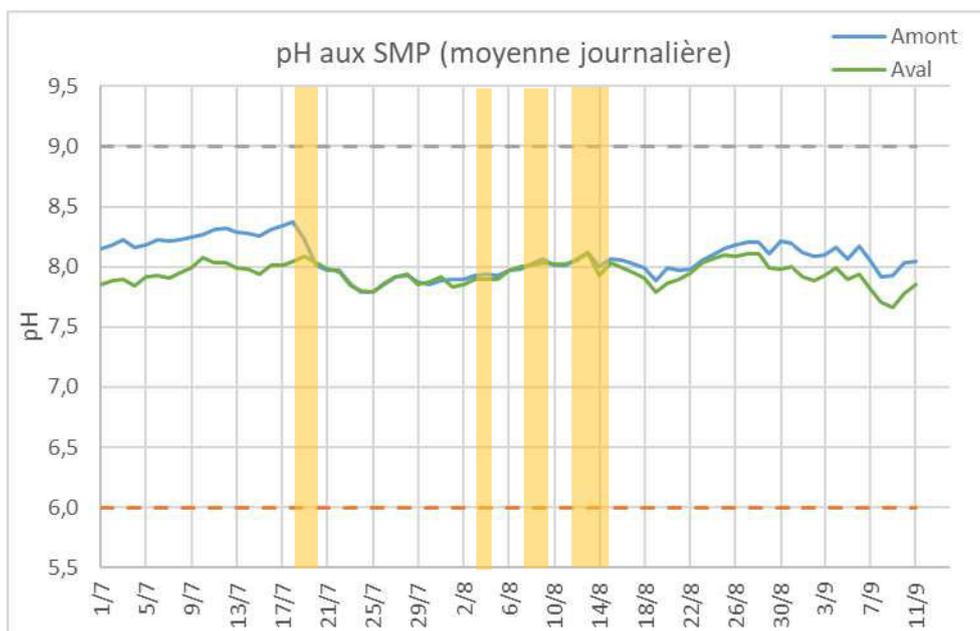


Figure 24 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE du Bugey. Les pointillés représentent, à titre indicatif, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal (selon l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié).

Les valeurs de pH mesurées en continu aux stations SMP amont et aval présentent des variations similaires, avec un écart de 0,1 unité en moyenne sur la période. Cet écart est plus faible que les variations naturelles du pH sur la période étudiée (de l'ordre de 0,5 unités de pH). Les résultats ne mettent donc pas en évidence de différence entre l'amont et l'aval du CNPE du Bugey pour le pH.

4.4.2.2.3. Conductivité

La conductivité électrique de l'eau permet d'évaluer globalement la quantité de substance minérale dissoute sous forme ionique. Selon l'arrêté du 25 janvier 2010, les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour définir les classes de qualité d'eau pour ce paramètre. Dans le SEQ-Eau V1, la conductivité n'est pas considérée comme influençant la fonction « potentialités biologiques ». Il n'existe donc pas de valeurs indicatives auxquelles comparer les données obtenues.

La conductivité est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 25 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.



BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022

UNIE_GPEX

Référence : D455022006439

Indice : 0

Page 46/109

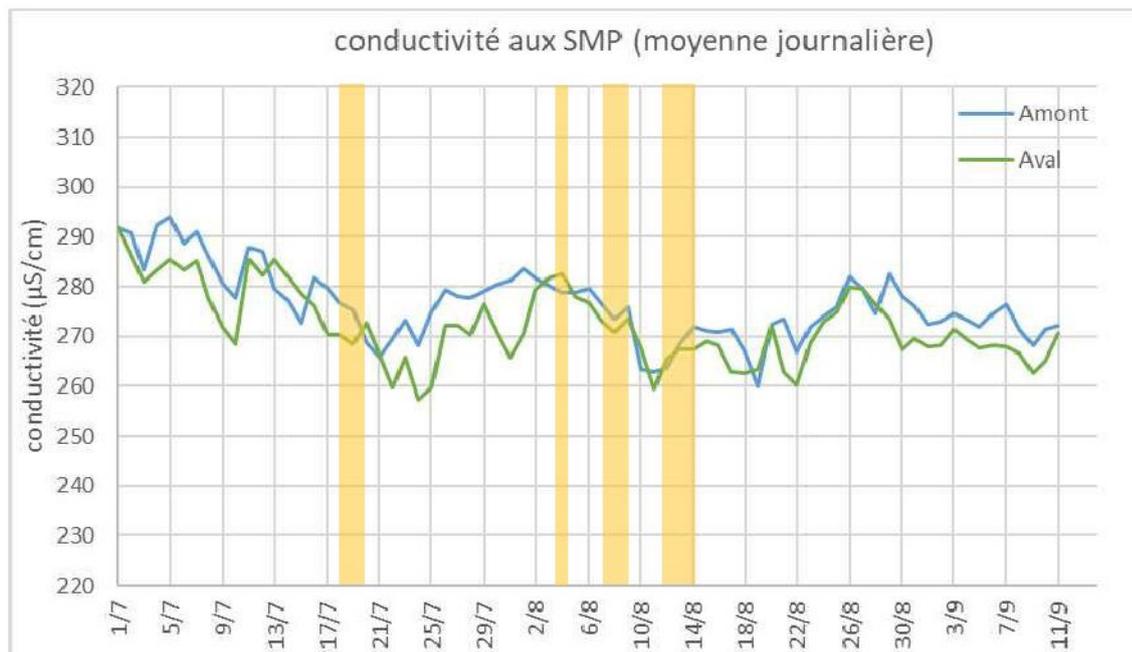


Figure 25 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE du Bugey pendant l'été 2022.

Les valeurs de conductivité mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey suivent la même évolution au cours de l'été, avec une faible différence entre les deux stations (4,3 µS/cm en moyenne). La conductivité est restée stable sur toute la période entre 260 et 290 µS/cm. La différences entre l'amont et l'aval est donc inférieure à la variabilité de la conductivité observée sur la période (de l'ordre de 30 µS/cm).

4.4.2.3. Conclusions sur les paramètres physico-chimiques

Au regard des données disponibles, le fonctionnement du CNPE du Bugey pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les paramètres physico-chimiques suivants : MES, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

4.4.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie

4.4.3.1.1. Analyse type « eau de baignade »

Les analyses dite « eau de baignade » portent sur deux paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux. Ces deux indicateurs sont suivis sur les sites de baignade pour contrôler la présence de germes potentiellement pathogènes pour l'Homme, qui peuvent être présents dans les cours d'eau via les rejets d'eaux usées (y compris après traitement) ou le lessivage des sols agricoles (contamination liée à la présence d'élevages). Ces flores ne sont pas sensibles à l'échauffement dans les eaux de surface. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, les critères de classement pour un prélèvement ponctuel sur un site de baignade sont les suivants :

Qualification d'un prélèvement	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)
Bon	≤ 100	≤ 100
Moyen	> 100 et ≤ 1800	> 100 et ≤ 660
Mauvais	> 1800	> 660

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022					
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page	47/109	

La surveillance de ces paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE du Bugey (2014-DC-0442). Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans le Tableau 4-i.

Tableau 4-i : résultats de la surveillance des indicateurs « eau de baignade » dans l'environnement du CNPE de Bugey.

<i>E. coli</i> (NPP/100 mL)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09
Amont RD	38	38	159	38	357	38	250
Amont RG	*	*	38	983	255	<38	357
Aval RD	38	<38	188	<38	200	38	38
Aval RG	*	*	38	38	255	305	208

Entérocoques (NPP/100 mL)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09
Amont RD	<38	<38	38	<38	<38	<38	38
Amont RG	*	*	<38	119	38	<38	<38
Aval RD	78	<38	38	<38	<38	<38	<38
Aval RG	*	*	<38	<38	<38	<38	38

*lors des premières campagnes, le prélèvement a été réalisé en rive droite uniquement

Les valeurs obtenues pendant l'été 2022 sont comparables entre l'amont et l'aval du CNPE (une différence inférieure à une unité logarithmique n'est pas jugée significative en microbiologie). Les valeurs sont variables dans le temps et entre stations, possiblement en lien avec des épisodes pluvieux entre le 14 et le 19 août (apport de contamination par le lessivage des sols).

4.4.3.1.2. *Amibes Naegleria fowleri*

Les amibes de l'espèce *Naegleria fowleri* peuvent se développer dans les circuits de refroidissement des CNPE équipés de tours aéroréfrigérantes, en raison de la température et du temps de séjour de l'eau dans ces circuits, compatibles avec leur développement. Elles sont pathogènes pour l'Homme, principalement via les activités de baignade (absentes à l'aval du CNPE du Bugey). Un seuil réglementaire de 100 Nf/L à l'aval des sites équipés de tours aéroréfrigérantes est fixé par la Décision ASN « risques microbiologiques » 2016-DC-0578.

La surveillance des amibes *Naegleria fowleri* par des mesures dans l'environnement du CNPE est prescrite par la Décision ASN « risques microbiologiques » 2016-DC-0578, et renforcée par la proposition d'EDF dans le dossier Art. R593-40-II (pièce D). Les résultats obtenus par les mesures en amont et en aval du CNPE pendant l'été 2022 sont présentés dans le Tableau 4-j.

Tableau 4-j : résultats de la surveillance de *N. fowleri* dans l'environnement du CNPE du Bugey.

<i>N. fowleri</i> (Nf/L)	19/07	25/07	01/08	06/08	08/08	10/08	15/08	22/08	29/08	05/09
amont	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
aval	2	7	15	2	2	5	2	<2	<2	<2

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Les concentrations mesurées en amont et en aval du CNPE du Bugey sont faibles et toutes inférieures au seuil réglementaire de 100 Nf/L. Les valeurs sont légèrement plus élevées en aval en raison des rejets liés au fonctionnement de la tranche 5, équipée de tours aéroréfrigérantes.

4.4.3.1.3. *Cyanobactéries*

Les cyanobactéries sont des espèces bactériennes naturellement présentes dans les eaux de surface, faisant partie du phytoplancton. L'été, et dans des conditions hydrauliques favorables (stabilité de la masse d'eau), elles peuvent se développer de façon importante. Dans ces conditions, certaines espèces peuvent libérer dans l'eau des cyanotoxines, toxiques pour l'Homme ou la faune. La concentration déclenchant une information de l'OFB en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance des cyanobactéries est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Bugey (2014-DC-0442) et proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-k.

Tableau 4-k : résultats de la surveillance des cyanobactéries dans l'environnement du CNPE de Bugey.

Cyanobactéries (cell./mL)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08
Amont RD	45	30	149	0	4
Amont RG	*	*	0	15	0
Aval RD	67	115	51	14	16
Aval RG	*	*	0	51	53

*lors des premières campagnes, le prélèvement a été réalisé en rive droite uniquement

Les concentrations mesurées en cyanobactéries sont très faibles, toutes inférieures de plus de deux unités logarithmiques à 20 000 cell./mL. La variabilité spatiale et temporelle des concentrations est aussi faible (une différence inférieure à une unité logarithmique n'est pas considérée comme significative en microbiologie). Il n'apparaît pas de différence significative entre l'amont et l'aval du CNPE.

4.4.3.1.4. *Conclusions sur les paramètres microbiologiques*

Les résultats obtenus concernant les flores « eau de baignade », les amibes *Naegleria fowleri* et les cyanobactéries ne mettent pas en évidence d'influence significative du fonctionnement du CNPE du Bugey sur ces paramètres microbiologiques pendant l'été 2022.

4.4.4. Evaluation de l'Impact sur le plancton

4.4.4.1. Phytoplancton

Le phytoplancton est l'ensemble des organismes végétaux microscopiques vivant en suspension dans l'eau.

4.4.4.1.1. *Chlorophylle a*

Le dosage de la chlorophylle a dans l'eau est une méthode d'estimation indirecte de la biomasse phytoplanctonique. Des teneurs élevées sont indicatrices de milieux eutrophes.

La surveillance de la chlorophylle a est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence hebdomadaire.

Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 4-l.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-1 : résultats des mesures de de chlorophylle a pendant la période estivale à Bugey

Chlorophylle a (µg/L)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09
Amont RD	1	1	1	1	1	1	1
Amont RG	*	*	1	1	1	1	1
Aval RD	3	1	1	1	1	1	1
Aval RG	*	*	1	1	1	1	1

* Lors des premières campagnes, le prélèvement a été réalisé en rive droite uniquement

Les concentrations sont du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval et dans les gammes de valeurs habituelles à cette saison (qui sont majoritairement entre 0,5 et 1 µg/L). On constate une légère différence de la concentration entre l'amont et l'aval (de 1 à 3 µg/L) lors de la campagne du 19/07. Toutefois, ces valeurs sont dans les gammes de valeurs qui ont pu être rencontrées ces dernières années dans l'environnement du CNPE du Bugey (à l'amont comme à l'aval) et dans ce secteur du Rhône (station de suivi Agence de l'eau de Saint Sorlin). De plus, les cycles et valeurs de l'oxygène dissous en aval pendant l'épisode caniculaire sont restés normaux (cf. 4.4.2.2.1)⁴. En effet toutes les valeurs d'oxygène dissous mesurées sont restées supérieures au seuil d'information à l'OFB de 6 mg/L. Enfin, dès la campagne qui suit (du 25/07) la valeur en aval est identique à la valeur amont et ce jusqu'à la fin du suivi, démontrant que ce paramètre n'a pas été modifié de manière durable suite à l'épisode de SE.

4.4.4.1.2. Dénombrement et identification

La surveillance du phytoplancton (dénombrement des cellules et identification des taxons) est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.4.4.1.3. Diatomées

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles font donc partie du phytoplancton. Leur surveillance est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de la détermination des diatomées ne sont pas encore disponibles.

4.4.4.1.4. Conclusion sur le phytoplancton :

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

4.4.4.2. Zooplancton

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale vivant en suspension dans l'eau.

La surveillance du zooplancton est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois. Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

⁴ Une augmentation des teneurs en chlorophylle a peut être indicatrice d'un début d'eutrophisation qui peut entraîner une diminution des teneurs en oxygène dissous.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 50/109

4.4.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques

A la demande de l'ASN en réunion du 2/08, une campagne de prélèvement de diatomées benthiques a été réalisée pendant la période estivale (le 3/08), en complément des campagnes en CCN du 22/06 et du 7/09. Les diatomées présentant un temps de réponse relativement court aux modifications du milieu, leur suivi pourrait donner une indication sur un éventuel effet supplémentaire des rejets thermiques par rapport aux effets généraux de la canicule sur le cours d'eau.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-m : données de surveillance des diatomées benthiques du 3/08 à Bugey

Indicateur	Amont RG	Amont RD	Aval RG	Aval RD
Effectif	413	418	431	403
Richesse spécifique (Nombre d'espèces)	37	45	25	39
Nombre de genre	15	20	11	17
Diversité ⁵	3,92	4,15	3,35	3,81
Équitabilité ⁶	0,75	0,76	0,72	0,72
Note IBD	15,7	15	15,7	15,3
Note IPS	14,9	14	15,4	14,5

Les effectifs, la richesse et les notes IBD et IPS sont similaires pour les 4 stations, excepté pour la richesse à la station aval RG qui est plus faible, ce qui est couramment observé depuis le début du suivi sur ce descripteur. La diversité est comprise entre 3,35 (aval RG) et 4,15 (amont RD) tandis que l'équitabilité est similaire entre les 4 stations (autour de 0,75). Ces valeurs témoignent d'une bonne répartition des individus au sein des espèces.

Ces résultats seront complétés dans le rapport de mars 2023 par les données de structure du peuplement (identification des taxons en cours au moment de la rédaction de ce rapport).

4.4.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles

4.4.6.1. Bilan sur les mortalités

Le suivi visuel de la mortalité piscicole est proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence quotidienne. **Aucune mortalité piscicole n'a été constatée au regard des observations visuelles réalisées quotidiennement pendant toute la durée d'application des décisions à l'amont, à l'aval et au niveau de la zone des rejets du CNPE de Bugey.**

⁵ La diversité décrit l'arrangement des espèces à l'intérieur d'un peuplement donné. Elle est fonction de la richesse et de l'équilibre du peuplement (un peuplement donné est plus équilibré s'il possède davantage de taxons à forte abondance relative). Si le peuplement est homogène (constitué d'une seule et même espèce), alors l'indice est égal à 0. Il est maximal pour un peuplement hétérogène pour lequel tous les individus de toutes les espèces sont répartis d'une façon égale.

⁶ L'équitabilité exprime le pourcentage d'équilibre de ce même peuplement (rapport de la diversité observée sur la diversité maximale). S'il tend vers 1, alors les espèces présentes dans le peuplement ont des abondances identiques. S'il tend vers 0, alors une seule espèce domine le peuplement.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 51/109

4.4.6.2. Aspects sanitaires

L'examen sanitaire piscicole est proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison d'une fois par période, puis une fois à l'automne. D'un point de vue réglementaire, la pièce D du dossier art. R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. Suite à un échange avec l'ASN et après avis auprès de la Direction Régionale Auvergne Rhône Alpes de l'OFB (mail du 17/08), il a été convenu en cas d'alternance entre CCN/SE à fréquence rapprochée, ou de période prolongée en CCE/SE, d'espacer les pêches d'au moins un mois afin de limiter les impacts sur les poissons déjà soumis à un stress élevé du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

Deux campagnes de suivi sanitaire piscicole ont été réalisées le 20/07/22 et le 10/08/22. Les deux espèces de poissons principalement rencontrées dans ce secteur du Rhône ont fait l'objet d'un examen sanitaire : le chevesne et le goujon.

Tableau 4-n : résultat des examens sanitaires réalisés le 20/07 et le 10/08/2022 dans le Rhône à l'amont et à l'aval du CNPE De Bugey

Effectifs	Campagne du 20/07/22		Campagne du 10/08/22	
	Amont	Aval	Amont	Aval
Chevesne-sans pathologie	25	30	10	34
Chevesne-avec pathologie	6	4	1	1
Goujon-sans pathologie	28	12	22	3
Goujon-avec pathologie	2	0	0	0
Total Chevesne	31	34	11	34
Total Goujon	30	12	22	3*
Total global	61	46	33	37

*Nota : à l'aval, les conditions hydrologiques (eaux basses et agitées) et météorologiques (vent fort) expliquent l'impossibilité d'avoir pu capturer plus de goujons lors de la campagne d'août.

10 à 34 chevesnes et 3 à 28 goujons sont analysés par station et par campagne. Le nombre de poissons identifiés comme ayant des pathologies est faible et varie de 1 individu (à l'amont et à l'aval lors de la campagne du 10/08) à 6 individus à l'amont lors de la campagne du 20/07.

Les résultats préliminaires des examens sanitaires montrent que peu de poissons présentent une anomalie et qu'il n'y a aucune différence notable entre les stations amont et aval du CNPE.

Par ailleurs, en ce qui concerne le suivi sanitaire, une revue bibliographique systématique réalisée par EDF en 2017 a montré que dans l'état actuel des connaissances il n'est pas possible de conclure quant à l'effet de l'augmentation des températures sur le risque sanitaire pour les poissons d'eau douce en raison de la complexité des mécanismes sous-jacents en lien avec l'adaptation et la sensibilité thermique à la fois des hôtes et des parasites.

4.4.6.3. Effets sur les communautés

L'analyse du peuplement piscicole est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison d'une fois par période puis une fois à l'automne.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 52/109

Pendant la période estivale, une pêche pour évaluer la structure du peuplement piscicole a été réalisée le 10/08. En effet, conformément à l'**avis émis par la Direction Régionale de l'OFB Auvergne Rhône Alpes** dans son mail du **2/08/2022, il a été convenu avec l'ASN de réaliser des pêches espacées au minimum d'un mois** afin de ne pas soumettre les poissons à un stress supplémentaire à celui déjà apporté par les températures élevées des cours d'eau en période caniculaire. Une pêche pour examen sanitaire ayant été réalisée le 20/07, la pêche permettant de suivre l'évolution de la structure du peuplement pour les épisodes caniculaires de juillet et d'août a été réalisée au mois d'août. La pêche de sortie d'événement a été réalisée en septembre.

Une pêche pour analyse du peuplement a été réalisée le 10 août. La précédente campagne (en CCN) a été réalisée le 31/05. La campagne suivante a été réalisée les 15 et 16/09.

En premier lieu il convient de préciser que l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale. En effet, l'influence de la canicule sur la reproduction et sur la mortalité des différentes classes d'âges pour les différentes espèces pourra être évaluée grâce à l'observation des peuplements des mois, voire années, suivant(e)s (par exemple printemps 2023 pour le succès reproducteur de l'année 2022).

A date de rédaction de ce rapport intermédiaire les rapports d'analyse de la structure du peuplement piscicole à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey pendant la période caniculaire ne sont pas encore disponibles. Toutefois, un tableau récapitulatif des résultats préliminaires de la campagne du 10/08 est présenté ci-dessous :

Tableau 4-o : Récapitulatif des résultats obtenus lors de la campagne de pêche du 10/08 à Bugey

Date	espèce/Stations	Amont CNPE	Aval CNPE	Total
10/08/2022	Ablette	2	0	2
10/08/2022	Barbeau	21	24	45
10/08/2022	Blennie	0	1	1
10/08/2022	Chevesne	54	57	111
10/08/2022	Gardon	9	7	16
10/08/2022	Goujon	25	2	27
10/08/2022	Hotu	1	1	2
10/08/2022	Loche franche	1	0	1
10/08/2022	Perche soleil	0	1	1
10/08/2022	Silure	2	4	6
10/08/2022	Spirilin	9	6	15
10/08/2022	Tanche	1	0	1
10/08/2022	Vandoise	1	0	1
Total		126	103	229

A l'amont 126 poissons ont été pêchés avec une majorité de chevesnes (54 individus), de goujons (25 individus) et de barbeaux (21 individus), pour une diversité totale de 11 espèces.

A l'aval 103 poissons ont été pêchés avec une majorité de chevesnes (57 individus) et de barbeaux (24 individus), pour une diversité totale de 9 espèces.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 53/109

4.4.6.4. Conclusion sur les espèces piscicoles

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

4.4.7. Conclusion préliminaire concernant le CNPE du Bugey

La température moyenne journalière calculée en aval du CNPE du Bugey a alterné **pendant l'été 2022 entre des valeurs relevant des conditions climatiques normales et de situations exceptionnelles (8 jours cumulés, répartis entre le 19 juillet et le 14 août), tout en restant inférieures à 27°C en moyenne journalière à l'aval.**

Un programme de surveillance adapté a été **mis en œuvre sur cette période et au-delà, afin d'observer les éventuelles incidences du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.**

Une partie des résultats de cette surveillance est disponible en date de rédaction de ce rapport. **L'analyse préliminaire des premiers résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence** notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINTE-MURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 54/109

4.5. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE SAINT-ALBAN

Le programme de surveillance analysé ici est représenté schématiquement ci-dessous. **A noter que sur l'ensemble de la période estivale, le CNPE de Saint-Alban est entrée en situation exceptionnelle uniquement le 12/08.**

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINTE-MAURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 56/109

4.5.1. Surveillance du panache thermique

4.5.1.1. Situation du CNPE

Le CNPE de Saint-Alban est localisé sur la commune de Saint-Maurice-l'Exil, en Isère, en rive gauche du Rhône. Il est constitué de 2 tranches REP d'une puissance unitaire de 1300 MW, refroidies en circuit dit « ouvert », avec l'eau du Rhône prélevée par l'intermédiaire d'un canal de prise.

Le canal de rejet des eaux de refroidissement de la centrale, d'environ 300 m de longueur, débouche en rive gauche du Rhône à environ 2,5 km en amont du barrage de Saint-Pierre-de-Bœuf.

Le barrage de Saint-Pierre-de-Bœuf crée une retenue qui permet de réguler les débits pour l'exploitation de l'usine hydroélectrique des Sablons, située à environ 11 km de la sortie du canal de rejet du CNPE. Ce barrage marque la division entre :

- en rive gauche, le canal de dérivation, d'une longueur totale d'environ 11 km jusqu'à la restitution,
- en rive droite, le cours naturel du Rhône, dit « Vieux Rhône » ou Rhône court-circuité (RCC) d'une longueur d'environ 12 km jusqu'à la restitution.

4.5.1.2. Rappel sur les caractéristiques du panache thermique

Une étude de dilution, réalisée entre 2017 et 2020 et finalisée en avril 2021, a permis de caractériser le panache thermique et la dilution des rejets liquides du CNPE de St-Alban, pour une large gamme de débit du Rhône et différentes conditions de température de l'eau en amont.

Cette étude inclut :

- plusieurs campagnes de suivi du panache thermique : thermographies aériennes par infra-rouge (mesure des températures d'eau en surface) réalisées lors des étés 2015 et 2016 pour des débits de 630 et 860 m³/s et profils de température pour différentes conditions de débit allant de l'étiage (300 m³/s) à des débits intermédiaires (500-600 m³/s) ou proche du module interannuel du Rhône à St-Alban (900 m³/s) et de température du Rhône, notamment des températures caniculaires en juillet 2015 (T° amont Rhône = 25,5°C) et août 2018 (T° amont Rhône = 26°C) ;
- deux campagnes de dilution par suivi tritium réalisées en 2017 et 2018 en condition d'étiage (~ 400 m³/s) et proche du module interannuel du Rhône à St-Alban (950 m³/s) ;
- les résultats d'une modélisation numérique réalisée par EDF R&D, qui a permis de simuler le comportement du panache thermique pour des débits du Rhône allant de 200 à 2700 m³/s.

Ces différents éléments permettent de disposer d'une connaissance fine de la dilution des rejets thermiques, de la répartition de la veine de rejet en aval du CNPE de Saint-Alban et de la distance nécessaire pour disposer d'un mélange homogène, pour une large gamme de débit du Rhône et différentes conditions de température de l'eau en amont, y compris en situation de canicule (cf. § 5.4 de la pièce C du dossier art. R593-40-II [1]).

L'analyse de ces campagnes de mesures et l'exploitation du modèle numérique ont permis de caractériser la stratification verticale du panache thermique et sa dilution progressive vers l'aval jusqu'à l'usine des Sablons, située à environ 11 km des rejets :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 57/109

- plus le débit du Rhône est faible, plus la veine de rejet progresse rapidement dans la largeur du Rhône. Pour les faibles débits du Rhône (débits inférieurs au module du Rhône à Saint-Alban), la veine de rejet atteint la rive droite dans la retenue de Saint-Pierre-de-Boeuf, dès 500 m en aval du point de rejet. A débit plus fort, supérieur au module, la veine de rejet reste localisée en rive gauche de la retenue ;
- **en termes de stratification verticale du panache, les bas débits favorisent également l'étalement du panache sur toute la colonne d'eau, tandis que les forts débits se traduisent par une veine de rejet avec une stratification verticale plus marquée ; le mélange complet est atteint systématiquement à l'amont de l'usine des Sablons.**

Les mesures réalisées en période estivale ont permis également de montrer que les caractéristiques du panache sont similaires à celles observées en dehors des périodes estivales.

4.5.1.3. **Mesures réalisées durant l'été 2022**

Compte-tenu de ces nombreuses connaissances sur la description du panache thermique, la surveillance renforcée **mise en œuvre pour suivre le panache thermique du CNPE de Saint-Alban s'est appuyée sur la réalisation d'une campagne de mesures de profils de température d'eau**. Ce type de mesures est adapté à la configuration hydraulique en aval du CNPE et aux caractéristiques **de la veine de rejet (hauteurs d'eau importantes)**.

La campagne de mesure a été réalisée le 11 août 2022 par EDF DTG, pour un débit du Rhône en amont du CNPE de Saint-Alban de 329 m³/s.

6 profils de température (sur toute largeur **et toute la hauteur d'eau**) ont été réalisés **de l'amont du CNPE jusqu'à** environ 6 km en aval du point de rejet (au droit de la SMP aval du CNPE de Saint-Alban), y compris dans le canal de dérivation :

- T1. Amont CNPE pont de Chavanay (Pk 47)
- T2. Aval immédiat du canal de rejet principal
- T3. 1 km en aval du rejet principal (Pk 49)
- T4. Amont de la dérivation (Pk 50,5)
- T5. Amont du canal usinier
- T6. Canal de dérivation : SMP aval

La Figure 26 illustre la localisation des profils de température :



BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022

UNIE_GPEX

Référence : D455022006439

Indice : 0

Page 58/109



Figure 26 : Localisation des profils de température réalisés au droit du CNPE de St-Alban le 11 août 2022

Pour la journée du 11 août 2022 :

- la température du Rhône mesurée en **amont** du CNPE était de **26,2°C en moyenne journalière** ;
- **l'échauffement** calculé en **aval** après mélange était de **1,7°C en moyenne journalière** ;
- la température du Rhône calculée en **aval des rejets après mélange** était de **27,9°C en moyenne journalière**, très proche de la limite de 28°C en Conditions Climatiques Normales (CCN).

Le Tableau ci-dessous récapitule les conditions de la campagne de mesures en aval du CNPE de St-Alban :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 59/109

Campagnes de suivi thermique St-Alban	Profils de température
Date	11 août 2022
Débit du Rhône au droit du CNPE	329 m ³ /s
T° amont Rhône	26,2°C
Fonctionnement du CNPE	1 réacteur (n° 1) à pleine puissance
Mesures réalisées	6 profils de température d'eau
Etat du CNPE / limites thermiques	CCN*

* Lors de la campagne de mesures, la température du Rhône calculée en aval des rejets après mélange était très proche de la limite de 28°C (27,9°C). Le lendemain (12 août 2022), le CNPE de Saint-Alban est entrée en situation exceptionnelle, pour une température du Rhône en amont du CNPE très légèrement supérieure (moins de 0,3°C de plus).

Les données acquises durant la journée du 11 août 2022 permettront de rendre compte de l'évolution longitudinale et transversale du panache thermique et de caractériser sa stratification verticale, depuis l'aval immédiat des rejets du CNPE jusqu'à la station SMP aval du CNPE de Saint-Alban.

Le traitement des données mesurées n'étant pas encore finalisé, les résultats seront présentés dans la note de bilan définitif prévu en mars 2023.

4.5.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie

4.5.2.1. MES et ammonium

Les MES sont constituées des particules minérales et (ou) organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Ces particules peuvent provenir de l'érosion de sols ou de la production biologique (eaux usées urbaines et eaux industrielles). Une forte concentration en MES est un facteur aggravant l'impact des températures élevées (éventuellement associées à des teneurs en oxygène dissous faibles) sur les organismes aquatiques. A titre indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus, la limite de bonne qualité du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de très bonne qualité est à 25 mg/L).

La présence d'ammonium (NH_4^+) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH_3) dont la toxicité dans le milieu aquatique est liée à la valeur du pH et à la température des eaux. Relativement fréquent dans les eaux, il traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'ion ammonium se transforme assez rapidement en nitrates et nitrites par oxydation. Une forte présence d'azote ammoniacal est l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de très bonne qualité est de 0,1 mg/L). A noter que les résultats présentés ci-dessous ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 60/109

La fraction non-ionisée (NH₃), **forme de l'azote la plus toxique pour les poissons**, augmente avec la hausse du pH et de la température, selon la formule suivante (source : SANDRE⁷) :

$$[NH_3] = \frac{[NH_4^+]}{1 + 10^{(10 - pH - 0,03 \times T)}}$$

Avec [NH₃] la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; [NH₄⁺] la concentration en ions ammonium en mg/L ; pH le potentiel hydrogène ; T la température en °C.

Pour l'ensemble des analyses d'ammonium réalisées, le calcul de l'ammoniac dissous a été réalisé et les résultats sont présentés ci-dessous. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la valeur limite impérative selon l'article D211-10 du code de l'environnement est de 25 µg NH₃/L, et la valeur guide associée est de 5 µg NH₃/L.

La surveillance de ces paramètres est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire.

Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans les Tableau 4-q et Tableau 4-r.

Tableau 4-q : résultats des mesures de MES pendant la période estivale à Saint-Alban

Matières en suspension (mg/L)	18/07	12/08	18/08	25/08	01/09	08/09
Amont – S1	<2	4,4	32	11	*	ND
Aval – S3	<2	6,1	2	2	4,7	ND

* Analyse manquante liée à un problème lors du prélèvement ; ND : non disponible à la date de rédaction de ce rapport

Les concentrations en MES sont du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval pour la campagne du 12/08 en situation exceptionnelle et supérieures à l'amont pour les 2 campagnes suivantes, tout en restant dans la limite de bonne qualité au sens du SEQ-Eau V1.

A noter qu'hors périodes de plus forte hydrologie (liées aux précipitations), les particules en suspension (MES et turbidité) sont souvent liées aux phénomènes de batillage engendré par la navigation sur l'axe principal du canal de dérivation du Rhône. Par ailleurs, les concentrations en MES sont restées faibles à l'aval pendant toute la période de suivi.

Tableau 4-r : résultats des mesures de d'ammonium pendant la période estivale à Saint-Alban

Ammonium (mg NH ₄ /L)	18/07	12/08	18/08	25/08	01/09	08/09
Amont – S1	< 0,05	< 0,05	0,09	0,06	0,05	ND
Aval – S3	< 0,05	< 0,05	0,07	0,07	*	ND

* Analyse manquante liée à un problème lors du prélèvement ; ND : non disponible à la date de rédaction de ce rapport

Les concentrations en ammonium sont du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval et correspondent à une eau de très bonne qualité au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié. Par ailleurs, aucune variabilité temporelle notable n'est observée.

⁷ SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau ; paramètre 1351 : ammoniac non ionisé : <http://id.eaufrance.fr/par/1351>

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 61/109

Les teneurs en ammoniac non ionisé, déterminées par calcul à partir de la concentration en ammonium sont présentées dans le Tableau .

Tableau 4-s : résultats des teneurs en ammoniac (obtenu par calcul à partir de la concentration en ammonium) pendant la période estivale à Saint-Alban

Ammoniac (µg NH3/L)	18/07	12/08	18/08	25/08	01/09	08/09
Amont – S1	<6,7	1,4	5	2,5	1,6	ND
Aval – S3	<10,3	2,3	4,1	2,5	*	ND

* Analyse de l'ammonium manquante liée à un problème lors du prélèvement ; ND : non disponible à la date de rédaction de ce rapport

Nota : les cases grisées correspondent aux valeurs d'ammoniac calculés à partir de données seuillées en ammonium (i.e. <LQ)

La concentration calculée en ammoniac non ionisé est légèrement supérieure à la station aval lors de la campagne du 12/08, et du même ordre de grandeur entre les deux stations pour les campagnes suivantes. Toutefois, pour l'ensemble des valeurs calculées, les concentrations en ammoniac non ionisé sont inférieures à la valeur guide d'objectif de qualité de 5 µg/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement, et donc a fortiori la valeur d'objectif de qualité impérative de 25 µg/L, démontrant son absence d'impact sur la vie piscicole.

4.5.2.2. Surveillance physico-chimique en continu aux SMP

4.5.2.2.1. Oxygène dissous

L'oxygène est indispensable à la plupart des organismes aquatiques. La concentration en oxygène dissous dépend de nombreux facteurs comme la température, la pénétration de la lumière, la quantité de nutriments, la respiration des organismes aquatiques. Un déficit d'oxygène dans le milieu peut entraîner des conséquences pouvant aller jusqu'à la mort des espèces vivantes. C'est un indicateur qui renseigne quant à l'aptitude du milieu à maintenir la vie. Un seuil d'information de l'OFB a été fixé à 5 mg/L⁸.

La concentration en oxygène dissous est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 27 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

⁸ Ce seuil a été fixé site par site en accord avec l'ONEMA (maintenant OFB) lors de la constitution initiale du dossier réglementaire relatif aux Situations Exceptionnelles.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

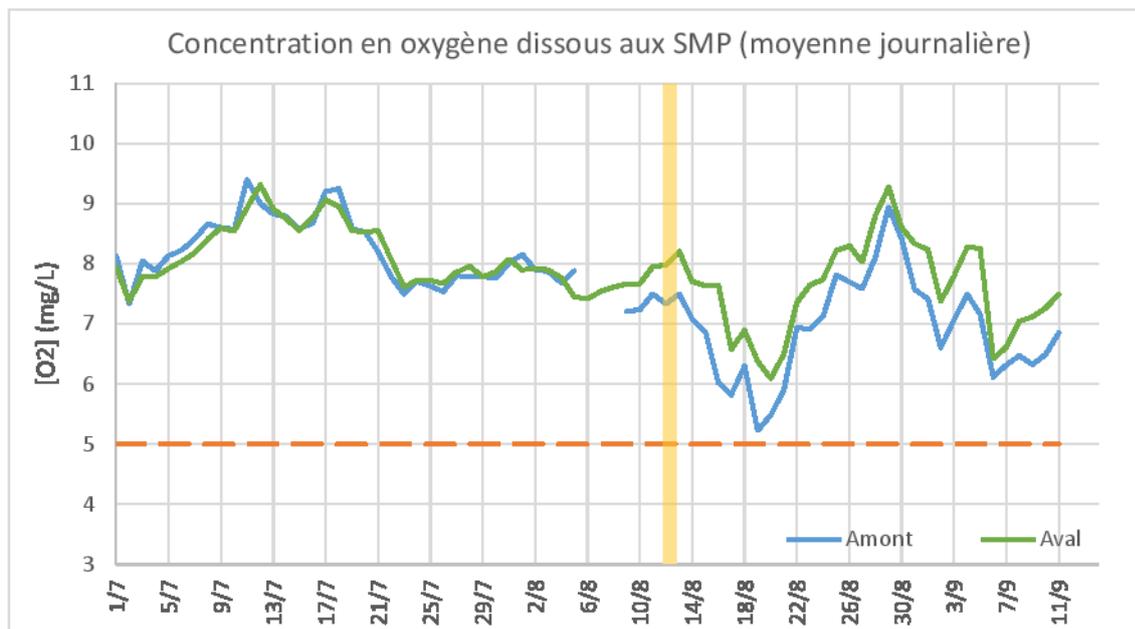


Figure 27 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE de Saint-Alban. La ligne pointillée orange représente la valeur de 5 mg/L (seuil d'information de l'OFB). Les valeurs mesurées à l'amont du 6 au 8 août ne sont pas disponibles en raison de problèmes techniques sur la sonde de mesure de l'oxygène.

Les concentrations en oxygène dissous mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban ont suivi les mêmes variations pendant l'été 2022. La différence moyenne sur cette période était de 0,36 mg/L, avec des concentrations globalement plus élevées à l'aval qu'à l'amont, notamment à partir du 9 août. Cette différence est inférieure à l'amplitude de variation de la concentration en oxygène dissous sur la période d'étude (de l'ordre de 3 mg/L). Les concentrations mesurées en amont et en aval du CNPE de Saint-Alban sont toujours restées supérieures à 5 mg/L en moyenne journalière.

4.5.2.2.2. pH

Le pH est un paramètre important de la qualité des eaux de surface, définissant son acidité ou son alcalinité. Sa valeur dépend notamment de la nature des terrains traversés, de l'activité photosynthétique... A titre indicatif, les valeurs correspondant aux seuils de « bon état » de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié sont de 6 (pour le pH minimum) et de 9 (pour le pH maximum). Les résultats obtenus dans le cadre du suivi du CNPE ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau.

Le pH est mesuré en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 28 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGHEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 63/109

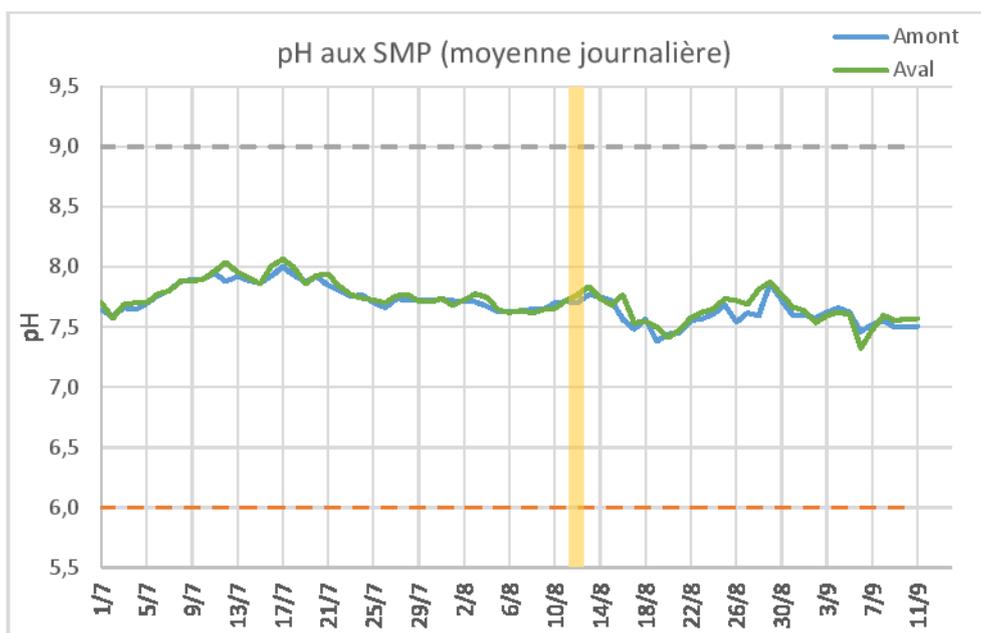


Figure 28 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE de Saint-Alban. Les pointillés représentent, à titre indicatif, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal.

Les valeurs de pH mesurées en continu aux stations SMP amont et aval présentent peu de variation (environ 0,5 unités de pH), avec un écart nul en moyenne sur la période.

4.5.2.2.3. Conductivité

La conductivité de l'eau permet d'évaluer globalement la quantité de substance minérale dissoute sous forme ionique. **Selon l'arrêté du 25 janvier 2010, les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour définir les classes de qualité d'eau pour ce paramètre. Dans le SEQ-Eau V1, la conductivité n'est pas considérée comme influençant la fonction « potentialités biologiques ». Il n'existe donc pas de valeurs indicatives auxquelles comparer les données obtenues.**

La conductivité est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 41 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

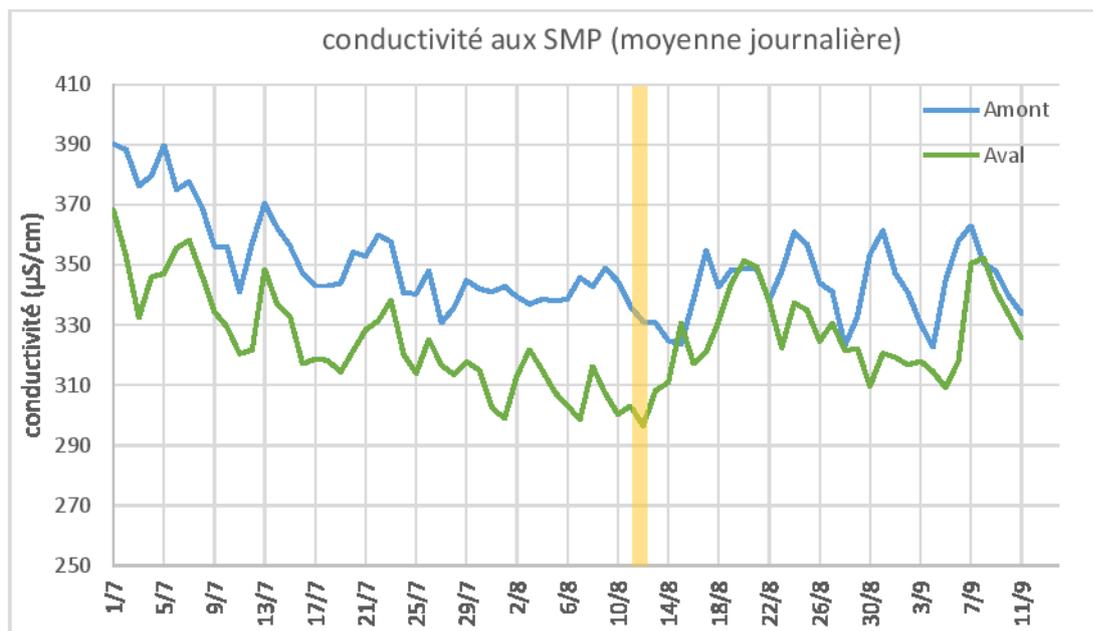


Figure 29 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE de Saint-Alban pendant l'été 2022.

Les valeurs de conductivité mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban suivent la même évolution au cours de l'été, avec une faible différence entre les deux stations (23 µS/cm en moyenne). Cette différence est inférieure à l'amplitude des variations naturelle de la conductivité sur la période étudiée (60-70 µS/cm).

4.5.2.3. Conclusions sur les paramètres physico-chimiques

Au regard des données disponibles, le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les paramètres physico-chimiques suivants : MES, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

4.5.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie

4.5.3.1. Analyse type « eau de baignade »

Les analyses dites « eau de baignade » portent sur deux paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux. Ces deux indicateurs sont suivis sur les sites de baignade pour contrôler la présence de germes potentiellement pathogènes pour l'Homme, qui peuvent être présents dans les cours d'eau via les rejets d'eaux usées (y compris après traitement) ou le lessivage des sols agricoles (contamination liée à la présence d'élevages). Ces flores ne sont pas sensibles à l'échauffement dans les eaux de surface. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, les critères de classement pour un prélèvement ponctuel sur un site de baignade sont les suivants :

Qualification d'un prélèvement	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)
Bon	≤ 100	≤ 100
Moyen	> 100 et ≤ 1800	> 100 et ≤ 660
Mauvais	> 1800	> 660

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

La surveillance de ces paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Saint-Alban (2014-DC-0469). Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans le Tableau 4-t.

Tableau 4-t : résultats de la surveillance des indicateurs « eau de baignade » dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban.

<i>Escherichia coli</i> (NPP/100mL)	18/7	12/08	18/08	25/08
Amont – S1	78	38	544	119
Aval – S3	38	163	78	<38
Entérocoques (NPP/100mL)	18/7	12/08	18/08	25/08
Amont – S1	38	38	78	<38
Aval – S3	<38	115	78	<38

Les valeurs obtenues pendant l'été 2022 sont globalement comparables entre l'aval et l'amont du CNPE de Saint-Alban (une différence inférieure à une unité logarithmique n'est pas considérée comme significative en bactériologie). Les valeurs sont variables dans le temps et entre stations, possiblement en lien avec des épisodes pluvieux entre le 13 et le 19 août (apport de contamination par le lessivage des sols).

4.5.3.2. Cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des espèces bactériennes naturellement présentes dans les eaux de surface, faisant partie du phytoplancton. L'été, dans des conditions hydrauliques favorables (stabilité de la masse d'eau), elles peuvent se développer de façon importante. Dans ces conditions, certaines espèces peuvent libérer dans l'eau des cyanotoxines, toxiques pour l'Homme ou la faune. La concentration déclenchant une information de l'OFB en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

Deux mesures des cyanobactéries sont proposées par la EDF dans le cas des Situations Exceptionnelles (pièce D du dossier art. R593-40-II). Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-u.

Tableau 4-u : résultats de la surveillance des cyanobactéries dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban.

Cyanobactéries (cell./mL)	18/07	12/08	18/08	25/08
Amont – S1	5	50	171	ND
Aval – S3	50	19	3	ND

ND : résultat non-disponible en date de rédaction du rapport.

Les concentrations mesurées en cyanobactéries sont très faibles, toutes inférieures de plus de deux unités logarithmiques à 20 000 cell./mL, avec des concentrations alternativement supérieures à l'amont et à l'aval, ne mettant en évidence de différence significative entre les stations.

4.5.3.3. Conclusions sur les paramètres microbiologiques

Les résultats obtenus concernant les flores « eau de baignade » et les cyanobactéries ne mettent pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Saint-Alban sur ces paramètres microbiologiques pendant l'été 2022.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 66/109

4.5.4. Evaluation de l'impact sur le plancton

4.5.4.1. Phytoplancton

Le phytoplancton est l'ensemble des organismes végétaux microscopiques vivant en suspension dans l'eau.

4.5.4.1.1. Chlorophylle a

Le dosage de la chlorophylle a dans l'eau est une méthode d'estimation indirecte de la biomasse phytoplanctonique. Des teneurs élevées sont indicatrices de milieux eutrophes.

La surveillance de ce paramètre est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire.

Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 4-v.

Tableau 4-v : résultats des mesures de de chlorophylle a pendant la période estivale à Saint-Alban

Chlorophylle a (µg/L)	18/07	12/08	18/08	25/08	01/09	08/09
Amont – S1	1	1	6	3	3	ND
Aval – S3	2	4	3	3	2	ND

ND : non disponible à la date de rédaction de ce rapport

La concentration en chlorophylle a est supérieure à la station aval lors de la campagne du 12/08 (4 µg/L à l'aval, contre 1 µg/L à l'amont). Toutefois, pour les campagnes suivantes, soit dès la semaine qui suit, les valeurs sont du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval (voire supérieure à l'amont le 18/08). Ainsi, la valeur obtenue à l'aval le 12/08 semble présenter un caractère ponctuel. Par ailleurs, les valeurs sont globalement légèrement plus élevées que les valeurs habituelles de chlorophylle a sur la période estivale, qui oscillent entre 0,5 et 2 µg/L sur la période 2017-2021, probablement en lien avec la période de canicule (hausse de production primaire). Le retour d'expérience des épisodes caniculaires (cf. pièce C du dossier art. R593-40-II) a montré que la physico-chimie des eaux n'a pas été modifiée de manière durable lors des épisodes caniculaires passés, puisque le retour à des valeurs normales des paramètres a été observé au plus tard lors de l'apparition des pluies automnales qui marquent la fin de l'épisode de canicule/sécheresse.

4.5.4.1.2. Dénombrement et identification

La surveillance du phytoplancton (dénombrement des cellules et identification des taxons) est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.5.4.1.3. Diatomées

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles font donc partie du phytoplancton. Leur surveillance est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de la détermination des diatomées ne sont pas encore disponibles.

4.5.4.1.4. Conclusion sur le phytoplancton

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 67/109

4.5.4.2. Zooplancton

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale vivant en suspension dans l'eau.

La surveillance du zooplancton est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.5.5. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles

4.5.5.1. Bilan sur les mortalités

Le suivi visuel de la mortalité piscicole est proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence quotidienne.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée au regard des observations visuelles réalisées quotidiennement pendant toute la durée d'application des décisions à l'amont, à l'aval et au niveau de la zone des rejets du CNPE de Saint Alban.

4.5.5.2. Aspects sanitaires

L'examen sanitaire piscicole est proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison d'une fois par période, puis une fois à l'automne. D'un point de vue réglementaire la pièce D du dossier article R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. Suite à un échange avec l'ASN et après avis auprès de la Direction Régionale Auvergne Rhône Alpes de l'OFB (mail du 17/08) il a été convenu en cas d'alternance entre CCN/SE à fréquence rapprochée, ou de période prolongée en CCE/SE, de réaliser les pêches espacées au minimum d'un mois afin de limiter les impacts sur les poissons déjà soumis à un stress élevé du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

Une campagne de suivi sanitaire piscicole a été réalisée le 09/08/22. Les deux espèces de poissons principalement rencontrées dans ce secteur du Rhône ont fait l'objet d'un examen sanitaire : le chevesne et le goujon.

Les résultats de ces campagnes sont repris dans le tableau ci-dessous :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 68/109

Tableau 4-w : résultat des examens sanitaires réalisés 09/08/2022 à Saint Alban

	Campagne du 09/08/22	
	amont	aval
Chevesne-sans pathologie	23	33
Chevesne-avec pathologie	9	3
Goujon-sans pathologie	0	11
Goujon-avec pathologie	0	1
Total Chevesne	32	36
Total Goujon	0	12
Total global	32	48

Lors de la campagne du 09/08, 32 chevesnes ont été comptabilisés à la station amont (dont 9 présentant une pathologie), contre 36 chevesnes à l'aval (dont 3 présentant une pathologie). Aucun goujon n'a été pêché à l'amont, tandis que 12 ont été pêchés à l'aval, dont 1 présentant une pathologie.

Les résultats préliminaires des examens sanitaires montrent que peu de poissons présentent une anomalie à l'aval du CNPE.

Par ailleurs, en ce qui concerne le suivi sanitaire, une revue bibliographique systématique réalisée par EDF en 2017 a montré que dans l'état actuel des connaissances il n'est pas possible de conclure quant à l'effet de l'augmentation des températures sur le risque sanitaire pour les poissons d'eau douce en raison de la complexité des mécanismes sous-jacents en lien avec l'adaptation et la sensibilité thermique à la fois des hôtes et des parasites.

4.5.5.3. Effets sur les communautés

La surveillance de la structure du peuplement piscicole est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison d'une fois par période puis une fois à l'automne. D'un point de vue réglementaire la pièce D du dossier art. R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. Suite à un échange avec l'ASN et après avis auprès de la Direction Régionale Auvergne Rhône Alpes de l'OFB (mail du 17/08) il a été convenu d'espacer les pêches d'au moins un mois afin de limiter les impacts sur les poissons déjà soumis à un stress élevé du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

Une pêche pour examen sanitaire a été réalisée le 9 août. Par conséquent, il n'a pas été reprogrammé de pêche immédiatement après le passage en SE du 12 août. La pêche suivante a été réalisée le 30 août.

En premier lieu il convient de préciser que l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale. En effet, l'influence de la canicule sur la reproduction et sur la mortalité des différentes classes d'âges pour les différentes espèces pourra être évaluée grâce à l'observation des peuplements des mois, voire années, suivant(e)s (par exemple printemps 2023 pour le succès reproducteur de l'année 2022).

A la date de rédaction de ce rapport intermédiaire les rapports d'analyse de la structure du peuplement piscicole à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban pendant la période caniculaire ne sont pas encore disponibles.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 69/109

4.5.5.4. Conclusion sur les espèces piscicoles :

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

4.5.6. Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Saint-Alban

La température moyenne journalière calculée en aval du CNPE de Saint-Alban a dépassé la limite relevant des conditions climatiques normales pendant une journée (le 12/08) et de manière très limitée par rapport au seuil de 28°C en aval (dépassement < 0,1°C).

Un programme de surveillance adapté a été mis en œuvre sur cette période et au-delà, afin d'observer les éventuelles incidences du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

Une partie des résultats de cette surveillance est disponible en date de rédaction de ce rapport. L'analyse préliminaire des premiers résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Saint-Alban sur le milieu récepteur pendant l'été 2022.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 70/109

4.6. EVALUATION DES IMPACTS POUR LE CNPE DE TRICASTIN

Le programme de surveillance analysé ici est représenté schématiquement ci-dessous :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 72/109

4.6.1. Surveillance du panache thermique

4.6.1.1. Situation du CNPE

Le CNPE du Tricastin se situe entre le Vieux-Rhône (à l'ouest) et le canal de Donzère-Mondragon (à l'est). Le CNPE est situé en bordure du canal.

L'aménagement de Donzère-Mondragon qui date de 1952 comprend :

- en amont de la dérivation, une retenue créée par le barrage de Donzère. Cette dérivation est située au niveau de Donzère à environ 10 km en amont du CNPE ;
- en aval de la dérivation, un long canal (d'environ 17 km) menant à l'usine-écluse de Blondel à Bollène ;
- le tronçon court-circuité du Rhône (ou Vieux-Rhône), situé entre le barrage de Donzère et le canal de restitution de l'usine de Bollène. Avant cette restitution, le Vieux-Rhône reçoit les eaux de l'Ardèche.

Les quatre réacteurs du CNPE de Tricastin (900 MW), sont refroidis en circuit de type « ouvert » : l'eau de refroidissement est prélevée depuis le canal d'amenée, avant d'être intégralement rejetée dans le canal de Donzère-Mondragon en rive droite à environ 2,8 km en amont de l'usine de Bollène.

4.6.1.2. Rappel sur les caractéristiques du panache thermique

Les différentes campagnes de mesures réalisées en aval du CNPE de Tricastin (thermographies aériennes et profils de température) ont permis de caractériser le panache thermique du CNPE de Tricastin pour des débits faibles à moyens du Rhône (cf. § 5.6 de la pièce C du dossier art. R593-40-II [1]).

Entre les rejets et l'usine hydro-électrique de Bollène située à 3 km en aval, le panache thermique est localisé en rive droite du canal de Donzère-Mondragon avec une stratification thermique (observée en aval des rejets) : la veine d'eau échauffée flotte sur une veine à une température similaire à celle en amont des rejets. Cette veine d'eau plus chaude se diffuse ensuite sur la largeur et la profondeur du cours d'eau. Le brassage créé par l'usine conduit au mélange complet de la veine chaude au-delà de l'usine.

Les conditions hydrauliques favorables à la dilution dans le Rhône expliquent les caractéristiques du panache thermique.

Ainsi :

- La veine de rejet s'étend rapidement sur toute la largeur du Rhône,
- Les sections en aval de l'usine de Bollène sont considérées comme homogènes d'un point de vue thermique. Ainsi, quel que soit le débit du Rhône, le mélange complet des rejets est observé au droit de la SMP aval, située à 5 km en aval des rejets du CNPE.

Compte tenu des débits du Rhône, la dilution des rejets du CNPE dans le canal est donc relativement rapide à l'échelle du cours d'eau et de l'aménagement du Rhône à ce niveau (le canal usinier en amont de l'usine de Bollène mesure 17 km et le canal de restitution de l'usine est long de 11 km).

4.6.1.3. Mesures réalisées durant l'été 2022

Durant l'été 2022, la surveillance renforcée du panache thermique a été réalisée à partir de profils de température d'eau. Cette campagne de mesure a été réalisée le 10 août 2022 par EDF DTG. Le jour de cette campagne, la température calculée en aval après mélange était de 28,1°C (moyenne journalière) avec un échauffement de 3,2°C.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 73/109

Des profils de température (mesures sur toute largeur et toute la hauteur d'eau du Rhône) ont été relevés sur 6 sections réparties :

- en amont : le profil 1 (T1) situé à 3,8 km en amont des rejets, permet de vérifier l'homogénéisation des températures d'eau du Rhône en amont du rejet (canal court-circuité). Ce profil est localisé au droit de la SMP amont ;
- en aval des rejets dans la portion du canal située :
 - en amont de l'usine hydroélectrique de Bollène, avec des mesures réalisées aux profils T2 (au droit de la SMP rejet), T3, T4 et T5. Ces transects permettent de suivre l'évolution de la veine chaude depuis le canal de rejet du CNPE jusqu'à l'usine de Bollène ;
 - en aval de l'usine hydroélectrique, avec des mesures réalisées au profil T6, situé au droit de la SMP aval.

La figure ci-dessous illustre la localisation des profils réalisés le 10 août 2022.

Localisation des mesures de profils de température de l'eau effectuées à Tricastin le 10/08/2022 :



Figure 30 : Localisation des profils de température réalisés le 10 août 2022

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Campagnes de suivi thermique Tricastin	Profils de température
Date	10 août 2022
Débit du Rhône à Pont-de-Viviers	Voir § 3.6.3
T°amont Rhône	Voir § 3.6.3
Fonctionnement du CNPE	Fonctionnement réel du CNPE (Réacteurs 1, 2 et 4 en fonctionnement) Voir § 3.4.3
Mesures réalisées	6 profils de température
Etat du CNPE / limites thermiques	SE

Ce type de mesure est adapté à la configuration du site (hauteurs d'eau importantes notamment) et va permettre de rendre compte de l'évolution longitudinale et transversale des zones échauffées en phase de fonctionnement du CNPE en Situation Exceptionnelle du canal de rejet jusqu'au droit de la SMP aval.

Le traitement des données mesurées n'étant pas encore finalisé, les résultats seront présentés dans la note de bilan définitif prévu en mars 2023.

4.6.2. Impacts sur la physico-chimie du canal de Donzère-Mondragon

4.6.2.1. DCO, DBO5

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenue dans une eau. Elle permet de mettre en évidence la présence de rejets organiques **d'origine industriels ou urbains**. A titre indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus, la limite de très bonne qualité du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 30 mg O₂/L (la limite de très bonne qualité est à 20 mg O₂/L).

La Demande Biologique en Oxygène 5 jours (DBO5) permet une évaluation de la quantité de matière biodégradable, provenant de rejets **organiques urbains et industriels**, par mesure de l'oxygène consommé par les bactéries durant 5 jours. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 6 mg O₂/L (la limite de très bonne qualité est de 3 mg O₂/L). A noter que les résultats présentés ci-dessous ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

La surveillance de ces deux paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire.

Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans les Tableau 4-ye et Tableau .

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 75/109

Tableau 4-y : résultats des mesures de DCO pendant la période estivale à Tricastin

DCO (mg O ₂ /L)	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	ND
Rejet	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	ND
Aval	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	ND

ND : résultat non disponible à la date de rédaction du rapport.

L'ensemble des valeurs mesurées en DCO étaient inférieures à la limite de quantification et, a fortiori, à la limite de très bon état du SEQ-Eau V1, fixée à 20 mg O₂/L.

Tableau 4-z : résultats des mesures de DBO5 pendant la période estivale à Tricastin

DBO5 (mg O ₂ /L)	18/07*	25/07*	01/08*	08/08*	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	1,5	0,5	0,8	<0,5	2,4	0,6	<0,5	ND
Rejet	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,6	<0,5	ND
Aval	0,9	0,6	1,6	2,9	1,3	<0,5	<0,5	ND

ND : résultat non disponible à la date de rédaction du rapport.

*Mesure en DBO7 : pour les échantillons mis en analyse en début de semaine, la lecture de la DBO5 aurait dû être réalisée le week-end. Le laboratoire étant fermé le week-end, la lecture a été réalisée à 7 jours et non 5 jours. Les résultats obtenus sont donc enveloppe de la valeur effective en DBO5.

Les mesures en DBO5 sont globalement du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE. Elles sont parfois légèrement supérieures à l'amont (campagne du 18/07 et du 16/08) et parfois à l'aval (campagnes du 01/08 et du 08/08). Dans tous les cas, l'ensemble des valeurs mesurées sont inférieures à la limite de très bon état de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié, fixée à 3 mg O₂/L.

4.6.2.2. MES et ammonium

Les MES sont constituées des particules minérales et (ou) organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Ces particules peuvent provenir de l'érosion de sols ou de la production biologique (eaux usées urbaines et eaux industrielles). Une forte concentration en MES est un facteur aggravant l'impact des températures élevées (éventuellement associées à des teneurs en oxygène dissous faibles) sur les organismes aquatiques. A titre indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus, la limite de bonne qualité du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de très bonne qualité est à 25 mg/L).

La présence d'ammonium (NH₄⁺) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH₃) dont la toxicité dans le milieu aquatique est liée à la valeur du pH et à la température des eaux. Relativement fréquent dans les eaux, il traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'ion ammonium se transforme assez rapidement en nitrates et nitrites par oxydation. Une forte présence d'azote ammoniacal est l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de très bonne qualité est de 0,1 mg/L). A noter que les résultats présentés ci-dessous ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 76/109

La fraction non-ionisée (NH₃), forme de l'azote la plus toxique pour les poissons, augmente avec la hausse du pH et de la température, selon la formule suivante (source : SANDRE⁹) :

$$[NH_3] = \frac{[NH_4^+]}{1 + 10^{(10 - pH - 0,03 \times T)}}$$

Avec [NH₃] la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; [NH₄⁺] la concentration en ions ammonium en mg/L ; pH le potentiel hydrogène ; T la température en °C.

Pour l'ensemble des analyses d'ammonium réalisées, le calcul de l'ammoniac dissous a été réalisé et les résultats sont présentés ci-dessous. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la valeur limite impérative selon l'article D211-10 du code de l'environnement est de 25 µg NH₃/L, et la valeur guide associée est de 5 µg NH₃/L.

La surveillance de ces deux paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire.

Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans les Tableau 4-aa à Tableau 4-cc.

Tableau 4-aa : résultats des mesures de MES pendant la période estivale à Tricastin

MES (mg/L)	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	19	5,8	6,8	7,8	2,1	6,0	4,1	ND
Rejet	7,0	<2,0	9,8	4,1	6,6	5,6	6,2	ND
Aval	7,8	3,5	36	59	150	2,9	3.2	ND

ND : résultat non disponible à la date de rédaction du rapport.

Les concentrations en MES sont variables entre les stations et les campagnes. Elles sont globalement inférieures au seuil de bonne qualité au sens du SEQ-Eau de 50 mg/L, à l'exception des valeurs en aval du 08/08 (59 mg/L) et du 16/08 (150 mg/L). Les concentrations en MES mesurées à la station rejet sont toutefois du même ordre de grandeur que celles de la station amont, et des valeurs habituellement rencontrées à ces stations. Ces concentrations plus élevées en MES à l'aval lors des campagnes du mois d'août pourraient être liées à plusieurs phénomènes physiques externes au CNPE : fonctionnement des aménagements hydroélectriques du canal de Donzère-Mondragon (la station aval S7 est située en aval de l'usine de Bollène), navigation etc. Par ailleurs, ces valeurs de MES n'ont pas eu d'influence sur les concentrations en oxygène dissous, les valeurs aval étant restées proches des valeurs amont, stables autour de 7,5 mg O₂/L. Enfin, dès la campagne du 22/08, les concentrations en MES à l'aval reviennent dans des gammes de valeurs équivalentes aux stations amont et rejet, ce qui témoigne du caractère ponctuel de l'augmentation des concentrations en MES début août.

Tableau 4-bb : résultats des mesures d'ammonium pendant la période estivale à Tricastin

NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ /L)	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	ND
Rejet	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	ND

⁹ SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau ; paramètre 1351 : ammoniac non ionisé : <http://id.eaufrance.fr/par/1351>

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Aval	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	ND
------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	----

ND : résultat non disponible à la date de rédaction du rapport.

La quasi-totalité des concentrations en ammonium mesurées pendant la période estivale étaient inférieures à la limite de quantification (LQ). Pour les quelques mesures quantifiées (campagne du 22/08), les valeurs restent faibles, légèrement supérieures à la LQ et du même ordre de grandeur entre les stations. Les concentrations mesurées sont donc toutes très inférieures à la limite de très bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié, fixé à 0,1 mg/L.

Les concentrations en ammoniac non ionisé (NH₃) calculées à partir des concentrations en ions ammonium (NH₄⁺) sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4-cc : résultats des teneurs en ammoniac (obtenue par calcul à partir de la concentration en ammonium) pendant la période estivale à Tricastin

Ammoniac non ionisé (µg NH ₃ /L)	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	<7,3	<2,7	<2,1	<2,6	<1,8	1,5	<2,0	ND
Rejet	<8,8	<2,3	<1,1	<2,1	<1,3	1,5	<1,5	ND
Aval	<7,4	<2,6	<2,6	<2,5	<2,1	1,8	<2,5	ND

Nota : lors des prélèvements les mesures in situ de température et pH n'ont pas été réalisées. Les calculs ont donc été effectués à partir des températures et pH relevées aux SMP amont, rejet et aval aux horaires où ont été réalisés les prélèvements.

Les cases grisées correspondent aux valeurs d'ammoniac calculés à partir de données seuillées en ammonium (i.e. <LQ)

Pour l'ensemble des valeurs calculées, les concentrations en ammoniac non ionisé sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval et inférieures à la valeur d'objectif de qualité impérative de 25 µg/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement, démontrant son absence d'impact sur la vie piscicole.

4.6.2.3. Surveillance physico-chimique en continu aux SMP

4.6.2.3.1. Oxygène dissous

L'oxygène est indispensable à la plupart des organismes aquatiques. La concentration en oxygène dissous dépend de nombreux facteurs comme la température, la pénétration de la lumière, la quantité de nutriments, la respiration des organismes aquatiques. Un déficit d'oxygène dans le milieu peut entraîner des conséquences pouvant aller jusqu'à la mort des espèces vivantes. C'est un indicateur qui renseigne quant à l'aptitude du milieu à maintenir la vie. Un seuil d'information de l'OFB a été fixé à 5 mg/L¹⁰.

La concentration en oxygène dissous est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 31 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

¹⁰ Ce seuil a été fixé site par site en accord avec l'ONEMA (maintenant OFB) lors de la constitution initiale du dossier réglementaire relatif aux Situations Exceptionnelles.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 78/109

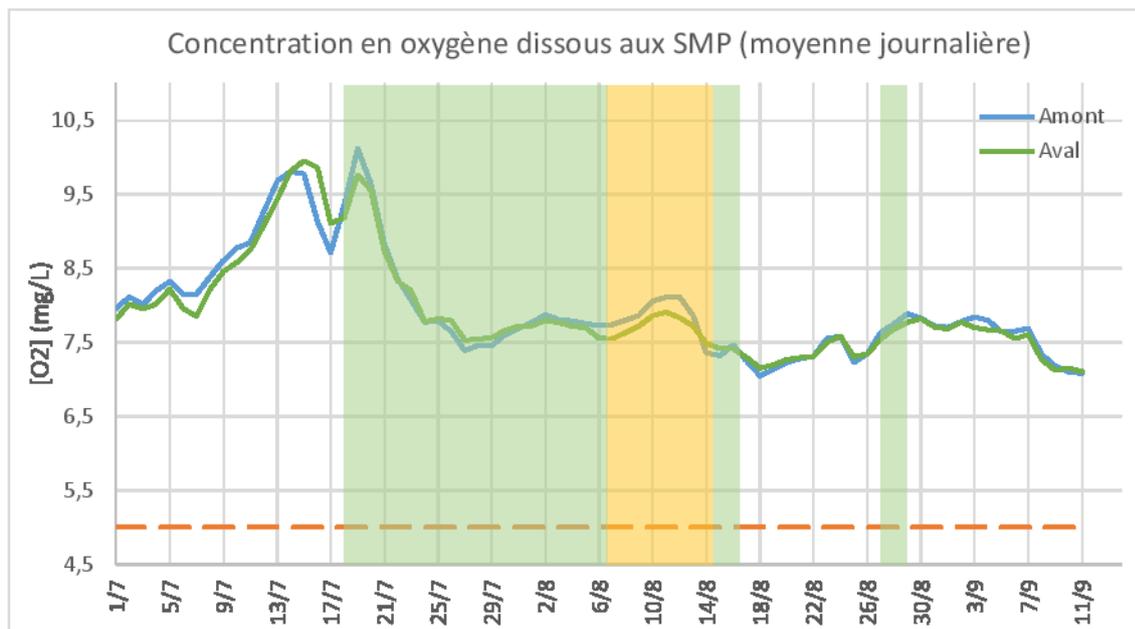


Figure 31 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE de Tricastin. La ligne pointillée orange représente la valeur de 5 mg/L (seuil d'information de l'OFB)

La surveillance en continu de l'oxygène dissous ne montre pas de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE de Tricastin pendant toute la période estivale, y compris pendant les périodes de Situation Exceptionnelle avec une différence moyenne nulle entre les deux stations. Les concentrations mesurées sont restées supérieures à 5 mg/L pendant et après cette période.

4.6.2.3.2. pH

Le pH est un paramètre important de la qualité des eaux de surface, définissant son acidité ou son alcalinité. Sa valeur dépend notamment de la nature des terrains traversés, de l'activité photosynthétique ... A titre indicatif, les valeurs correspondant aux seuils de « bon état » de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié sont de 6 (pour le pH minimum) et de 9 (pour le pH maximum). Les résultats obtenus dans le cadre du suivi du CNPE ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau.

Le pH est mesuré en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 32 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 79/109

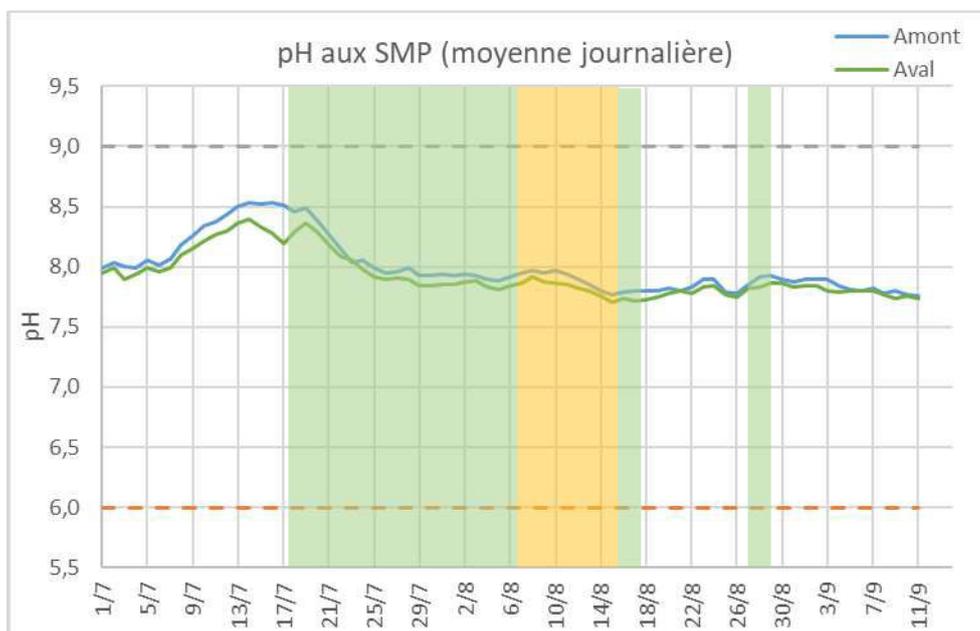


Figure 32 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE de Tricastin. Les pointillés représentent, à titre indicatif, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal.

Les valeurs de pH mesurées à l'amont et à l'aval aux stations SMP suivent les mêmes tendances, et sont très proches (différence moyenne de 0,1 unité). Cette différence est inférieure à l'amplitude des variations naturelles du pH sur la période étudiée (env. 0,5 à 1 unité de pH).

4.6.2.3.3. Conductivité

La conductivité de l'eau permet d'évaluer globalement la quantité de substance minérale dissoute sous forme ionique. Selon l'arrêté du 25 janvier 2010, les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour définir les classes de qualité d'eau pour ce paramètre. Dans le SEQ-Eau V1, la conductivité n'est pas considérée comme influençant la fonction « potentialités biologiques ». Il n'existe donc pas de valeurs indicatives auxquelles comparer les données obtenues.

La conductivité est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 33 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.



BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022

UNIE_GPEX

Référence : D455022006439

Indice : 0

Page 80/109

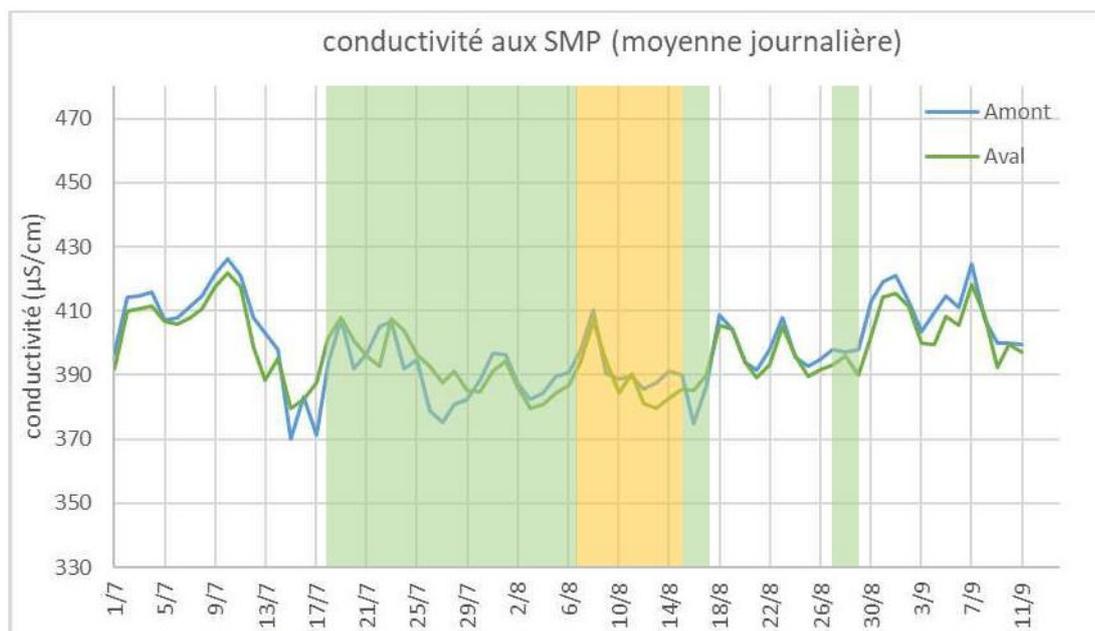


Figure 33 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE de Tricastin pendant l'été 2022.

Les valeurs de conductivité mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin suivent la même évolution au cours de l'été, entre 370 et 430 µS/cm, avec une faible différence entre les deux stations (1,7 µS/cm en moyenne). Ces résultats ne mettent pas en évidence de différence notable entre les deux stations pour la conductivité.

4.6.2.4. Conclusions sur les paramètres physico-chimiques

Au regard des données disponibles, le fonctionnement du CNPE de Tricastin pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les paramètres physico-chimiques suivants : MES, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

4.6.3. Impact sur la qualité microbiologique de l'eau du canal de Donzère-Mondragon

4.6.3.1. Analyse type « eau de baignade »

Les analyses dite « eau de baignade » portent sur deux paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux. Ces deux indicateurs sont suivis sur les sites de baignade pour contrôler la présence de germes potentiellement pathogènes pour l'Homme, qui peuvent être présents dans les cours d'eau via les rejets d'eaux usées (y compris après traitement) ou le lessivage des sols agricoles (contamination liée à la présence d'élevages). Ces flores ne sont pas sensibles à l'échauffement dans les eaux de surfaces. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, les critères de classement des pour un prélèvement ponctuel sur un site de baignade sont les suivants :

Qualification d'un prélèvement	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)
Bon	≤ 100	≤ 100
Moyen	> 100 et ≤ 1800	> 100 et ≤ 660
Mauvais	> 1800	> 660

La surveillance de ces paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101), à fréquence hebdomadaire. Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans le Tableau 4-dd.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-dd : résultats de la surveillance des indicateurs « eau de baignade » dans l'environnement du CNPE de Tricastin.

<i>E. coli</i> NPP/100mL	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	<15	<15	<15	<15	<15	77	77	ND
Aval	<15	<15	15	61	15	15	30	ND

Entérocoques NPP/100mL	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	ND
Aval	<15	<15	< 15	<15	<15	15	15	ND

ND : résultat non-disponible en date de rédaction du rapport.

Les résultats obtenus sont tous soit inférieurs ou égaux à la limite de détection à l'amont comme à l'aval, mettant en évidence l'absence d'impact du fonctionnement du CNPE et de la période de canicule sur ces indicateurs. Ce résultat est cohérent avec les connaissances sur l'écologie de ces indicateurs dans les cours d'eau (non-thermophiles).

4.6.3.2. Légionelles

Les légionelles sont des bactéries naturellement présentes dans les eaux de surfaces. Elles peuvent se développer dans les circuits de refroidissement fermés en raison des températures élevées et du temps de séjour important de l'eau. **L'espace *Legionella pneumophila* peut être pathogène pour l'Homme par inhalation d'aérosols contaminés. Sa présence dans les eaux de surface ne présente pas de risque pour la santé humaine en l'absence d'activité générant des aérosols (ex : tours aéroréfrigérantes). Ainsi aucun critère de qualité d'eau n'est défini pour le paramètre légionelles dans le milieu naturel. A titre d'information, sans que ces valeurs soient applicables au suivi environnemental des CNPE, pour les eaux des circuits de refroidissement, les seuils réglementaires applicables sont de 10 000 UFC/L (seuil d'action) et 100 000 UFC/L (seuil d'arrêt).**

La surveillance des légionelles est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) à fréquence bimensuelle. Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans le Tableau 4-ee.

Tableau 4-ee : résultats de la surveillance des légionelles dans l'environnement du CNPE de Tricastin.

<i>Legionella pneumophila</i> UFC/L	18/07	08/08	22/08	05/09
Amont	<100	<10	<10	ND
Aval	<100	<10	<10	ND

ND : résultat non-disponible en date de rédaction du rapport.

Les concentrations en légionelles mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin pendant l'été 2022 sont toutes inférieures à la limite de détection, à l'amont comme à l'aval.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 82/109

4.6.3.3. Amibes

Les amibes sont des micro-organismes naturellement présents dans les eaux de surfaces. Certaines espèces sont thermophiles et pourraient se développer lorsque la température de l'eau augmente. Certaines espèces d'amibes thermophiles peuvent par ailleurs être pathogènes pour l'Homme. Aucun critère de qualité d'eau n'est défini pour le paramètre amibes dans le milieu naturel.

La surveillance des amibes est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) une fois par an. Elle a été réalisée le 28 juillet. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-ff.

Tableau 4-ff : résultats de la surveillance des amibes dans l'environnement du CNPE de Tricastin.

Amibes thermophiles NPP/L	28/07/2022
Amont	<2
Aval	<2

Les concentrations en amibes thermophiles sont inférieures à la limite de quantification à l'amont et à l'aval du CNPE.

4.6.3.4. Cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des espèces bactériennes naturellement présentes dans les eaux de surface, faisant partie du phytoplancton. L'été, et dans des conditions hydrauliques favorables (stabilité de la masse d'eau), elles peuvent se développer de façon importante. Dans ces conditions, certaines espèces peuvent libérer dans l'eau des cyanotoxines, toxiques pour l'Homme ou la faune. La concentration déclenchant une information de l'OFB en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance des cyanobactéries est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II une fois par période. Elle a été réalisée le 25 juillet et le 11 août. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-gg.

Tableau 4-gg : résultats de la surveillance des cyanobactéries dans l'environnement du CNPE de Tricastin.

Cyanobactéries (cell./mL)	25/07/2022	11/08/2022
Amont	<1	<1
Aval	<1	<1

Les concentrations en cyanobactéries sont toutes inférieures à la limite de quantification, à l'amont et à l'aval du site.

4.6.3.5. Conclusions sur les paramètres microbiologiques

Les résultats obtenus concernant les flores « eau de baignade », les amibes, les légionelles et les cyanobactéries ne mettent pas en évidence d'influence significative du fonctionnement du CNPE de Tricastin sur ces paramètres microbiologiques pendant l'été 2022.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

4.6.4. Evaluation de l'impact sur le plancton

4.6.4.1. Phytoplancton

Le phytoplancton est l'ensemble des organismes végétaux microscopiques vivant en suspension dans l'eau.

4.6.4.1.1. Chlorophylle a

Le dosage de la chlorophylle a dans l'eau est une méthode d'estimation indirecte de la biomasse phytoplanctonique. Des teneurs élevées sont indicatrices de milieux eutrophes.

La surveillance de ces deux paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire.

Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 4-hh.

Tableau 4-hh : résultats des mesures de chlorophylle a pendant la période estivale à Tricastin

Chlorophylle a (µg/L)	18/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
Amont	6	2	<1	1	<1	<1	1	ND
Rejet	5	<1	<1	1	<2	<1	1	ND
Aval	20	6	2	2	4	2	2	ND

ND : résultat non disponible à la date de rédaction du rapport.

Lors de la campagne du 18/07 la concentration en chlorophylle a est du même ordre de grandeur entre l'amont et le rejet, et supérieure à l'aval. Toutefois, dès la campagne suivante, soit une semaine après, et pour le reste de la période estivale, la valeur à l'aval est revenue dans une gamme de valeurs habituelles pour une année chaude (les étés 2018 et 2015 les valeurs rencontrées varient entre 3 et 7 µg/L, tandis que les étés moins chauds, les valeurs restent très faibles, autour de 1 à 2 µg/L). Ainsi, la valeur obtenue à l'aval le 18/07 semble présenter un caractère ponctuel. Pour l'ensemble des campagnes suivantes les valeurs sont légèrement supérieures à l'aval par rapport aux stations amont et rejet, tout en restant faibles. Le retour d'expérience des épisodes caniculaires (cf. pièce C du dossier art. R593-40-II) a montré que la physico-chimie des eaux n'a pas été modifiée de manière durable lors des épisodes caniculaires passés puisque le retour à des valeurs normales des paramètres a été observé au plus tard lors de l'apparition des pluies automnales qui marquent la fin de l'épisode de canicule/sécheresse. Les valeurs automnales de chlorophylle a permettront donc de confirmer cette interprétation.

4.6.4.1.2. Dénombrement et identification

La surveillance du phytoplancton (dénombrement des cellules et identification des taxons) est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois. Elle a été réalisée le 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre. Les résultats provisoires de la campagne du 19/07 (détermination des diatomées en cours au moment de la rédaction de ce rapport) sont présentés dans le tableau et les graphiques ci-dessous.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-ii : Concentrations *et* richesse taxonomique à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin obtenues le 19/7

19/07/2022	Biomasse algale totale (mg/L)	Densité cellulaire totale (nb cellules/mL)	Richesse taxonomique
Amont	1,724	12292	15
Aval	1,389	11759	16

La richesse taxonomique (nombre de taxons identifiés) est équivalente à l'amont et à l'aval, de même que les densités cellulaires (nb de cellules/mL).

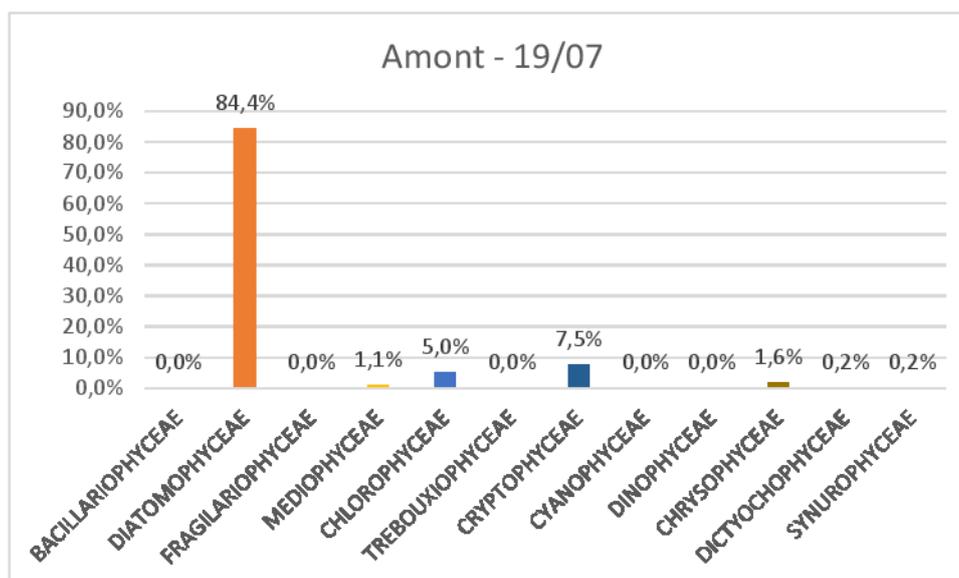


Figure 34 : Répartition par classe de la concentration cellulaire (cell/mL) à la station amont du CNPE de Tricastin le 19/7

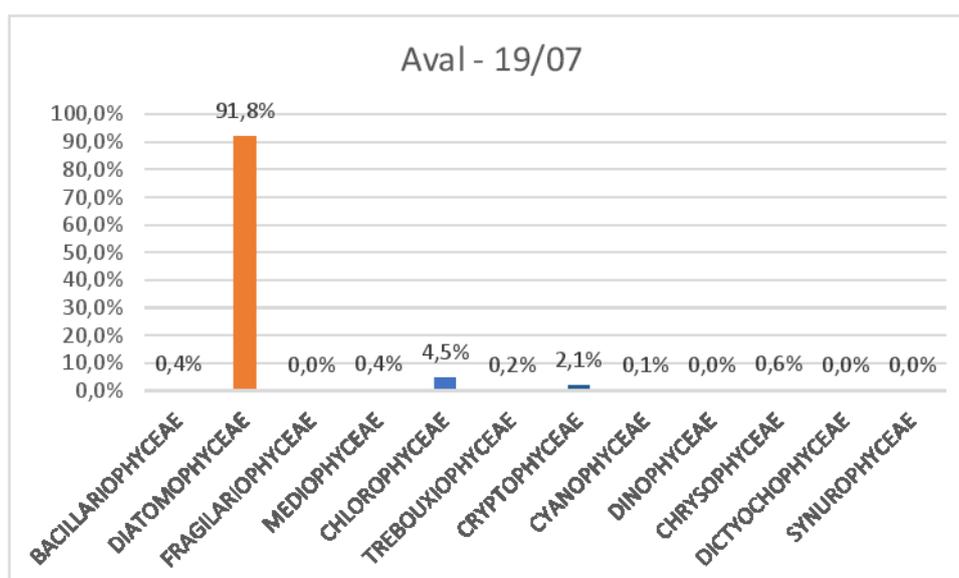


Figure 35 : Répartition par classe de la concentration cellulaire (cel/mL) à la station aval du CNPE de Tricastin le 19/7

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 85/109

Aux deux stations, le peuplement est dominé par les diatomées (84% à l'amont et 92% à l'aval), viennent ensuite les cryptophycées (7,5% à l'amont et 2,1% à l'aval) et les chlorophycées (5% à l'amont et 4,5% à l'aval).

A noter que le suivi du phytoplancton en conditions climatiques normales est uniquement réalisé sur la base du dosage des pigments chlorophylliens (chlorophylle a et phéopigments). La détermination des taxons n'est pas réalisée, puisque conformément à l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié le potentiel écologique d'une masse d'eau fortement modifiée s'établit à partir des indicateurs sur les diatomées benthiques uniquement (cf. Annexe 5 §2.3.1 de l'arrêté)¹¹. De ce fait, les données obtenues sur la composition du phytoplancton ne peuvent être mises en regard du suivi pérenne.

4.6.4.1.3. *Diatomées*

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles font donc partie du phytoplancton. Leur surveillance est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois. Elle a été réalisée le 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de la détermination des diatomées ne sont pas encore disponibles.

4.6.4.1.4. *Conclusion sur le phytoplancton :*

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

4.6.4.2. *Zooplancton*

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale vivant en suspension dans l'eau.

La surveillance du zooplancton est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois. Elle a été réalisée le 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.6.5. **Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles**

4.6.5.1. **Bilan sur les mortalités**

La surveillance de la mortalité piscicole est demandée par la Décision dites « Modalités » du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison d'une fois par jour.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée au regard des observations visuelles réalisées quotidiennement du 18/07 au 11/09 à l'amont, à l'aval et au niveau de la zone des rejets du CNPE de Tricastin.

¹¹ Conformément à l'article 3.3.1-VI de la décision 2013-DC-0360 (décision Environnement) le programme de surveillance prend en compte les méthodes et critères de l'arrêté du 25 janvier 2010.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

4.6.5.2. Aspects sanitaires

L'examen sanitaire piscicole est demandé par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) à raison de 1 fois par semaine et proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II, à raison d'une fois par période puis une fois à l'automne. D'un point de vue réglementaire la pièce D du dossier article R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. Suite à un échange avec l'ASN et après avis auprès de la Direction Régionale Auvergne Rhône Alpes de l'OFB (mail du 17/08), il a été convenu en cas d'alternance entre CCN/SE à fréquence rapprochée, ou de période prolongée en CCE/SE, de réaliser les pêches espacées d'au moins un mois afin de limiter les impacts sur les poissons déjà soumis à un stress élevé du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

5 campagnes de suivi sanitaire piscicole ont été réalisées les 18 juillet, 25 juillet, ainsi que le 1^{er} et le 8 août et, enfin, le 5 septembre.

Les résultats de ces campagnes sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4-jj : résultat des examens sanitaires réalisés à Tricastin le du 18/07 au 5/09

Effectifs	18-juil		25-juil		01-août		08-août		05-sept	
	amont	aval								
Chevesne-sans pathologie	27	33	31	29	28	31	31	26	31	34
Chevesne-avec pathologie	3	3	1	4	2	4	3	3	3	2
Goujon-sans pathologie	24	0	20	0	9	0	6	0	26	25
Goujon-avec pathologie	0	0	1	0						
Total Chevesne	30	36	32	33	30	31	34	29	34	36
Total Goujon	24	0	21	0	9	4	6	0	26	25
Total global	54	36	53	33	39	35	40	29	60	61

L'analyse repose sur l'examen d'individus appartenant à 2 espèces, le chevesne et le goujon, qui sont 2 espèces dominantes des peuplements dans ce secteur du Rhône. 30 à 36 chevesnes sont analysés par station et par campagne. Le goujon n'est cependant échantillonné qu'à l'amont en quantité variable selon la campagne (9 à 24 individus), et n'est pas échantillonné à l'aval, en lien avec le positionnement des stations et la configuration particulière du milieu. En conséquence, le nombre total d'individus échantillonnés par station diffère (variant de 39 à 54 à l'amont, contre 33 à 36 à l'aval). **Le nombre de poissons identifiés comme ayant des pathologies est faible et varie de 2 à 4 individus par station et par campagne.**

Par ailleurs, en ce qui concerne le suivi sanitaire, une revue bibliographique systématique réalisée par EDF en 2017 a montré que dans l'état actuel des connaissances il n'est pas possible de conclure quant à l'effet de l'augmentation des températures sur le risque sanitaire pour les poissons d'eau douce en raison de la complexité des mécanismes sous-jacents en lien avec l'adaptation et la sensibilité thermique à la fois des hôtes et des parasites.

4.6.5.3. Effets sur les communautés

La surveillance de la structure du peuplement piscicole est demandée par la Décision dites « Modalités » du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison d'une fois par période.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 87/109

D'un point de vue réglementaire la pièce D du dossier art. R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. De la même manière que pour l'examen sanitaire il a été prévu d'espacer les pêches d'au moins 1 mois afin de limiter le stress induit par la pêche électrique sur les individus.

2 campagnes de pêche pour le suivi de la structure du peuplement piscicole ont été réalisées les 25-26 juillet et les 5-6 septembre.

En premier lieu il convient de préciser que l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale. En effet, l'influence de la canicule sur la reproduction et sur la mortalité des différentes classes d'âges pour les différentes espèces pourra être évaluée grâce à l'observation des peuplements des mois, voire années, suivant(e)s (par exemple printemps 2023 pour le succès reproducteur de l'année 2022).

A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de cette campagne ne sont pas encore disponibles.

4.6.5.4. Conclusion sur les espèces piscicoles :

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

4.6.6. Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Tricastin

La température moyenne journalière calculée en aval du CNPE de Tricastin a alterné pendant l'été 2022 entre des valeurs relevant des conditions climatiques normales, des valeurs supérieures à 27°C (24 jours cumulés du 18 juillet au 29 août) et des situations exceptionnelles (9 jours, du 7 au 15 août).

Un programme de surveillance adapté a été mis en œuvre sur cette période et au-delà, afin d'observer les éventuelles incidences du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

Une partie des résultats de cette surveillance est disponible en date de rédaction de ce rapport. L'analyse préliminaire des premiers résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur le milieu récepteur.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 88/109

4.7. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE GOLFECH

Le programme de surveillance analysé ici est représenté schématiquement ci-dessous :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D456022008430	Page : 89/109

Tableau 4-kk : synthèse du calendrier de la surveillance réalisée pendant l'été 2022 dans l'environnement du CNPE de Golfech, et des températures moyennes aval après mélange associées. Le code couleur représente le type de programme de surveillance associé à chaque période : en bleu, les conditions climatiques normales, en vert le programme en situation climatique exceptionnelle (art. 22 de l'arrêté du 18 septembre 2006), en jaune les situations exceptionnelles (art. R593-40-I). Nota : ce code couleur est repris dans les tableaux de résultats dans la suite du document.

Date	15 Jul	16 Jul	17 Jul	18 Jul	19 Jul	20 Jul	21 Jul	22 Jul	23 Jul	24 Jul	25 Jul	26 Jul	27 Jul	28 Jul	29 Jul	30 Jul	31 Jul	01 août	02 août	03 août	04 août	05 août	06 août	07 août	08 août	09 août	10 août	11 août	12 août	13 août	14 août	15 août	16 août	17 août	18 août	19 août	20 août	21 août	22 août	23 août	24 août	25 août	26 août	27 août	28 août	29 août	30 août	31 août
Température	Température aval calculée après mélange (moyenne journalière)																																															
	Panache thermique : thermographie aérienne																																															
Physico-chimie	DCQ, DBO5, MES, NH4+, chlorophylle a																																															
	CO2, pH, T°C, conductivité																																															
Microbiologie	Type "eaux de baignade"																																															
	Amibes																																															
Bactériologie	Cyanobactéries																																															
	Ostacodés benthiques																																															
	Plancton																																															
	Suivi visuel de la mortalité piscicole																																															
Analyse du peuplement piscicole																																																
Examen sanitaire piscicole																																																

Ce document contient des informations sensibles relatives au secret de fabrication protégées. Il est réservé à l'usage interne des personnes désignées comme destinataires de documents et/ou données à y accéder. Il est illégal de photocopier, distribuer, divulguer, ou l'offrir de toute autre manière à des tiers sans la permission écrite de ce document avec accord du service destinataire.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 90/109

4.7.1. Surveillance du panache thermique

4.7.1.1. Situation du CNPE

Le CNPE de Golfech est équipé de 2 tranches 1300 MW en circuit semi-fermé. Il est localisé en amont de la confluence entre la restitution du canal de Golfech et la Garonne court-circuitée. La prise d'eau du canal de Golfech est située au niveau de la retenue de Malause et celle du CNPE est localisée au droit du canal de dérivation de Golfech, en aval immédiat de l'usine hydroélectrique de Golfech.

L'ouvrage de dilution en Garonne des rejets du CNPE est inséré dans le seuil, situé en aval de la confluence entre la Garonne court-circuitée et le canal de Golfech (voir figure 34 ci-dessous).

4.7.1.2. Rappel sur les caractéristiques du panache thermique de Golfech

L'analyse des différentes thermographies aériennes réalisées en aval du CNPE (cf § 5.2 de la pièce C du dossier art. R593-40-II [1]) montre que l'échauffement dû aux rejets thermique du CNPE de Golfech est visible à proximité immédiate des rejets. Cet échauffement réduit très rapidement à quelques centaines de mètre car la conduite multipores favorise une dilution rapide des rejets thermiques. Au-delà de quelques kilomètres, la température de la Garonne redevient homogène, avec des échauffements observés proches des variations naturelles observées entre les deux berges ou dans des zones de faibles profondeurs d'eau.

Ces campagnes ont en effet montré qu'à côté de la veine d'eau échauffée, la Garonne présente une hétérogénéité spatiale naturelle des températures de la Garonne, notamment en situation estivale, en raison :

- de la morphologie de la Garonne (largeur du lit) qui couplée avec des débits faibles en période d'étiage, favorise le réchauffement des veines d'eaux en bord de berge ;
- de la gestion de l'eau en amont du site, où les températures peuvent être plus élevées qu'au droit des rejets du CNPE (au niveau de la retenue de Malause et sur le Tarn notamment) ;
- du développement d'herbiers au niveau des zones peu profondes, qui en ralentissant les écoulements, favorisent un échauffement localisé des eaux ;
- de la Barguelone, un affluent de rive droite, situé en aval de l'ouvrage de rejet, qui apporte des eaux plus fraîches.

Les thermographies réalisées en période estivale et à bas débit ont permis également de montrer que les caractéristiques du panache sont similaires à celles observées en dehors des périodes estivales.

4.7.1.3. Mesures réalisées durant l'été 2022

Pour le CNPE de Golfech, deux types de mesures ont été réalisées durant l'été 2022 : un suivi de température d'eau de la Garonne en points fixes (bouées) installées en différents points du cours d'eau et une campagne de mesure par thermographie aérienne infra-rouge.

- Mesures en points fixes

Ces mesures ont été réalisées dans le cadre d'une étude portant sur la compréhension globale du fonctionnement thermique des différents biefs de l'aménagement de Golfech en période estivale. Cette campagne a été prévue en amont de la période estivale avec l'installation de plusieurs bouées permettant le suivi des T°eau en 4 zones comprises entre l'amont du CNPE et l'aval immédiat des rejets du CNPE de Golfech.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Les bouées ont été dénommées « canal », « TCC », « aval rejet » et positionnées suivant les points indiqués Figure 36.:

- La bouée «TCC» est située dans le tronçon court circuité de la Garonne, en amont du seuil ;
- La bouée «canal» est située dans le canal de fuite en aval de la prise d'eau du CNPE et en amont de la restitution à la Garonne ;
- La bouée «aval rejet» est située à proximité immédiate de l'ouvrage de rejet au milieu de la Garonne ;
- Ces mesures sont complétées par les mesures réalisées en continu à la prise d'eau du CNPE (SMP amont), située dans le canal de fuite en aval de l'usine de Golfech.

Les sondes ont été installées le 20 juin 2022 et retirées le 12 septembre 2022, opération réalisée par un prestataire et suivie par EDF DTG.

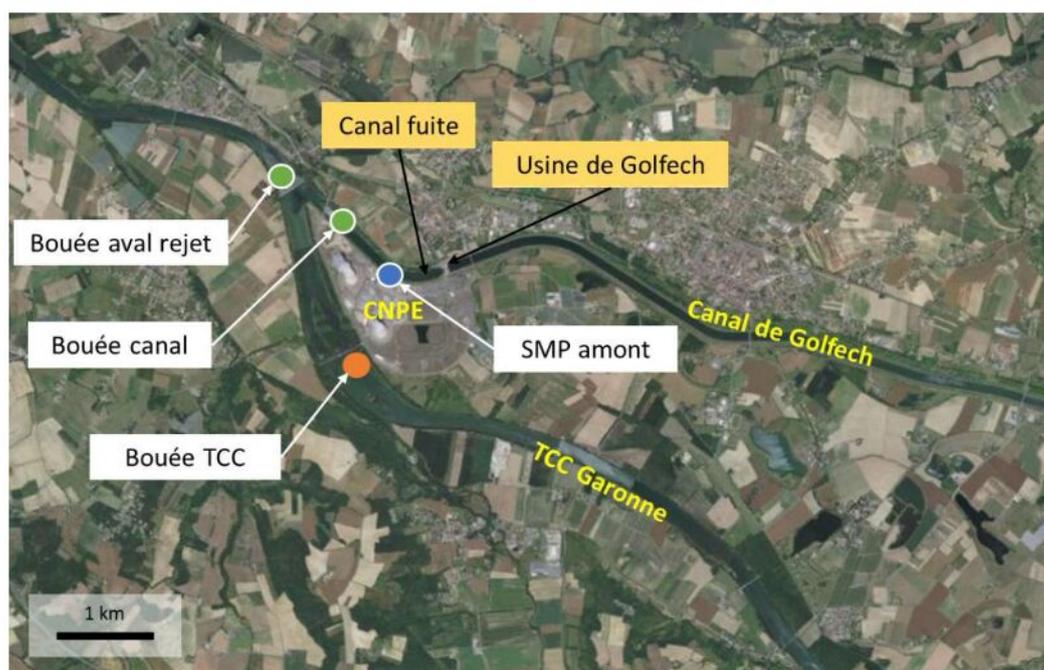


Figure 36 : Suivi de la température de la Garonne et localisation des bouées

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 92/109

Le point de mesures dans le canal est constitué de deux capteurs positionnés à deux profondeurs différentes - 1m et - 3m (cf. type D - Figure 33) . Du fait du faible tirant d'eau, les deux points de mesures dans le TCC et en aval des rejets sont constitués d'un seul capteur temps réel positionné à environ - 1 m sous la surface (cf. type A - Figure 37) .

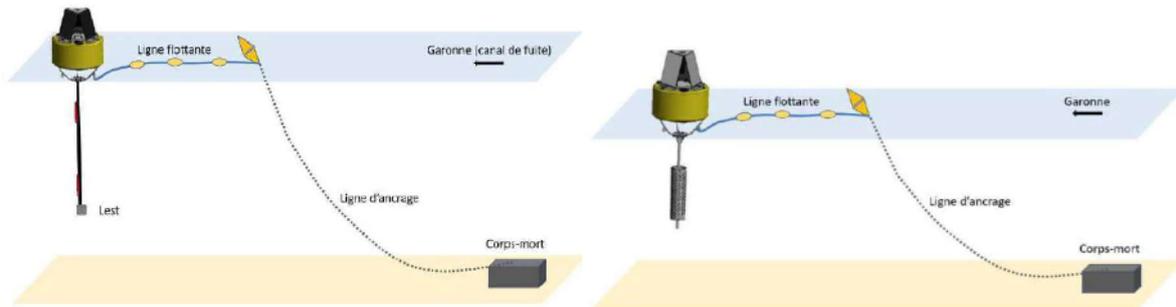


Figure 37 : Type de matériel installé à chaque bouée (à gauche : bouée de type D, à droite : bouée de type A)

Les données acquises sur ces bouées durant la période estivale permettront de :

- **décrire l'évolution globale des températures d'eau sur l'ensemble de la période estivale ;**
- **caractériser les différences de température entre l'aval immédiat des rejets et celles atteintes en amont, notamment dans le tronçon court circuité. Il s'agit donc de mesures ponctuelles mais s'inscrivant dans la durée et couvrant les différents épisodes de canicule.**

Le traitement des données mesurées aux bouées n'étant pas encore finalisé, les résultats seront présentés dans la note de bilan définitif prévu en mars 2023.

- **Thermographie aérienne**

Une thermographie infrarouge aérienne des rejets d'eau échauffée a été réalisée le jeudi 21 juillet 2022. Afin de recalibrer correctement les températures de la thermographie, des sondes de températures ont également été installées *in situ* afin de réaliser des mesures en surface en complément de l'acquisition des données infra rouge. Cette campagne a été réalisée par 2 prestataires pour l'acquisition aérienne) et l'installation des sondes dans la Garonne.

Comme les mesures en points fixes, ces mesures ont été réalisées dans le cadre de la compréhension plus globale du fonctionnement thermique des différents biefs de l'aménagement de Golfech en période estivale. Elle couvre donc la zone en aval de l'ouvrage de rejet ainsi qu'une emprise plus en amont incluant une partie de l'aménagement de la Garonne au droit du CNPE.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

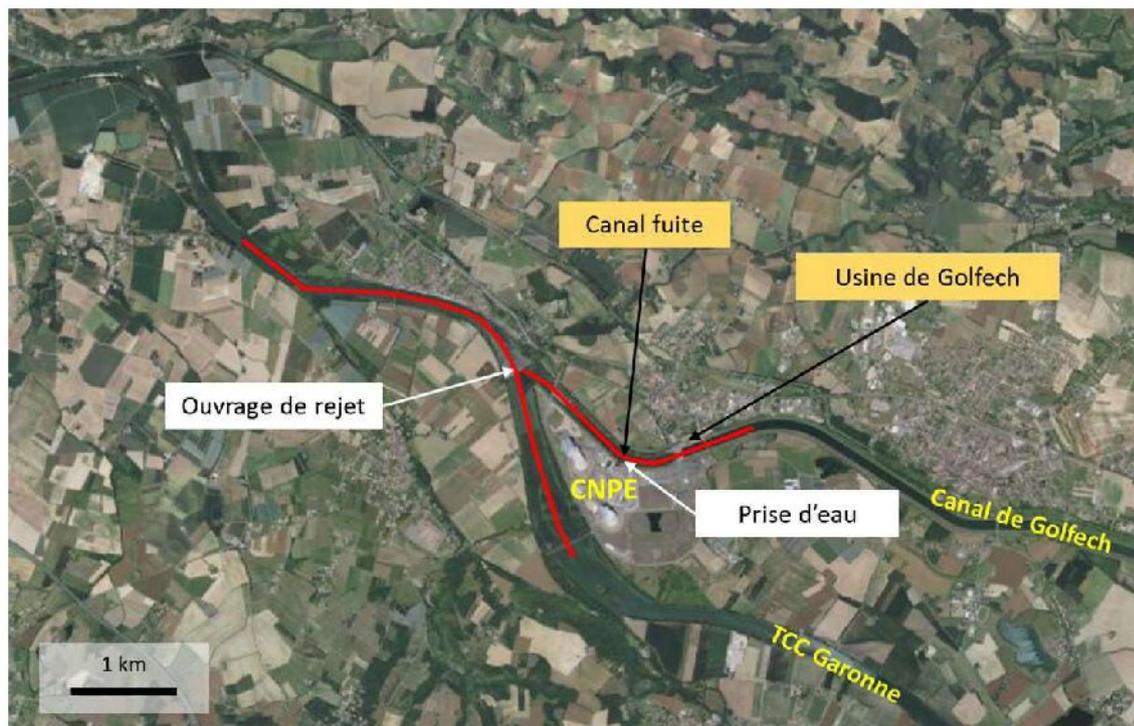


Figure 38 : Emprise de la thermographie aérienne du 21/07/2022

Le jour de la thermographie, le 21 juillet, la température aval calculée en moyenne après mélange était d'environ 28,5°C avec un échauffement horaire variant sur la journée de 0,03°C à 0,1°C (échauffement moyen journalier de 0,06°C).

Campagnes de suivi thermique Golfech	Mesures en points fixes	Thermographie aérienne
Date	Du 25 juin au 12 septembre 2022	21 juillet 2022
Débit de la Garonne à Lamagistère	Voir § 3.6.4	66 m³/s
T° amont Garonne (moyenne journalière)	Voir § 3.6.4	28,5°C
Fonctionnement du CNPE	Fonctionnement réel du CNPE (1 réacteur en fonctionnement) Voir §3.4.4	1 réacteur en fonctionnement à 100 % puissance Voir §3.4.4
Mesures réalisées	T° mesurée en continu sur 3 bouées + SMP amont	TIR sur 8 km dont 3 km en aval des rejets
Etat du CNPE / limites thermiques	Alternance CCN/ CCE/ SE (voir § 1)	CCE

Cette thermographie permet d'avoir une vision complète du panache et des températures de surface dans le cours d'eau, à un instant donné, en situation de fonctionnement du CNPE en conditions climatiques exceptionnelles.

Le traitement des données infra-rouge n'étant pas encore finalisé, les résultats seront présentés dans la note de bilan définitif prévu en mars 2023.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

4.7.2. Evaluation de l'Impact sur la physico-chimie

4.7.2.1. Demande Chimique en Oxygène (DCO), Demande Biologique en Oxygène 5 jours (DBO5)

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenue dans une eau. Elle permet de mettre en évidence la présence de rejets **organiques d'origine industrielle** ou urbaine. A titre **indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus**, la limite de très bonne qualité du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 30 mg O₂/L (la limite de très bonne qualité est à 20 mg O₂/L).

La DBO5 permet une évaluation de la quantité de matière biodégradable, provenant de rejets organiques urbains **et industriels, par mesure de l'oxygène consommé par les bactéries durant 5 jours**. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, **la limite de bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 6 mg O₂/L (la limite de très bonne qualité est de 3)**. **A noter que les résultats présentés ci-dessous ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de l'Eau Adour Garonne.**

La surveillance de ces deux paramètres est **demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech (arrêté du 18 septembre 2006)** à fréquence hebdomadaire en CCE. Elle est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence hebdomadaire également.

Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans les Tableau 4-II et Tableau 4-mm.

Tableau 4-II : résultats des mesures de DCO pendant la période estivale à Golfech

DCO (mg O ₂ /L)		15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	8,8	<5	5,8	7,8	*	*	*	*
	Amont Seuil V	5,1	8	8	7,6	*	*	*	*
	SMP Amont	11	13	6,3	9,5	11	6,8	12	ND
Station rejet	SMP Rejet	11	9,5	8,5	12	11	14	6,3	ND
Stations Aval	Lamagistère	7,6	11	8,3	8,8	*	*	*	*
	SMP Aval	<10	10	<5	7,8	7,1	5,4	14	ND
	Saint Nicolas de Balerme	7,3	7,6	13	9,7	*	*	*	*

* Prélèvements non réalisés (non réglementaires)

ND : résultat non disponible en date de rédaction du rapport

Les valeurs mesurées en DCO sont globalement de même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE. Le 23/08, la valeur à la SMP rejet, de 14 mg O₂/L, est supérieure à la valeur amont, de 6,8 mg O₂/L, **toutefois il n'y a plus de différence notable au niveau de la SMP aval, ce qui traduit le caractère ponctuel, d'un point de vue spatial, de cette augmentation**. Par ailleurs, aucune variabilité temporelle notable n'est observée.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 95/109

Enfin, toutes les valeurs de DCO mesurées correspondent à une eau de qualité « très bonne » au regard du SEQ-Eau.

Tableau 4-mm : résultats des mesures de DBO5 pendant la période estivale à Golfech

DBO5 (mg O ₂ /L)		15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	2*	<2	<2	<2	**	**	**	**
	Amont Seuil V	<2*	2	<2	<2	**	**	**	**
	SMP Amont	2	3	<2	2,5	<2	2,6	2,1	2,6
Station rejet	SMP Rejet	3	3	<2	2	<2	2,7	<2	<2
Stations Aval	Lamagistère	2*	<2	<2	<2	**	**	**	**
	SMP Aval	3	3	<2	<2	<2	<2	2,7	3
	Saint Nicolas de Balerne	<2*	<2	3,2	<2	**	**	**	**

* Ces résultats sont difficilement interprétables car le délai entre prélèvement et analyse n'ont pas pu être respectés en raison de la fermeture du laboratoire d'analyse du 14 au 17 juillet.

ND : résultat non disponible en date de rédaction du rapport

** : prélèvements non-réalisés

Les concentrations mesurées en DBO5 sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE. Une grande partie des valeurs sont inférieures à la limite de quantification. Aucune variabilité temporelle notable n'est observée.

Par ailleurs, ces valeurs de DBO5 traduisent une eau de bonne, voire très bonne, qualité au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 (86% des valeurs correspondent à une eau de très bonne qualité).

4.7.2.2. MES et ammonium

Les MES sont constituées des particules minérales et (ou) organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Ces particules peuvent provenir de l'érosion de sols ou de la production biologique (eaux usées urbaines et eaux industrielles). Une forte concentration en MES est un facteur aggravant l'impact des températures élevées (éventuellement associées à des teneurs en oxygène dissous faibles) sur les organismes aquatiques. A titre indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus, la limite de bonne qualité du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de très bonne qualité est à 25 mg/L).

La présence d'ammonium (NH_4^+) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH_3) dont la toxicité dans le milieu aquatique est liée à la valeur du pH et à la température des eaux. Relativement fréquent dans les eaux, il traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'ion ammonium se transforme assez rapidement en nitrates et nitrites par oxydation. Une forte présence d'azote ammoniacal est l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de bonne qualité de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de très bonne qualité est de 0,1 mg/L). A noter que les résultats présentés ci-dessous ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisé par l'Agence de Adour Garonne.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 96/109

La fraction non-ionisée (NH₃), forme de l'azote la plus toxique pour les poissons, augmente avec la hausse du pH et de la température, selon la formule suivante (source : SANDRE¹²) :

$$[NH_3] = \frac{[NH_4^+]}{1 + 10^{(10 - pH - 0,03 \times T)}}$$

Avec [NH₃] la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; [NH₄⁺] la concentration en ions ammonium en mg/L ; pH le potentiel hydrogène ; T la température en °C.

Pour l'ensemble des analyses d'ammonium réalisées, le calcul de l'ammoniac dissous a été réalisé et les résultats sont présentés ci-dessous. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la valeur limite impérative selon l'article D211-10 du code de l'environnement est de 25 µg NH₃/L, et la valeur guide associée est de 5 µg NH₃/L.

La surveillance de ces paramètres est demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech (arrêté du 18 septembre 2006) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence hebdomadaire.

Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans les Tableau 4-nn à Tableau 4-pp.

Tableau 4-nn : résultats des mesures de MES pendant la période estivale à Golfech

MES (mg/L)		15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	*	*	3,2	4,5	5,4	5,4	11	ND
	Amont Seuil V	*	*	5,6	5,9	4,8	8,9	11	ND
Stations Aval	Lamagistère	*	*	4,5	4,9	5,3	4,2	7,6	ND
	Saint Nicolas de la Balerne	*	*	22	2,4	4	ND	2,4	ND

*Nota : la mesure des MES est requise au titre de la pièce D du dossier article R593-40-II uniquement. Pendant le mois de juillet les épisodes caniculaires relevaient de l'arrêté de rejets du CNPE.

ND : résultat non disponible en date de rédaction du rapport

Les concentrations mesurées en MES sont majoritairement du même ordre de grandeur entre les stations amont et aval sauf pour la valeur maximale de 22 mg/L observée le 8 août à la station aval éloignée. Le 8 août la teneur en MES à la station aval proche est du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées à l'amont.

Toutefois cette concentration de 22 mg/L équivaut à la concentration moyenne observée sur l'ensemble des stations de suivi sur la période 2011-2020 et correspond à une eau de très bonne qualité au sens du SEQ-Eau pour la fonction « potentialités biologiques » et est bien inférieure aux teneurs maximales observées (jusqu'à 356 mg/L). Aucune variabilité temporelle notable n'est observée.

¹² SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau ; paramètre 1351 : ammoniac non ionisé : <http://id.eaufrance.fr/par/1351>

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 97/109

Tableau 4-oo : résultats des mesures d'ammonium pendant la période estivale à Golfech

Ammonium (mg NH4/L)		15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	0,07*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	ND	<0,05	ND
	Amont Seuil V	0,07*	<0,05	0,07	0,06	0,05	ND	0,07	ND
	SMP Amont	0,25	0,38	0,08	0,09	0,12	0,06	0,05	ND
Station rejet	SMP Rejet	0,10	0,11	<0,05	<0,05	0,07	ND	0,10	ND
Stations Aval	Lamagistère	0,09*	<0,05	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	ND
	SMP Aval	0,3	<0,05	0,07	0,10	0,11	0,07	0,09	ND
	Saint Nicolas de la Balerne	<0,05*	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	ND	0,08	ND

* Ces résultats sont difficilement interprétables car le délai entre prélèvement et analyse n'ont pas pu être respectés en raison de la fermeture du laboratoire d'analyse du 14 au 17 juillet.
ND : résultat non disponible en date de rédaction du rapport

Les concentrations en ammonium sont faibles (souvent inférieures à la LQ) et du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE. Aucune variabilité temporelle notable n'est observée.

Les teneurs en ammoniac non ionisé, déterminées par calcul à partir de la concentration en ammonium sont présentées dans le Tableau .

Tableau 4-pp : résultats des teneurs en ammoniac (obtenu par calcul à partir de la concentration en ammonium) pendant la période estivale à Golfech

Ammoniac non ionisé (mg NH3/L)		15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	0,92*	<0,43	<0,66	<1,3	<0,79	ND	2,2	ND
	Amont Seuil V	0,92*	<0,43	0,73	1,6	0,63	ND	3,1	ND
	SMP Amont	3,3	4,3	0,83	2,4	1,5	1,1	2,2	ND
Station rejet	SMP Rejet	3,2	2,9	<3,3	<3,7	4,7	4,7	15	ND
Stations Aval	Lamagistère	2,9*	<1,0	1,6	1,6	1,9	ND	0,98	ND
	SMP Aval	9,7	<1,7	1,4	2,0	2,1	0,96	1,3	ND
	Saint Nicolas de la Balerne	1,6*	<0,8	<0,99	<0,79	0,96	ND	1,1	ND

Nota : les valeurs de température et pH in situ n'étant pas disponibles, les calculs ont été effectués à partir des températures et pH relevées aux SMP amont, rejet et aval aux horaires où ont été réalisés les prélèvements.

* Ces résultats sont difficilement interprétables car le délai entre prélèvement et analyse n'ont pas pu être respectés en raison de la fermeture du laboratoire d'analyse du 14 au 17 juillet.

Les cases grisées correspondent aux valeurs d'ammoniac calculés à partir de données seuillées en ammonium (i.e. <LQ)

Globalement les valeurs calculées en ammoniac non ionisé sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE. Quelques valeurs peuvent toutefois être distinguées. La concentration à la SMP aval du 15/07 (9,7 mg/L) est supérieure à la concentration à l'amont et au rejet (3,3 et 3,2 mg/L respectivement). Cette différence présente un caractère ponctuel puisque pour les 3 campagnes suivantes ce n'est plus le cas. La concentration au rejet pour les campagnes des 16 et 23/08, de 4,7 mg/L, est supérieure à la concentration à l'amont (entre 0,63 et 1,5 mg/L selon les stations). Cette différence présente un caractère spatial ponctuel puisqu'elle est constatée uniquement à la station rejet et n'est plus visible aux stations situées à l'aval du CNPE. Il en est de même pour la valeur de 15 mg/L rencontrée au rejet lors de la campagne du 30/08.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 98/109

Cependant, pour l'ensemble des valeurs calculées, les concentrations en ammoniac non ionisé sont inférieures à la valeur impérative de 25 µ/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement, et même inférieures à la valeur guide de 5 µg/L, démontrant son absence d'impact sur la vie piscicole.

4.7.2.3. Surveillance physico-chimique en continu aux SMP

4.7.2.3.1. Oxygène dissous

L'oxygène est indispensable à la plupart des organismes aquatiques. La concentration en oxygène dissous dépend de nombreux facteurs comme la température, la pénétration de la lumière, la quantité de nutriments, la respiration des organismes aquatiques. Un **déficit d'oxygène dans le milieu peut entraîner des conséquences pouvant aller jusqu'à la mort des espèces vivantes. C'est un indicateur qui renseigne quant à l'aptitude du milieu à maintenir la vie. Un seuil d'information de l'OFB a été fixé à 5 mg/L**¹³.

La concentration en oxygène dissous est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 39 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

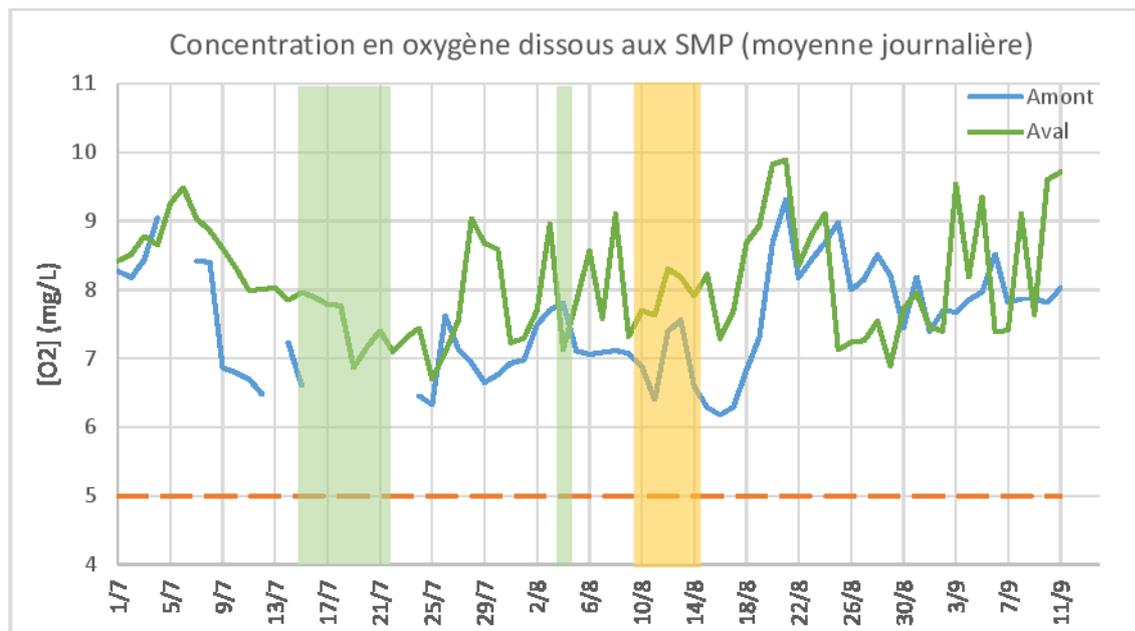


Figure 39 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE de Golfech. La ligne pointillée orange représente la valeur de 5 mg/L (seuil d'information de l'OFB). Les concentrations mesurées en amont du CNPE les 5, 6, 13 et du 16 au 23 juillet ne sont pas valides en raison de problèmes techniques sur la sonde de mesure de l'oxygène.

La surveillance en continu de l'oxygène dissous montre que les concentrations mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech sont restées supérieures à 5 mg/L pendant tout l'été, y compris pendant les périodes de canicule (seuil d'information de l'OFB). La concentration mesurée à l'aval était globalement plus élevée que celle mesurée à l'amont (0,6 mg/L en moyenne), notamment en raison de la configuration hydrologique du secteur : la station amont est située dans le canal de fuite de l'usine hydroélectrique de Golfech, et subit donc l'influence du séjour de l'eau dans le canal de Golfech en amont de l'usine (conditions hydrauliques stables, moins oxygénées). La station aval est implantée dans la Garonne, dans des conditions hydrauliques favorisant l'oxygénation de l'eau.

¹³ Ce seuil a été fixé site par site en accord avec l'ONEMA (maintenant OFB) lors de la constitution initiale du dossier réglementaire relatif aux Situations Exceptionnelles.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 99/109

4.7.2.3.2. pH

Le pH est un paramètre important de la qualité des eaux de surface, définissant son acidité ou son alcalinité. Sa valeur dépend notamment de la nature des terrains traversés, de l'activité photosynthétique ... A titre indicatif, les valeurs correspondant aux seuils de « bon état » de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié sont de 6 (pour le pH minimum) et de 9 (pour le pH maximum). Les résultats obtenus dans le cadre du suivi du CNPE ne préjugent pas de l'état des lieux de la masse d'eau réalisée par l'Agence de l'Eau.

Le pH est mesuré en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 40 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

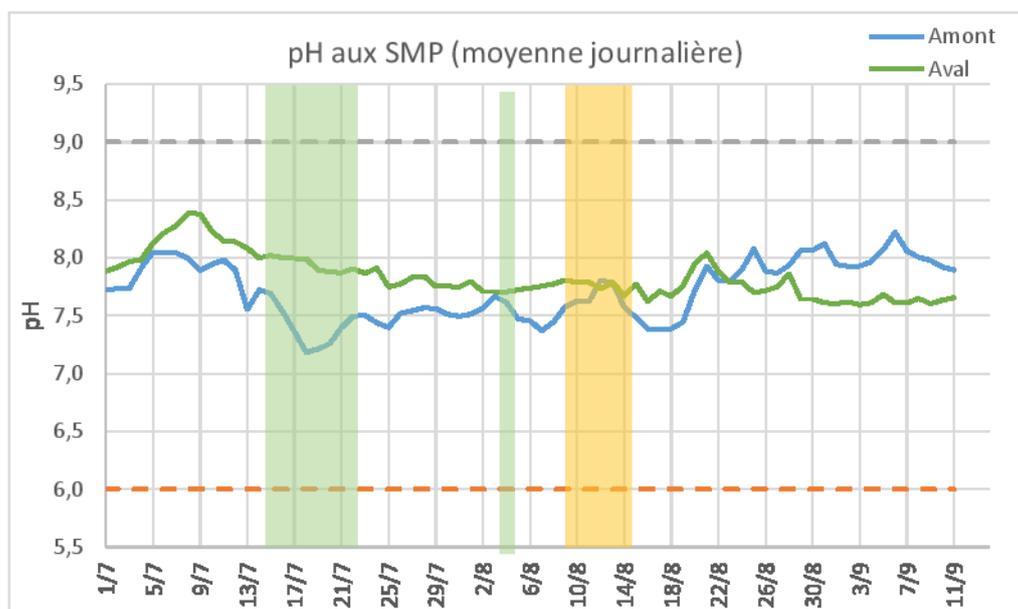


Figure 40 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE de Golfech. Les pointillés représentent, à titre d'information, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal.

Les valeurs de pH mesurées en continu aux stations SMP amont et aval présentent peu de variation, avec un écart de 0,1 unité en moyenne sur la période. Cette différence est inférieure à l'amplitude des variations naturelles du pH sur la période étudiée (environ 0,5 à 1 unité de pH).

4.7.2.3.3. Conductivité

La conductivité de l'eau permet d'évaluer globalement la quantité de substance minérale dissoute sous forme ionique. Selon l'arrêté du 25 janvier 2010, les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour définir les classes de qualité d'eau pour ce paramètre. Dans le SEQ-Eau V1, la conductivité n'est pas considérée comme influençant la fonction « potentialités biologiques ». Il n'existe donc pas de valeurs indicatives auxquelles comparer les données obtenues.

La conductivité est mesurée en continu dans le milieu naturel, à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 41 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 100/109

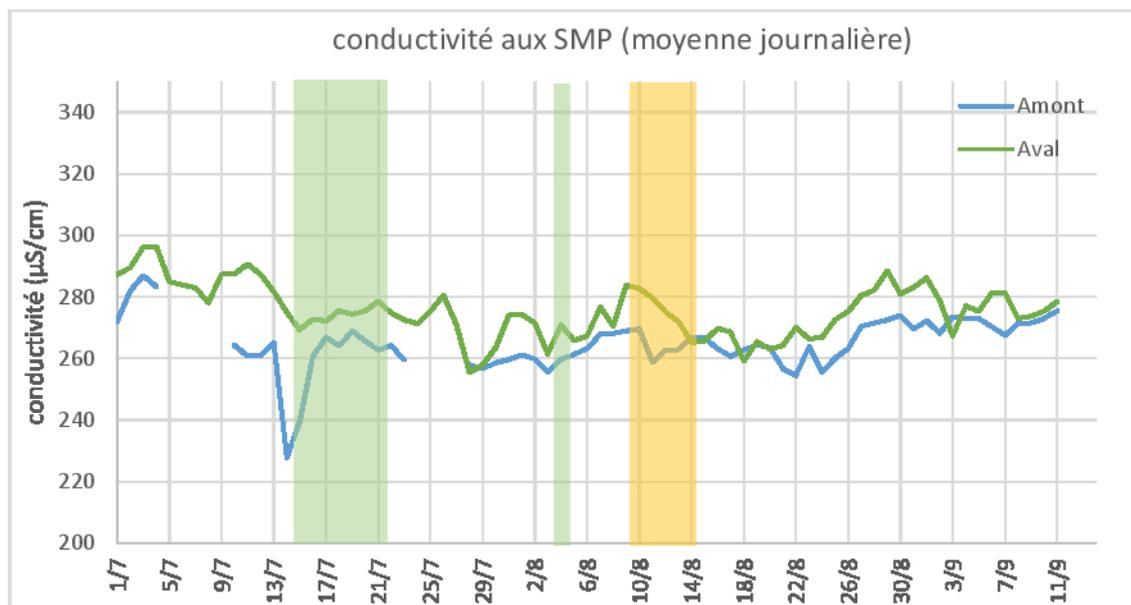


Figure 41 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE de Golfech pendant l'été 2022. Les concentrations mesurées en amont du CNPE les 5 au 9 et du 24 au 27 juillet ne sont pas valides en raison de problèmes techniques sur la sonde de mesure de conductivité.

La conductivité est restée stable sur toute la période entre 250 et 300 µS/cm, en dehors des mesures amont des 14 et 15 juillet (230-240 µS/cm). Les valeurs de conductivité mesurées à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech suivent la même évolution au cours de l'été, avec une faible différence entre les deux stations (10 µS/cm en moyenne). Cette différence est inférieure à l'amplitude des variations naturelles de la conductivité sur la période étudiée (environ 50 µS/cm).

4.7.2.3.4. Conclusions sur les paramètres physico-chimiques

Au regard des données disponibles, le fonctionnement du CNPE de Golfech pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les paramètres physico-chimiques suivants : MES, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

4.7.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie

4.7.3.1. Analyse type « eau de baignade »

Les analyses dite « eau de baignade » portent sur deux paramètres bactériologiques : *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux. Ces deux indicateurs sont suivis sur les sites de baignade pour contrôler la présence de germes potentiellement pathogènes pour l'Homme, qui peuvent être présents dans les cours d'eau via les rejets d'eaux usées (y compris après traitement) ou le lessivage des sols agricoles (contamination liée à la présence d'élevages). Ces flores ne sont pas sensibles à l'échauffement dans les eaux de surfaces. A titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, les critères de classement des pour un prélèvement ponctuel sur un site de baignade sont les suivants :

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 101/109

Qualification d'un prélèvement	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)
Bon	≤ 100	≤ 100
Moyen	> 100 et ≤ 1800	> 100 et ≤ 660
Mauvais	> 1800	> 660

La surveillance de ces paramètres est demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech. Les résultats collectés en date de rédaction sont présentés dans le Tableau 4-qq.

Tableau 4-qq : résultats de la surveillance des indicateurs « eau de baignade » dans l'environnement du CNPE de Golfech.

<i>Escherichia coli</i> (NPP/100mL)	15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	05/09
Saint Aignan	<15*	15	15	15	46	15	110	ND
Seuil V	15*	15	< 15	15	15	15	15	ND
Lamagistère	30*	61	61	<15	30	15	<15	ND
Saint Nicolas de la Balerme	<15*	<15	15	<15	<15	15	15	ND

Entérocoques (NPP/100mL)	15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	05/09
Saint Aignan	< 15*	46	30	30	30	15	30	ND
Seuil V	61*	197	30	61	15	144	30	ND
Lamagistère	<15*	144	30	<15	<15	15	<15	ND
Saint Nicolas de la Balerme	< 15*	15	<15	<15	<15	<15	<15	ND

* en raison de la fermeture du laboratoire d'analyse, le décal maximum de mise en culture des prélèvements n'a pas été respecté pour ces échantillons

Les valeurs en *Escherichia coli* et entérocoques intestinaux mesurées pendant toute la période estivale sont faibles et ne présentent pas de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE de Golfech (une différence inférieure à une unité logarithmique n'est pas significative en microbiologie). Cette conclusion est cohérente avec les connaissances sur l'écologie de ces indicateurs dans les cours d'eau (non-thermophiles).

4.7.3.2. Amibes *Naegleria fowleri*

Les amibes de l'espèce *Naegleria fowleri* peuvent se développer dans les circuits de refroidissement des CNPE équipés de tours aéroréfrigérante, en raison de la température et du temps de séjour de l'eau dans ces circuits, compatibles avec leur développement. Elles sont pathogènes pour l'Homme, principalement via les activités de baignade. Un seuil réglementaire de 100 Nf/L à l'aval des sites équipés de tours aéroréfrigérantes est fixé par la Décision ASN 2016-DC-0578.

La surveillance des amibes *Naegleria fowleri* par des mesures dans l'environnement du CNPE est prescrite par la Décision ASN « risques microbiologiques » 2016-DC-0578, et renforcée par la proposition d'EDF dans le dossier Art. R593-40-II (pièce D). Les résultats obtenus par les mesures en amont et en aval du CNPE pendant l'été 2022 sont présentés dans le Tableau 4-rr.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-rr : résultats de la surveillance des amibes *Naegleria fowleri* dans l'environnement du CNPE de Golfech.

<i>Naegleria fowleri</i> (NPP/L)	19/07	25/07	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09
amont	<2	-	<2	-	-	-	-	2
aval	<2	2	2	<2	7	5	2	<2

- : mesures non-réalisées (non-demandées par la réglementation applicable au CNPE).

Les concentrations en *N. fowleri* mesurées pendant l'été 2022 sont très inférieures au seuil de 100 Nf/L et du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval du CNPE.

4.7.3.3. Cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des espèces bactériennes naturellement présentes dans les eaux de surface, faisant partie du phytoplancton. L'été, dans des conditions hydrauliques favorables (stabilité de la masse d'eau), elles peuvent se développer de façon importante. Dans ces conditions, certaines espèces peuvent libérer dans l'eau des cyanotoxines, toxiques pour l'Homme ou la faune. La concentration déclenchant une information de l'OFB en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance des cyanobactéries est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-ss.

Tableau 4-ss : résultats de la surveillance des cyanobactéries dans l'environnement du CNPE de Golfech.

Cyanobactéries	11/08	
	Cellules cyanobactéries (cell./mL)	Biovolume de cyanobactéries toxigènes (mm ³ /L)
Saint-Aignan	<LQ	<LQ
Saint Nicolas de la Balerne	288	0,1181

Les concentrations en cyanobactéries mesurées à l'amont et à l'aval sont faibles (<20 000 cellules/mL, seuil d'information de l'OFB). Les concentrations en cyanobactéries potentiellement toxigènes sont aussi faibles (< 1 mm³/L, seuil d'alerte pour les gestionnaires d'eau de baignade). Ces deux résultats ne mettent pas en évidence de présence notable de cyanobactéries à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech pendant la période de canicule.

4.7.3.3.1. Conclusions sur les paramètres microbiologiques

Les résultats obtenus concernant les flores « eau de baignade », les amibes *Naegleria fowleri* et les cyanobactéries ne mettent pas en évidence d'influence significative du fonctionnement du CNPE de Golfech sur ces paramètres microbiologiques pendant l'été 2022.

4.7.4. Evaluation de l'impact sur le plancton

4.7.4.1. Phytoplancton

Le phytoplancton est l'ensemble des organismes végétaux microscopiques vivant en suspension dans l'eau.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

4.7.4.1.1. Chlorophylle a

Le dosage de la chlorophylle a dans l'eau est une méthode d'estimation indirecte de la biomasse phytoplanctonique. Des teneurs élevées sont indicatrices de milieux eutrophes.

La surveillance de ce paramètre est demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech (arrêté du 18 septembre 2006) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-tt.

Tableau 4-tt : résultats des mesures de chlorophylle a pendant la période estivale à Golfech

Chlorophylle a (µg/L)		15/07	20-21/07	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations amont	Saint-Aignan	*	*	2	4	<1	12	3	ND
	Amont Seuil V	*	*	4	5	7	5	8	ND
Stations aval	Lamagistère	*	*	4	6	6	15	11	ND
	Saint Nicolas de Balerne	*	*	8	3	3	ND	8	ND

*Nota : la mesure de la chlorophylle a était requise au titre de la pièce D du dossier article R593-40-II uniquement.

Pendant le mois de juillet les épisodes caniculaires relevaient de l'arrêté de rejets du CNPE.

ND : non disponible à la date de rédaction de ce rapport

Les concentrations mesurées en chlorophylle a à la fréquence hebdomadaire au mois d'août sont du même ordre de grandeur entre les stations amont et aval du CNPE. Des concentrations ponctuellement plus élevées ont été mesurées à l'amont à Saint-Aignan et à l'aval à Lamagistère le 23/08 (12 et 15 µg/L respectivement). Ces résultats seront à mettre en regard des résultats de la campagne d'analyse du phytoplancton du 23/08.

4.7.4.1.2. Dénombrement et identification

La surveillance du phytoplancton (dénombrement des cellules et identification des taxons) est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.7.4.1.3. Diatomées

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles font donc partie du phytoplancton. La surveillance du phytoplancton est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.7.4.1.4. Conclusion sur le phytoplancton :

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 104/109

4.7.4.2. Zooplancton

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale vivant en suspension dans l'eau.

La surveillance du zooplancton est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.7.5. Evaluation de l'Impact sur les diatomées benthiques

La surveillance des diatomées benthiques est demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech (arrêté du 18 septembre 2006) et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 fois par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A la date de rédaction de ce rapport, les résultats de ces campagnes ne sont pas encore disponibles.

4.7.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles

4.7.6.1. Bilan sur les mortalités

Le suivi visuel de la mortalité piscicole est proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence quotidienne.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée au regard des observations visuelles réalisées quotidiennement pendant toute la durée d'application des décisions à l'amont, à l'aval et au niveau de la zone des rejets du CNPE de Golfech.

4.7.6.2. Aspects sanitaires

L'examen sanitaire piscicole est demandé par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech (arrêté du 18 septembre 2006) à raison d'une fois par période et proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II, à raison d'une fois par période puis une fois à l'automne. D'un point de vue réglementaire la pièce D du dossier article R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. Suite à un échange avec l'ASN et après avis auprès de la Direction Régionale de l'OFB Occitanie (mail du 2/08/2022), il a été convenu en cas d'alternance entre CCN/SE à fréquence rapprochée, ou de période prolongée en CCE/SE, de réaliser les pêches espacées au minimum d'un mois afin de limiter les impacts sur les poissons déjà soumis à un stress élevé du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule les 18 -20 juillet et les 6-7 septembre.

Sur la station amont de St Aignan, 2 poissons ont été identifiés comme ayant une anomalie. Chacun avait un parasite (Lernée) implanté à la base d'une nageoire.

Sur la station amont Seuil V, 1 anguille est identifiée comme ayant une lésion hémorragique de l'extrémité de la caudale.

Sur la station aval de Lamagistère, 1 goujon a été identifié comme ayant une anomalie : hémorragie en face ventrale sous la mâchoire.

Sur la station aval de St Nicolas de la Balerne, aucun poisson ne présentait d'anomalie.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 105/109

Ainsi, les résultats préliminaires des examens sanitaires montrent que peu de poissons présentent une anomalie et qu'il n'y a aucune différence entre les stations amont et aval du CNPE.

Par ailleurs, en ce qui concerne le suivi sanitaire, une revue bibliographique systématique réalisée par EDF en 2017 a montré que dans l'état actuel des connaissances il n'est pas possible de conclure quant à l'effet de l'augmentation des températures sur le risque sanitaire pour les poissons d'eau douce en raison de la complexité des mécanismes sous-jacents en lien avec l'adaptation et la sensibilité thermique à la fois des hôtes et des parasites.

4.7.6.3. Effets sur les communautés

L'analyse du peuplement piscicole est demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech (arrêté du 18 septembre 2006) à raison d'une fois en fin de période de CCE et est proposé par EDF dans le dossier art. R593-40-II, à raison d'une fois par période puis une fois à l'automne. D'un point de vue réglementaire la pièce D du dossier article R593-40-II prévoit la réalisation de pêches pour le suivi de la structure du peuplement et l'examen sanitaire visuel à chaque entrée en Situation Exceptionnelle. Suite à un échange avec l'ASN et après avis auprès de la Direction Régionale de l'OFB Occitanie, il a été convenu en cas d'alternance entre CCN/SE à fréquence rapprochée, ou de période prolongée en CCE/SE, de réaliser les pêches espacées au minimum d'un mois afin de limiter les impacts sur les poissons déjà soumis à un stress élevé du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule les 18 -20 juillet et les 6-7 septembre.

En premier lieu il convient de préciser que l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale. En effet, l'influence de la canicule sur la reproduction et sur la mortalité des différentes classes d'âges pour les différentes espèces pourra être évaluée grâce à l'observation des peuplements des mois, voire années, suivant(e)s (par exemple printemps 2023 pour le succès reproducteur de l'année 2022).

A la date de rédaction du rapport, seuls les résultats préliminaires de la campagne des 18-20 juillet sont disponibles. Au cours des échantillonnages, 888 poissons ont été capturés. Aux stations St-Nicolas-de-la-Balmerme, Seuil V et Lamagistère, la diversité du peuplement est équivalente, soit respectivement 11 espèces, 12 espèces et 10 espèces. Sur la station la plus amont, Saint-Aignan, 15 espèces ont été dénombrées (cf. Tableau). L'ensemble des stations est considéré comme bien diversifié.

Sur l'ensemble des espèces capturées, la majorité des individus étaient soit des alevins, soit des juvéniles. Les quelques adultes capturés étaient des perches soleil ou des pseudorasbora.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0

Tableau 4-uu : résultat global par station de la campagne de pêche du 18-20 juillet à Golfech

	Stations amont		Stations aval	
	Saint-Aignan	Seuil V	Lamagistère	Saint-Nicolas
Richesse spécifique	15	12	10	11
Nb individus	135	247	208	135
Nb indiv/point de pêche	1,32	4,84	2	1,35

L'abondance de chaque espèce pour chaque station est détaillée dans le Tableau 4-vv.

Tableau 4-vv : Abondance des espèces de poissons capturées en juillet 2022 à Golfech pour les 4 stations

Espèce	Code	Nb individus St Aignan	Nb individus seuil V	Nb individus Lamagistère	Nb individus St Nicolas
Ablette	ABL	6	20	47	6
Anguille	ANG	19	34	71	19
Blennie fluviatile	BLE	9	1	0	9
Barbeau fluviatile	BAR	126	5	23	126
Bouvière	BOU	1	0	7	1
Brème bordelaise + commune*	BRE	2	56	8	2
Carassin	CAR	1	1	0	1
Carpe	CCO	4	13	0	4
Chevesne	CHE	56	56	28	56
Goujon	GOU	31	0	14	31
Gardon	GAR	1	0	0	1
Loche	LOF	3	9	0	3
Perche soleil	PES	0	0	0	0
Pseudorasbora	PSR	19	37	4	19
Silure	SIL	4	4	1	4
Indéterminé (<30 mm)	IND	16	11	5	16

*Nota : Compte tenu de la taille des individus, il n'a pas été possible de séparer les brèmes bordelaises et les brèmes communes.

A Saint-Aignan, 135 poissons ont été pêchés avec une majorité de barbeaux (126 individus), de chevesnes (56 individus), et de goujons (31 individus).

A la station seuil V, 247 poissons ont été pêchés avec une majorité de brèmes (56 individus), de chevesnes (56 individus), de pseudorasbora (37 individus) et d'anguilles (34 individus).

A Lamagistère, 208 poissons ont été pêchés avec une majorité d'anguilles (71 individus) et d'ablettes (47 individus).

A St-Nicolas-de-la-Balmerme, 135 poissons ont été pêchés avec une majorité de barbeaux (126 individus), de chevesnes (56 individus), et de goujons (31 individus).

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 107/109

4.7.6.4.

Conclusion sur les espèces piscicoles :

A la date de rédaction de ce rapport préliminaire, l'interprétation des résultats est en cours, puisqu'une partie des résultats ne sont pas encore disponibles. L'analyse sera ainsi complétée dans le rapport de mars 2023.

4.7.7. Conclusion préliminaire concernant le CNPE de Golfech

La température moyenne journalière calculée en aval du CNPE de Golfech a alterné pendant l'été 2022 entre des valeurs relevant des conditions climatiques normales, de conditions climatiques exceptionnelles (9 jours cumulés, du 15 juillet au 4 août) et de situations exceptionnelles (6 jours, du 9 au 14 août).

Un programme de surveillance adapté a été mis en œuvre sur cette période et au-delà, afin d'observer les éventuelles incidences du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

Une partie des résultats de cette surveillance est disponible en date de rédaction de ce rapport. L'analyse préliminaire des premiers résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 108/109

4.8. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DU BLAYAIS

Le CNPE du Blayais est resté dans les conditions de fonctionnement encadrées par son arrêté de rejet en vigueur **tout l'été 2022**. Il n'a donc pas mis en œuvre de programme de surveillance spécifique aux conditions de canicule ni dans le cadre des modifications temporaires prises au titre de l'article R 593-40 II du code de l'environnement. Le programme de surveillance prévu par son arrêté de rejet a été réalisé durant la période estivale. Les résultats de cette surveillance habituelle sera présentée comme tous les ans dans le rapport annuel environnemental du CNPE du Blayais en 2023.

	BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGEY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 0	Page 109/109

5. CONCLUSION GENERALE

Les conditions météorologiques de l'été 2022, couplées aux tensions d'approvisionnement énergétique ont conduit à des dépassements des limites de température applicables en conditions climatiques normales pour les CNPE du Bugey, de Saint-Alban, du Tricastin et de Golfech, dans le cadre réglementaire des Conditions Climatiques Exceptionnelles et des Situations Exceptionnelles pour le maintien en puissance des réacteurs requis par RTE ou par la DGEC. Le CNPE du Blayais est resté dans le cadre de ses limites thermiques encadrées par les autorisations habituelles de rejet du CNPE.

Les contraintes sur les rejets thermiques ont entraîné une perte de 501 GWh entre mai et août pour ces cinq CNPE. L'application des prescriptions relatives aux CCE et des modifications temporaires des prescriptions de SE en application de l'article R593-40-II du code de l'environnement ont permis de préserver 452 GWh pour les CNPE de Bugey, Saint-Alban, Tricastin et Golfech.

Les températures moyennes journalières calculées à l'aval de ces 4 CNPE étaient de 26,81°C (Bugey), 28,04°C (Saint-Alban), 28,6°C (Tricastin) et 29,2°C (Golfech).

Des programmes de surveillance adaptés ont été mis en œuvre pendant l'été 2022 par les CNPE du Bugey, de Saint-Alban, du Tricastin et de Golfech. Le CNPE du Blayais a poursuivi la mise en œuvre du programme de surveillance exigé en conditions climatiques normales, au regard des températures observées et calculées pour ce site. En première approche, les résultats disponibles en date de rédaction de ce rapport ont été analysés, notamment par une comparaison amont-aval.

Concernant le suivi du panache thermique, l'analyse des données acquises lors des différentes campagnes (mesure en continu aux bouées, profils de température d'eau, thermographie aérienne) n'étant pas encore finalisé, les résultats seront présentés dans la note de bilan définitif prévue en mars 2023.

Pour les suivis hydroécologiques (paramètres physico-chimiques, microbiologiques, planctoniques et piscicoles) la première analyse des résultats ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement des CNPE concernés pendant l'été 2022 sur le milieu récepteur. Elle sera complétée en mars 2023, conformément à la demande de l'ASN.

En complément, EDF mène depuis 2004 des actions de recherche en thermie-hydrobiologie dont le troisième programme de recherche est en cours d'élaboration. Les résultats de ces actions ont mis en évidence la complexité de la compréhension de l'effet des canicules sur l'écosystème aquatique. Ces programmes de recherche contribuent à orienter les programmes de surveillance proposés par EDF, notamment en situation de canicule.