



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 : 1

Nb de pages : 230

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 :

Rédaction	Contrôle	Approbation	Visa final (*)
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	

(\*) 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 93282  
SAINT-DENIS CEDEX

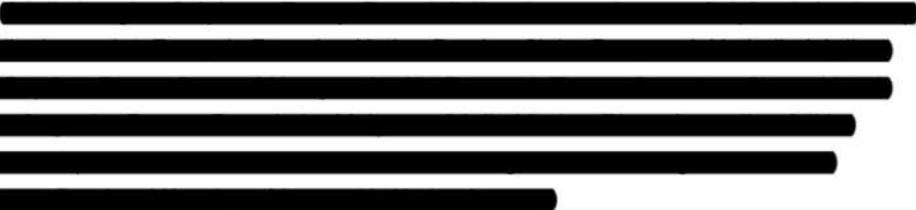
Téléphone : 01.43.69.22.00  
Télécopie : 01.43.69.32.91

[www.edf.com](http://www.edf.com)

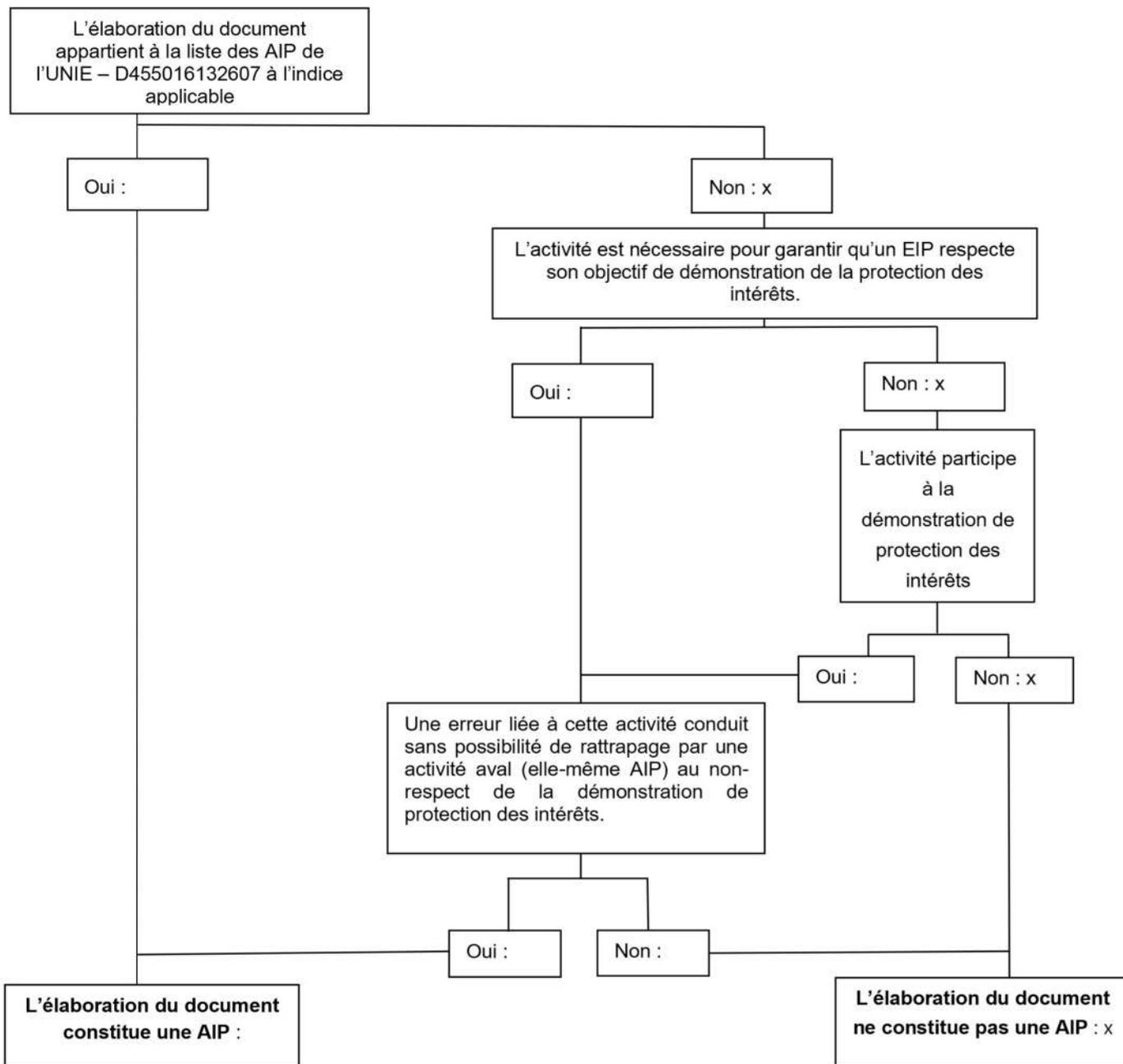
EDF - SA au capital de 1 943 859 210  
euros - 552 081 317 R.C.S. Paris  
Siège social : 22-30 avenue de Wagram  
75382 Paris Cedex 08 - France

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 2/230

### ELEMENTS DE GESTION

<b>Date de réexamen</b>	Sans objet
<b>Documents associés</b>	Sans objet
<b>Annule et remplace</b>	D455022006439 [0]
<b>Pré-diffusion formalisée</b>	Oui : 
<b>Niveau QS</b>	QS

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 3/230



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 4/230

### HISTORIQUE DES EVOLUTIONS DE LA NOTE

Indice	Date	Modifications apportées
0	26/10/2022	Rédaction initiale
1	Voir page 1	Version finale intégrant les données post canicule

### DIFFUSION INITIALE

Unité / Entreprise / Administration	Nom et Prénom / Fonction
DPN EM	[REDACTED]
DPN UNIE	[REDACTED]
DIPDE	[REDACTED]
ASN DCN, Lyon et Bordeaux	[REDACTED]
Mission de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection	[REDACTED]
Office Français de la Biodiversité	[REDACTED]
Direction de l'eau et de l'environnement	[REDACTED]
Direction générale de l'énergie et du climat	[REDACTED]
Direction Générale de la Prévention des Risques	[REDACTED]
DREAL	[REDACTED]
CNPE Bugey, Saint-Alban, Tricastin, Golfech et Blayais	[REDACTED]

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 5/230

## SOMMAIRE

<b>SYNTHESE .....</b>	<b>7</b>
<b>REFERENCES .....</b>	<b>12</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>13</b>
<b>2. BILAN METEOROLOGIQUE DE L'ETE 2022 .....</b>	<b>13</b>
<b>3. BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES.....</b>	<b>14</b>
3.1. ETAT DES TRANCHES SUR LE PARC .....	14
3.2. MODIFICATIONS TEMPORAIRES DES DECISIONS LIMITEES DES REJETS THERMIQUES.....	15
3.3. PASSAGE EN CONDITIONS CLIMATIQUES EXCEPTIONNELLES ET SITUATION EXCEPTIONNELLE ..	16
3.4. PRODUCTION DES TRANCHES POUR LES SITES SOUS AUTORISATION TEMPORAIRE.....	18
3.4.1. CNPE du Bugey.....	18
3.4.2. CNPE de Saint-Alban.....	19
3.4.3. CNPE du Tricastin.....	20
3.4.4. CNPE de Golfech .....	22
3.4.5. CNPE du Blayais .....	22
3.5. PERTES DE PRODUCTION LIEES AU RESPECT DES LIMITEES THERMIQUES.....	24
3.6. SUIVI DE LA TEMPERATURE ET DES DEBITS .....	25
3.6.1. CNPE du Bugey.....	25
3.6.2. CNPE de Saint-Alban.....	28
3.6.3. CNPE du Tricastin.....	30
3.6.4. CNPE de Golfech .....	32
3.6.5. CNPE du Blayais .....	34
3.7. CONCLUSION SUR LE FONCTIONNEMENT DES CNPE.....	36
<b>4. EVALUATION DE L'IMPACT DU FONCTIONNEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE ..</b>	<b>37</b>
4.1. PROGRAMMES DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DES CNPE PENDANT L'ETE 2022 .....	37
4.2. GENERALITES SUR LA SURVEILLANCE DU PANACHE THERMIQUE.....	41
4.3. GENERALITES SUR LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE PHYSICO-CHIMIQUES ET HYDROBIOLOGIQUES .....	42
4.4. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DU BUGHEY .....	42
4.4.1. Surveillance du panache thermique.....	45
4.4.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie.....	55
4.4.3. Évaluation de l'impact sur la microbiologie .....	59
4.4.4. Evaluation de l'impact sur le plancton.....	61
4.4.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques .....	73
4.4.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles .....	76
4.4.7. Conclusion concernant le CNPE du Bugey .....	86
4.5. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE SAINT-ALBAN.....	88
4.5.1. Surveillance du panache thermique.....	90
4.5.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie.....	96
4.5.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie .....	101
4.5.4. Evaluation de l'impact sur le plancton.....	103
4.5.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques .....	115
4.5.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles .....	118
4.5.7. Conclusion concernant le CNPE de Saint-Alban .....	126
4.6. EVALUATION DES IMPACTS POUR LE CNPE DU TRICASTIN.....	128
4.6.1. Surveillance du panache thermique.....	131
4.6.2. Impacts sur la physico-chimie du canal de Donzère-Mondragon .....	136
4.6.3. Impact sur la qualité microbiologique de l'eau du canal de Donzère-Mondragon.....	142
4.6.4. Evaluation de l'impact sur le plancton.....	144
4.6.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques .....	155
4.6.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles .....	158

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 6/230

4.6.7.	Conclusion concernant le CNPE de Tricastin .....	170
4.7.	<b>EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE GOLFECH</b> .....	171
4.7.1.	Surveillance du panache thermique.....	174
4.7.2.	Evaluation de l’impact sur la physico-chimie.....	187
4.7.3.	Evaluation de l’impact sur la microbiologie .....	194
4.7.4.	Evaluation de l’impact sur le plancton.....	197
4.7.5.	Evaluation de l’impact sur les diatomées benthiques .....	206
4.7.6.	Evaluation de l’impact sur les espèces piscicoles .....	211
4.7.7.	Conclusion concernant le CNPE de Golfech.....	218
4.8.	<b>EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DU BLAYAIS</b> .....	219
4.8.1.	Surveillance du panache thermique.....	220
4.8.2.	Evaluation de l’impact sur la physico-chimie.....	224
4.8.3.	Evaluation de l’impact sur la microbiologie .....	226
4.8.4.	Evaluation de l’impact sur le zooplancton.....	227
4.8.5.	Conclusion concernant le CNPE du Blayais .....	228
5.	<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	228

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 7/230

## SYNTHESE

### Bugey :

Le CNPE du Bugey est passé, pendant l'été 2022, 4 fois en situation exceptionnelle sur une durée totale de 8 jours (du 19/07/22 au 20/07/22, le 4/08/22, du 8/08/22 au 9/08/22 et du 12/08/22 au 14/08/22). Les températures moyennes journalières calculées à l'aval après mélange ont atteint au maximum 26,8°C.

Le panache thermique a été suivi par la mise en place de sondes de température en plusieurs stations à l'amont et à l'aval du CNPE, en rive droite et en rive gauche, permettant la mesure en continu de la température d'eau. Les résultats obtenus montrent la présence d'une veine chaude en rive droite du Rhône et l'absence d'échauffement en rive gauche, jusqu'à la station de mesure de Loyettes (SMP aval), à 6 km à l'aval du CNPE. Ces résultats confirment les connaissances déjà disponibles sur le panache thermique du CNPE du Bugey.

Les paramètres physico-chimiques renforcés pendant l'été 2022 (MES et NH4+/NH3) ainsi que les mesures en continu du pH, de l'oxygène dissous et de la conductivité présentent des valeurs traduisant globalement un bon état des eaux, sans différence notable entre l'amont et l'aval.

La surveillance microbiologique renforcée des *Escherichia coli*, des entérocoques intestinaux, des amibes de l'espèce *Naegleria fowleri* et des cyanobactéries ne montre pas de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE. La qualité microbiologique de l'eau est restée globalement bonne pendant la période estivale.

Les valeurs de chlorophylle-a et des densités du phytoplancton sont globalement faibles en juillet-août, avec une tendance à la hausse en septembre, sans différence notable entre l'amont et l'aval. La composition du phytoplancton est aussi similaire entre les stations et moyennement diversifié.

La densité du zooplancton est globalement moyenne sur le secteur d'étude, avec des abondances ponctuellement plus importantes à l'amont ou à l'aval. Le peuplement est peu diversifié et globalement similaire entre les stations amont et aval.

L'analyse des diatomées benthiques met en évidence un peuplement diversifié et équilibré de juin à octobre, sans différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE.

En complément de ce qui précède, les suivis du phytoplancton, du zooplancton et des diatomées benthiques mettent en évidence une légère eutrophisation du milieu, liée aux conditions de canicule et d'étiage.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée dans l'environnement du CNPE pendant la période de canicule. Les indices d'état sanitaire des poissons évoluent de manière similaire entre l'amont et l'aval du CNPE, sans différence notable entre les stations. Les effectifs de poissons sont plus faibles à l'aval qu'à l'amont pendant la période de canicule, contrairement à ce qui est habituellement observé. Ce résultat peut être lié à des comportements d'évitement de la zone échauffée. Toutefois les résultats obtenus lors des campagnes automnales montrent un retour à des peuplement habituels pour les stations amont et aval.

Les résultats des suivis physico-chimiques, microbiologiques et hydrobiologiques ne mettent donc pas en évidence d'effet notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 8/230

### Saint-Alban :

Le CNPE de Saint-Alban est passé une seule journée en situation exceptionnelle, le 12/08/22. Les températures moyennes journalières calculées à l'aval après mélange ont atteint au maximum 28,04°C.

Des mesures de températures en 6 transects ont été réalisés à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban. Les résultats montrent que la veine d'eau échauffée se répartit rapidement sur la largeur du Rhône et reste en surface. La stratification est restée plus marquée à l'aval du CNPE que lors des campagnes de mesures précédentes. Les suivis physico-chimiques renforcés (MES, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>) et les mesures en continu du pH, de l'oxygène dissous et de la conductivité montrent globalement un bon état des eaux et ne présentent pas de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE.

Les résultats de surveillance des *Escherichia coli* et des entérocoques intestinaux sont variables au fil de l'été, avec des valeurs ponctuellement élevées à l'amont ou à l'aval, sans lien avec la période de canicule. Les cyanobactéries sont présentes en très faible concentration, tant à l'amont qu'à l'aval du CNPE.

Les densité et biomasse du phytoplancton sont peu élevées, et le peuplement moyennement diversifié. La composition taxonomique est similaire entre les deux stations. Des variations de densités sont observées entre stations et dans le temps, sans lien apparent avec le fonctionnement du CNPE.

Les densités de zooplancton sont aussi variables dans le temps et entre stations. La composition du peuplement est similaire entre les stations amont et aval.

Le peuplement de diatomées benthiques est globalement comparable entre les deux stations, avec une diminution de l'indice diatomées en août, plus prononcée à l'aval qu'à l'amont.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée dans l'environnement du CNPE pendant la période de canicule. L'état sanitaire est globalement meilleur à l'aval qu'à l'amont du CNPE, et diminue entre juillet et novembre. Les résultats du suivi de la structure du peuplement piscicole indiquent un moindre effectif et une moindre proportion de juvéniles à la station aval par rapport à la station amont, tout en restant dans la gamme de valeurs déjà rencontrée à cette station. Ces résultats peuvent s'expliquer par un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée, couplé à des conditions défavorables d'habitat et de courantologie dans le canal de fuite, n'offrant pas de zone de refuge thermique. Ce type de résultats est cohérent avec les conclusions de l'étude thermique du Rhône dans le contexte du changement climatique et des conditions de canicule prolongée.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 9/230

### Tricastin :

Le CNPE du Tricastin est passé une fois en situation exceptionnelle sur une durée de 9 jours consécutifs (du 7/08/22 au 15/08/22). Les températures moyennes journalières calculées à l'aval après mélange ont atteint au maximum 28,6°C.

La caractérisation du panache thermique a été réalisée par des mesures de températures sur plusieurs transects du canal de Donzère-Mondragon en amont et en aval du CNPE. Les résultats indiquent une répartition rapide de la veine chaude en surface sur toute la largeur du canal, avec une stratification verticale marquée jusqu'à l'amont de l'usine de Bollène, avec des températures en surface décroissantes. A l'aval de l'usine, la température de l'eau est homogène sur toute la section. Ces résultats confirment les connaissances déjà disponibles sur le panache thermique du CNPE de Tricastin.

Les paramètres physico-chimiques dont la surveillance a été renforcée (DCO, DBO5, MES, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>) ainsi que les mesures en continu de l'oxygène, du pH et de la conductivité ne mettent pas en évidence de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE. Les résultats de ces suivis traduisent le bon état des eaux pour ces paramètres.

Une surveillance renforcée de paramètres microbiologiques (amibes, légionelles, *Escherichia coli*, entérocoques intestinaux, cyanobactéries) a été réalisées. Les résultats traduisent globalement une bonne qualité microbiologique de l'eau, sans différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE.

La surveillance du phytoplancton montre une production très variable dans le temps avec un maximum atteint mi-juillet et une décroissance jusqu'en septembre, sans différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE. La structure du peuplement est aussi variable au fil de la saison, sans être très riche sur ce secteur. Elle ne présente pas de différence notable en l'amont et l'aval.

Le peuplement du zooplancton est variable dans le temps et entre stations en termes de densité et de composition du peuplement, avec notamment une densité et une richesse ponctuellement plus élevée à l'amont qu'à l'aval en juillet et octobre, sans qu'un lien puisse être fait avec le fonctionnement du CNPE en période de canicule. La structure du peuplement est restée comparable entre les deux stations tout au long du suivi.

Les caractéristiques du peuplement de diatomées benthiques sont aussi variables dans le temps et entre stations, avec des différences ponctuelles en termes de richesse ou d'IBD ne mettant toutefois pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée dans l'environnement du CNPE pendant la période de canicule. L'état sanitaire piscicole était légèrement meilleur à l'amont en juillet et août, sans présenter de risque pour la survie des individus concernés. De plus, les résultats étaient similaires entre l'amont et l'aval en septembre. Enfin, le peuplement piscicole était comparable entre l'amont et l'aval du CNPE sur la période d'étude.

Les résultats des suivis physico-chimiques, microbiologiques et hydrobiologiques ne mettent donc pas en évidence d'effet notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 10/230

### Golfech :

Le CNPE de Golfech est passé deux fois en conditions climatiques exceptionnelles pendant 8 jours (du 15/07/22 au 22/07/22 et le 4/08/22) et une fois en situation exceptionnelle pendant 6 jours (du 9/08/22 au 14/08/22). Les températures moyennes journalières calculées à l'aval après mélange ont atteint au maximum 29,2°C.

Une thermographie aérienne ainsi que des capteurs de température en points fixes dans quatre zones à proximité du CNPE de Golfech ont été utilisées pour caractériser le panache thermique du CNPE. Les résultats montrent que le panache thermique est limité à une zone d'environ 1 km en rive droite. Au-delà, la température redevient homogène, avec des valeurs proches de celles observées dans le tronçon court-circuité de la Garonne. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus lors d'études précédentes.

Le suivi des paramètres physico-chimiques renforcés pendant l'été 2022 (DBO5, DCO, MES, NH4+/NH3) ainsi que les mesures en continu du pH, de l'oxygène dissous et de la conductivité présentent des valeurs traduisant globalement un bon état des eaux, sans différence notable entre l'amont et l'aval.

La surveillance microbiologique renforcée des *Escherichia coli*, des entérocoques intestinaux, des amibes de l'espèce *Naegleria fowleri* et des cyanobactéries ne montre pas de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE. La qualité microbiologique de l'eau est restée globalement bonne pendant la période estivale.

La surveillance du phytoplancton montre une production algale plus élevée à l'aval du CNPE, et présentant un maximum fin août. La richesse du peuplement était aussi plus élevée à l'aval. Ces observations pourraient être liées à la présence d'aménagements hydrauliques entre la station amont et la station aval, particulière à ce site, sans lien avec le fonctionnement du CNPE.

Le zooplancton présentait aussi une richesse plus élevée à l'aval, avec une structure du peuplement comparable entre les deux stations. La densité était plus élevée début août en aval, mais était comparable dans les campagnes suivantes.

La richesse des diatomées benthiques était temporairement plus faible en août sur le secteur d'étude. L'IBD calculée à l'aval immédiat des rejets du CNPE était aussi plus faible en août avant de retrouver des valeurs comparables aux autres stations en septembre. Les résultats traduisent un peuplement riche et stable notamment à la station aval éloignée.

Aucune mortalité piscicole n'a été constatée dans l'environnement du CNPE pendant la période de canicule. Peu de poissons présentaient d'anomalie sanitaire, sans différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE. La structure du peuplement piscicole était comparable entre les stations amont et aval du CNPE pendant et après la période de canicule.

Les résultats des suivis physico-chimiques, microbiologiques et hydrobiologiques ne mettent donc pas en évidence d'effet notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 11/230

**Blayais :**

Le CNPE du Blayais est resté en conditions climatiques normales pendant tout l'été 2022. Les températures moyennes journalières calculées à l'aval après mélange ont atteint au maximum 27,3°C.

Le programme de surveillance applicable en conditions climatiques normales a été mis en œuvre. Les résultats de paramètres pertinents, pour la période juillet-août sont présentés dans ce rapport.

La surveillance des paramètres physico-chimiques (MES, salinité, pH) ne montre pas d'influence du fonctionnement du CNPE en période de canicule. Les valeurs rencontrées sont habituelles pour des situations d'étiage : présence du bouchon vaseux à l'amont de l'estuaire et salinité indicatrice des faibles débits des cours d'eau.

Les vibrions (bactéries thermophiles naturellement présente dans l'estuaire) sont présents à des niveaux habituels aux trois stations de mesure.

Les résultats de la surveillance du zooplancton sont caractéristiques des années chaudes et sèches, indiquant notamment la présence accrue des eaux marines dans l'estuaire et l'anticipation de la production de certaines espèces sous l'effet des températures élevées, quelle que soit la station considérée. Les résultats acquis sont donc cohérents avec l'historique des données.

Ces résultats de la surveillance physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne mettent pas en évidence d'effet notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 12/230

## 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"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 13/230</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 mars 2023 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 définitive 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.

## 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

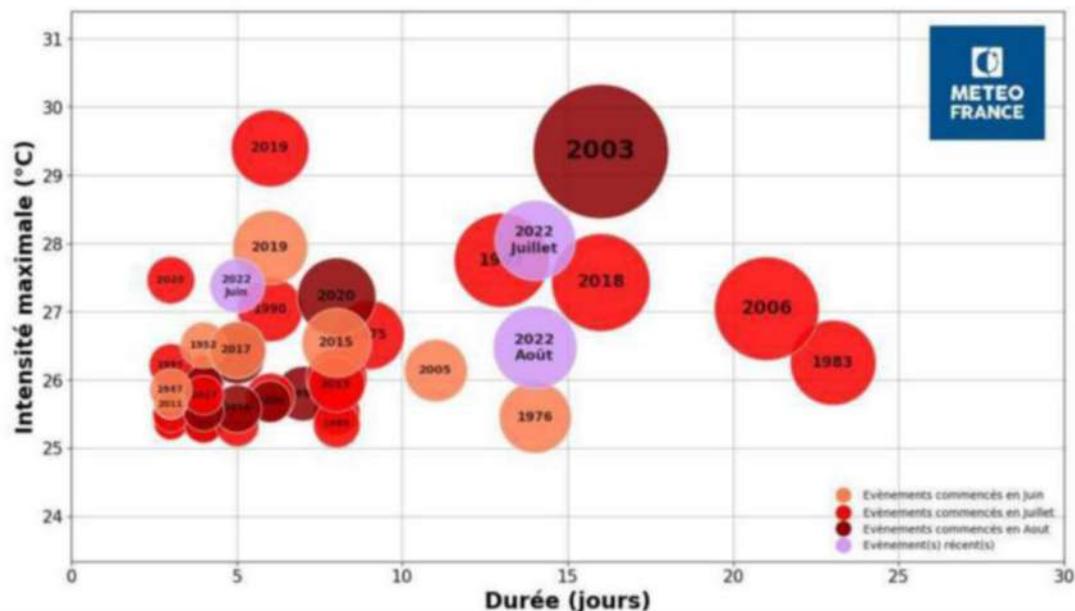


Figure 1 : Positionnement des canicules de l'été 2022 - Météo France

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 14/230

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 Leman).

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

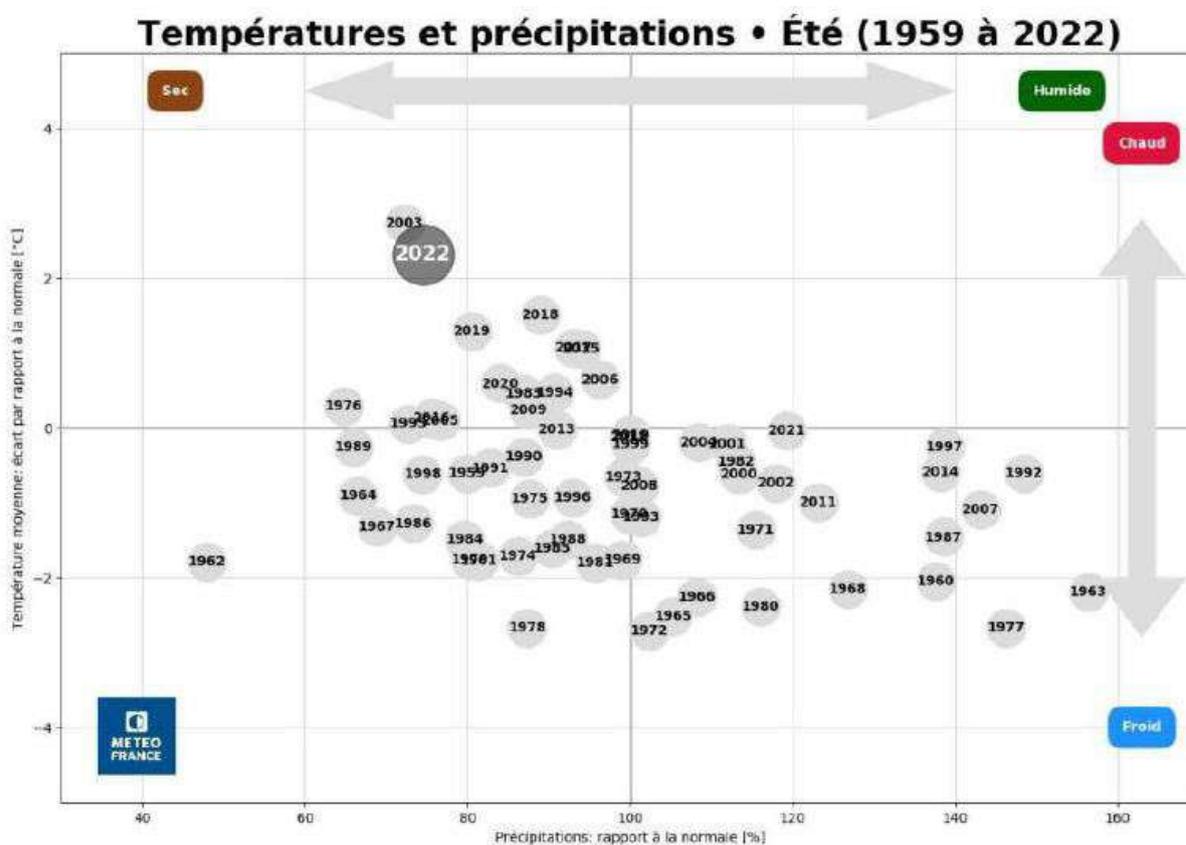


Figure 2 : Bilan des températures et précipitations des étés de 1959 à 2022 - Météo France

### 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.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 LIMITES 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 16/230

### 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.

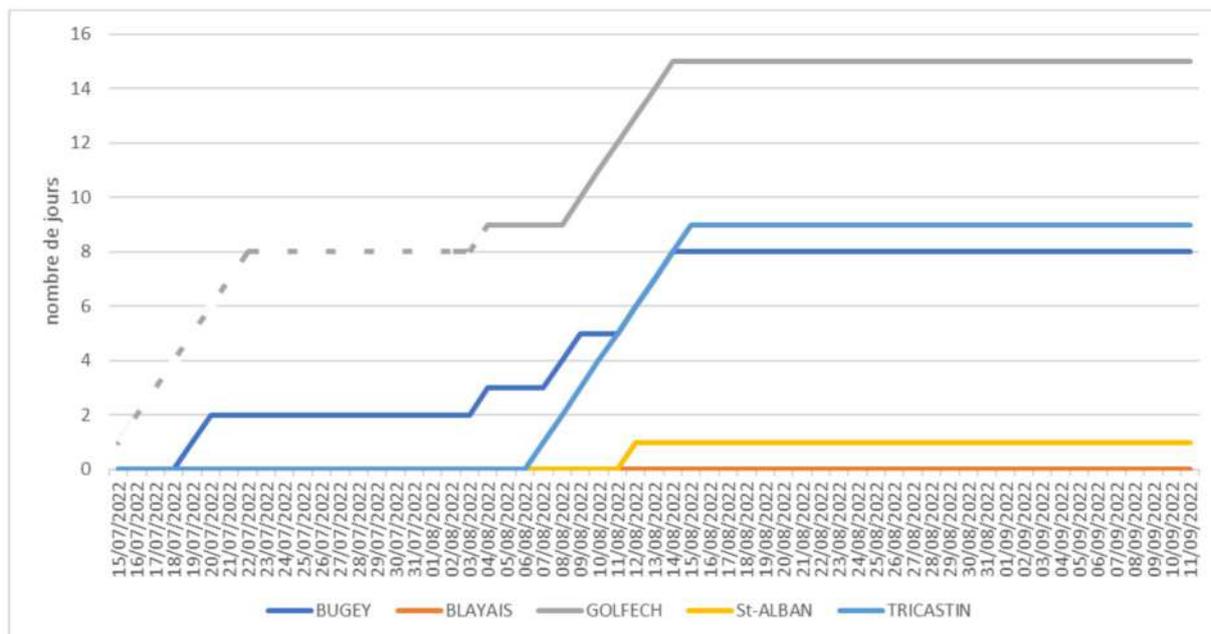


Figure 3 : Nombre cumulé de jours en Conditions Climatiques Exceptionnelles (pointillés) ou en Situation Exceptionnelle (trait plein) entre le 15 juillet et le 11 septembre 2022

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.

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 :

	<b>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</b>	
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Page : 17/230
	Indice : 1	

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		
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)
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)
Limites par CNPE <b>En rouge = limites temporaires utilisées cet été</b>	BUG : $\Delta T \leq 5^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 26^{\circ}\text{C}$ SAL : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 28^{\circ}\text{C}$ TRI : $\Delta T \leq 4^{\circ}\text{C}^{(1)} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 28^{\circ}\text{C}$ GOL : $\Delta T \leq 1,25^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 28^{\circ}\text{C}$	BUG : $\Delta T \leq 1^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 27^{\circ}\text{C}$ (2) SAL : $T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 29^{\circ}\text{C}$ TRI : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 29^{\circ}\text{C}$ <b>GOL : <math>\Delta T \leq 1,25^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 30^{\circ}\text{C}</math></b>	1 décision ASN spécifique du 8 août au 11 sept. 2022 (limites en SE)  BUG : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ (ou $\Delta T \leq 5^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 28,5^{\circ}\text{C}$ ) (5) SAL : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ TRI : $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ (ou $\Delta T \leq 4^{\circ}\text{C} - T^{\circ}_{\text{aval}} \leq 30^{\circ}\text{C}$ ) (6) 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 $T^{\circ}_{\text{am}} \geq 28^{\circ}\text{C}$ )	GOL (6 j) SAL (1 j) BUG (5 j) TRI (9 j) pour maintien à puissance maximale de chaque CNPE
Surveillance de l'environnement	<b>Surveillance pérenne</b>	<b>Surveillance renforcée</b>	<b>Surveillance art R593-40</b>
Programme de surveillance défini :	Décision « Modalités » du site		
	(1) 6°C si débit Rhône < 480 m³/s	(2) dans 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 associée à un requis RTE pour un niveau de puissance minimal (couvert par le maintien à pleine puissance) (5) si débit Rhône < 300 m³/s (6) si débit Rhône < 480 m³/s

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 18/230

### 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.



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 19/230



Figure 4 : Puissance (en MWe) 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 la 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 MWe pour économie combustible à partir de mi-août.

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



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 20/230

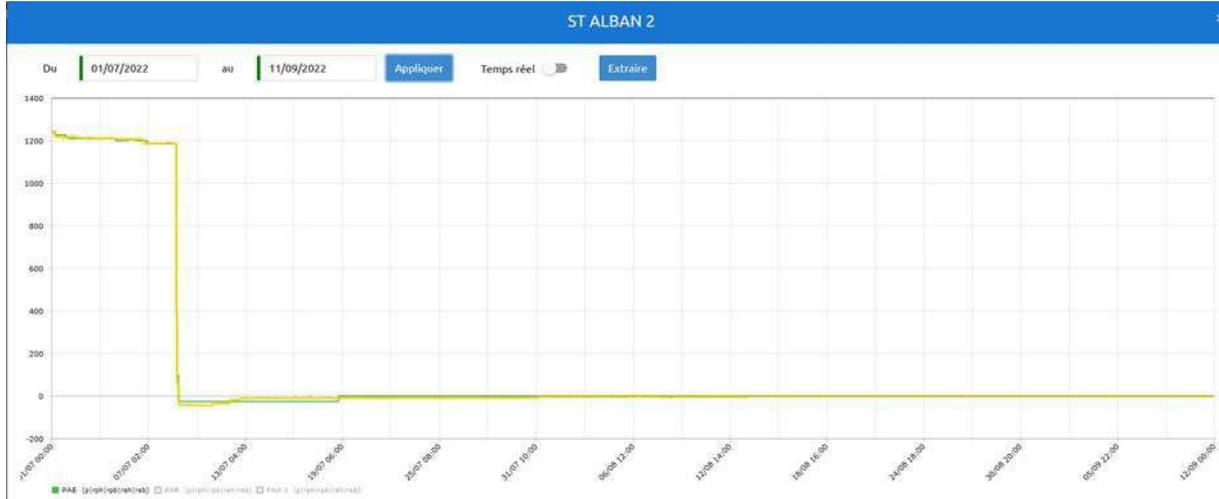


Figure 5 : Puissance (en MWe) des tranches 1 et 2 du CNPE de Saint-Alban entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAAT et la courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

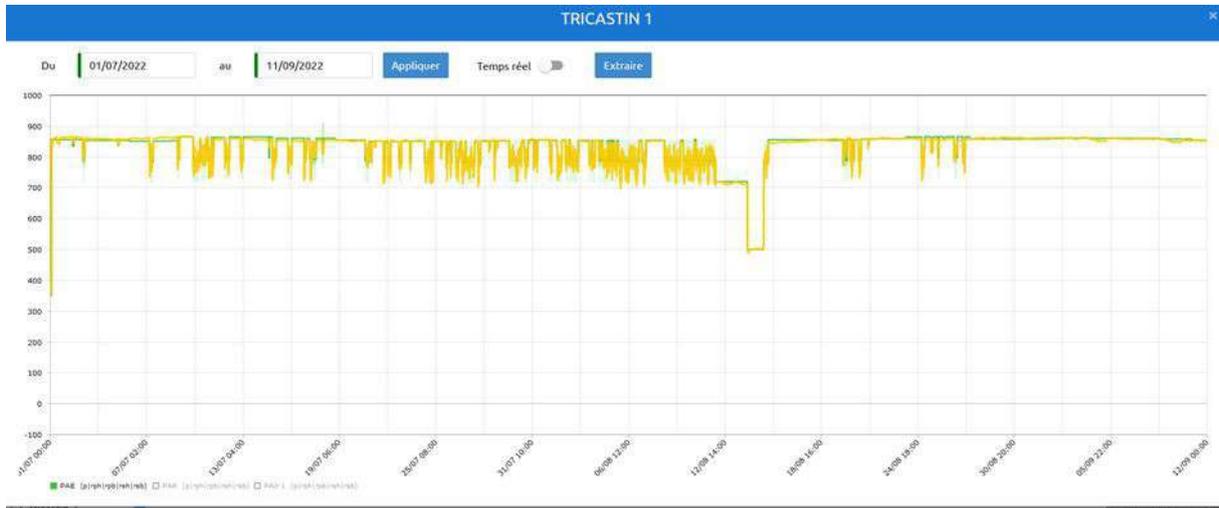
### 3.4.3. CNPE du Tricastin

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 (tranche en prolongation de cycle donc avec puissance en baisse progressive) au début d'été et est en arrêt de tranche annuel depuis le 13 août.



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 21/230



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

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 22/230

### 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.

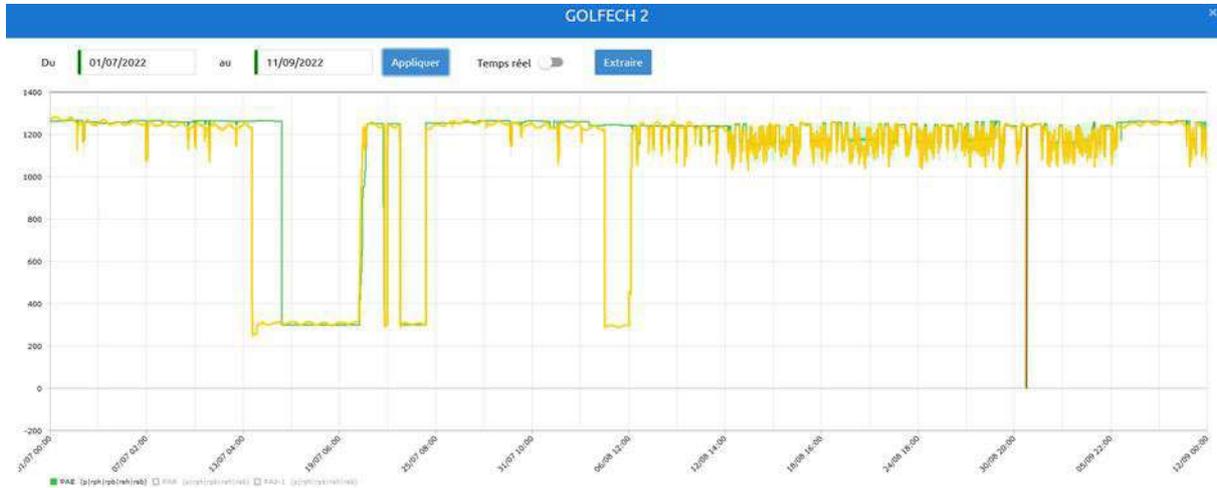


Figure 7 : Puissance (en MWe) des tranches 1 et 2 du CNPE de Golfech entre le 1er juillet 2022 et le 11 septembre 2022. La courbe verte correspond au programme émis par la DOAAT et la courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

### 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.



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 23/230



Figure 8 : Puissance (en MWe) 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 DOAT et la courbe jaune à la puissance réelle réalisée.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

### 3.5. PERTES DE PRODUCTION LIEES AU RESPECT DES LIMITES THERMIQUES

Les autorisations (arrêt 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 (donc hors décisions temporaires pour le site du Blayais). Les pertes de production pour le respect des limites en situation exceptionnelle ont été limitées à 27 GWh (sur les 52 GWh au total) sur le site du Tricastin.

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'a été enregistrée. Ceci s'explique notamment par l'arrêt du CNPE de Chooz cet été (principal contributeur aux pertes liées aux faibles débits).

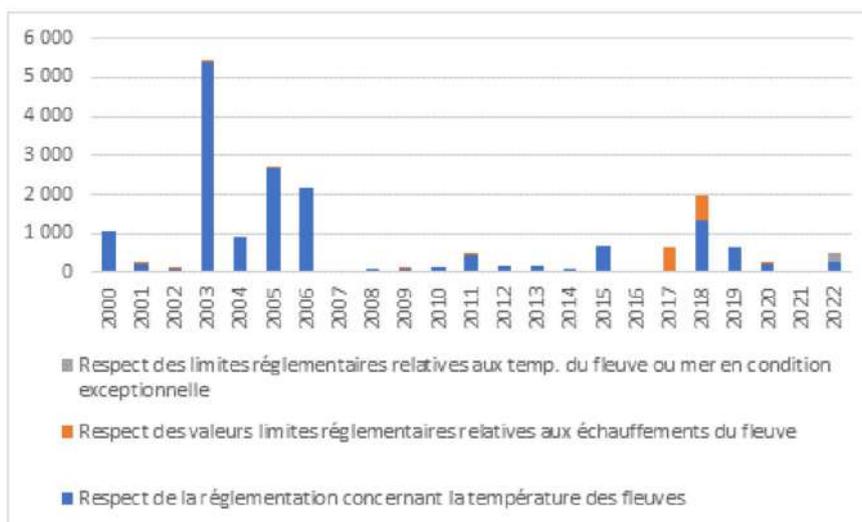


Figure 9 : Pertes de production (en GWh) par année entre 2000 et le 11/09/2022 attribuée au respect des prescriptions concernant la température et l'échauffement des fleuves

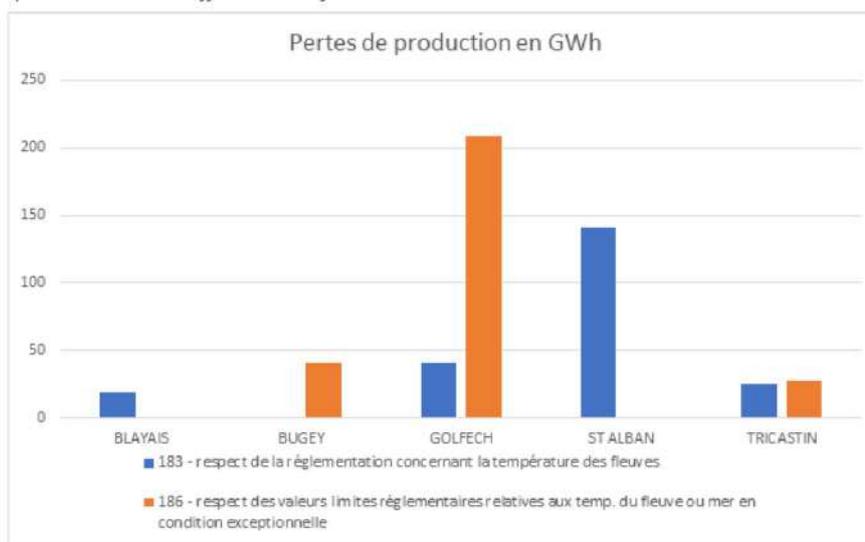


Figure 10 : Pertes de production attribuée (en GWh) par site en 2022 (données jusqu'au 11/09/2022) attribuées au respect des prescriptions concernant la température et l'échauffement des fleuves

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 25/230

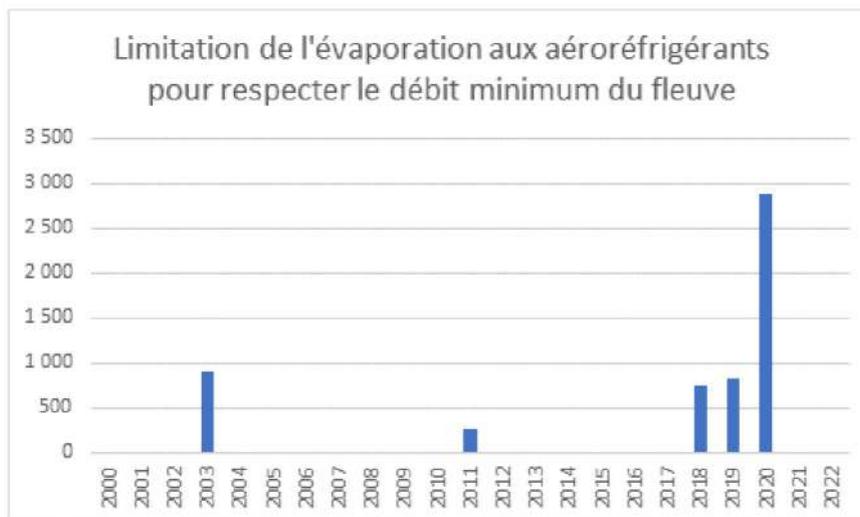


Figure 11 : Pertes de production (en GWh) par année entre 2000 et le 11/09/2022 attribuées au respect des prescriptions concernant le débit des fleuves

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<sup>ème</sup> autorisation temporaire du 9 au 14 août 2022). Cela correspond à environ 1 TWh gaz ou 80 millions de m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/s.

### 3.6. SUIVI DE LA TEMPERATURE ET DES DEBITS

Les données des chapitres suivants sont issues des valeurs enregistrées dans la base de données nationale Castor de la DTG.té.

#### 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 maxima 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.



	<b>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</b>	
	Référence : D455022006439	Page : 27/230
UNIE_GPEX	Indice : 1	

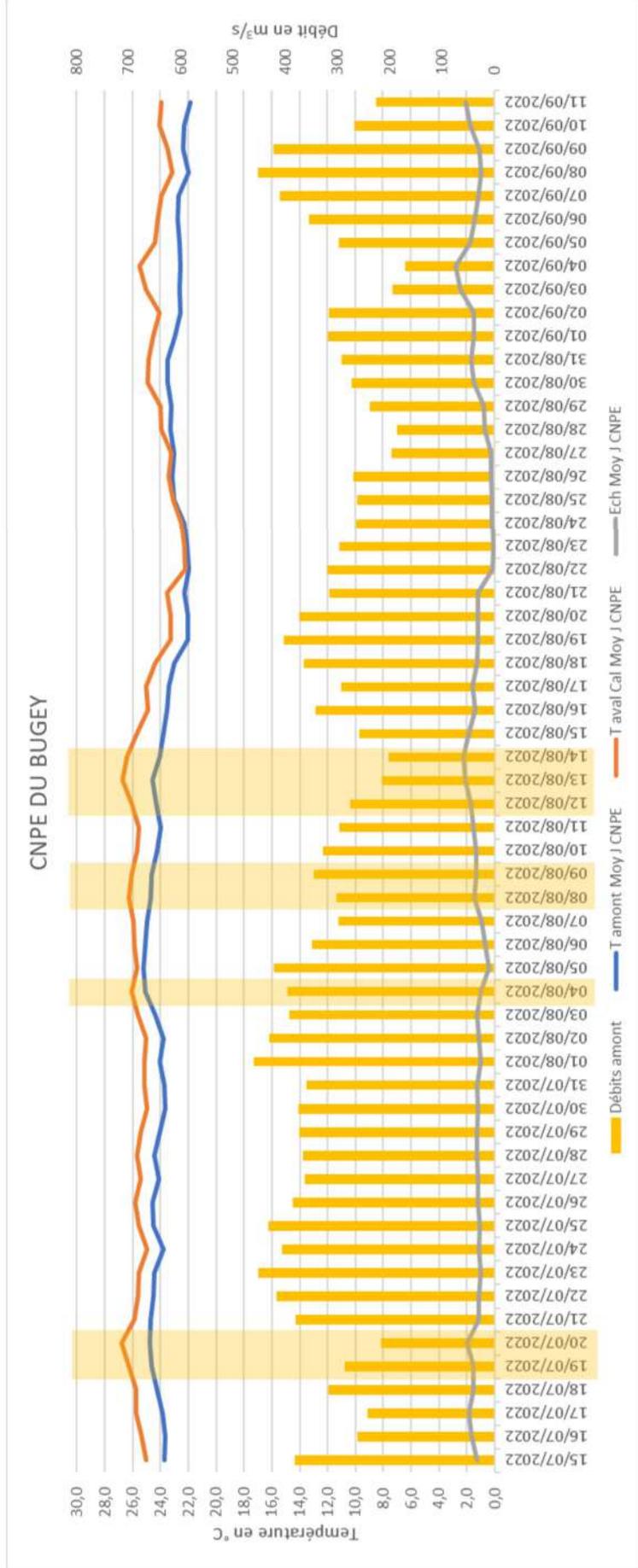


Figure 13 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE du Bugey (les jours en surbrillance jaune correspondent aux jours en SE)

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 28/230</p>

### 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 maxima 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.

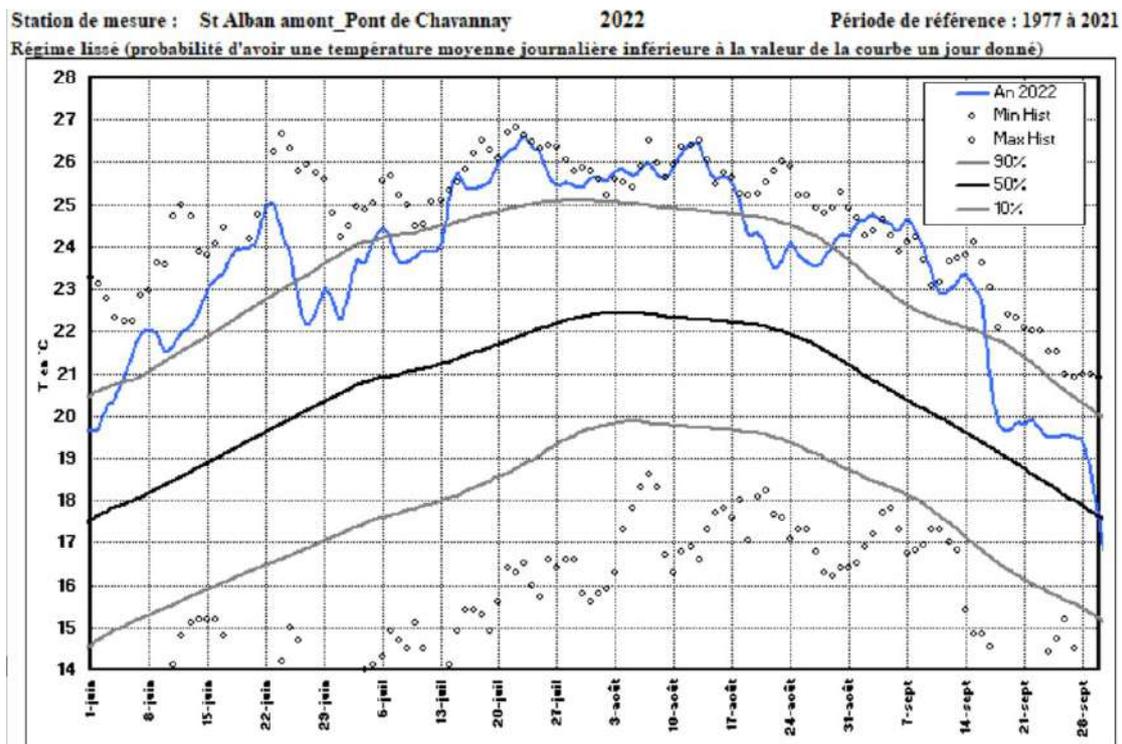


Figure 14 : Température d'eau mesurée entre le 1<sup>er</sup> juin et le 30 septembre en amont du CNPE de St-Alban

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 Ternay), 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 minima 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).

	<b>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</b>	
	UNIE_GPEX	Page : 29/230
Référence : D455022006439		Indice : 1

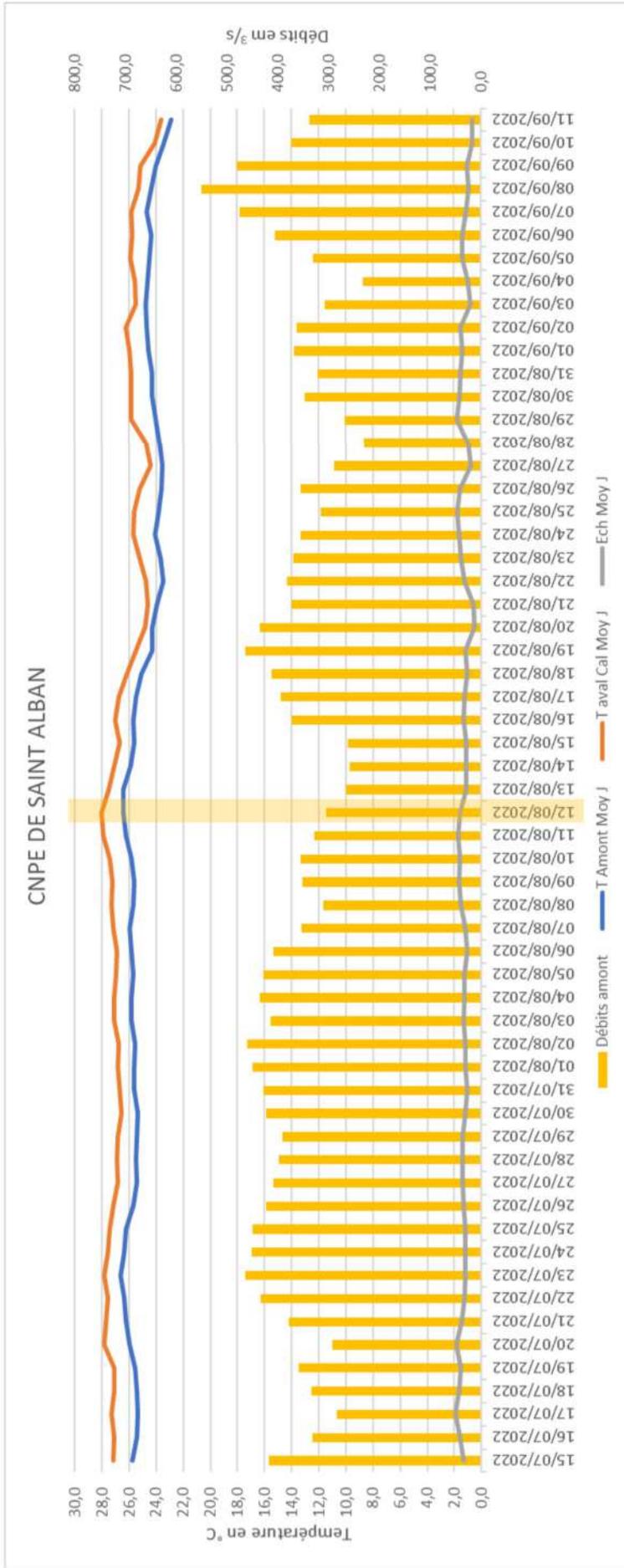


Figure 15 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE de Saint-Alban (le jour en surbrillance jaune correspond au jour en SE)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 30/230

### 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 maxima 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.

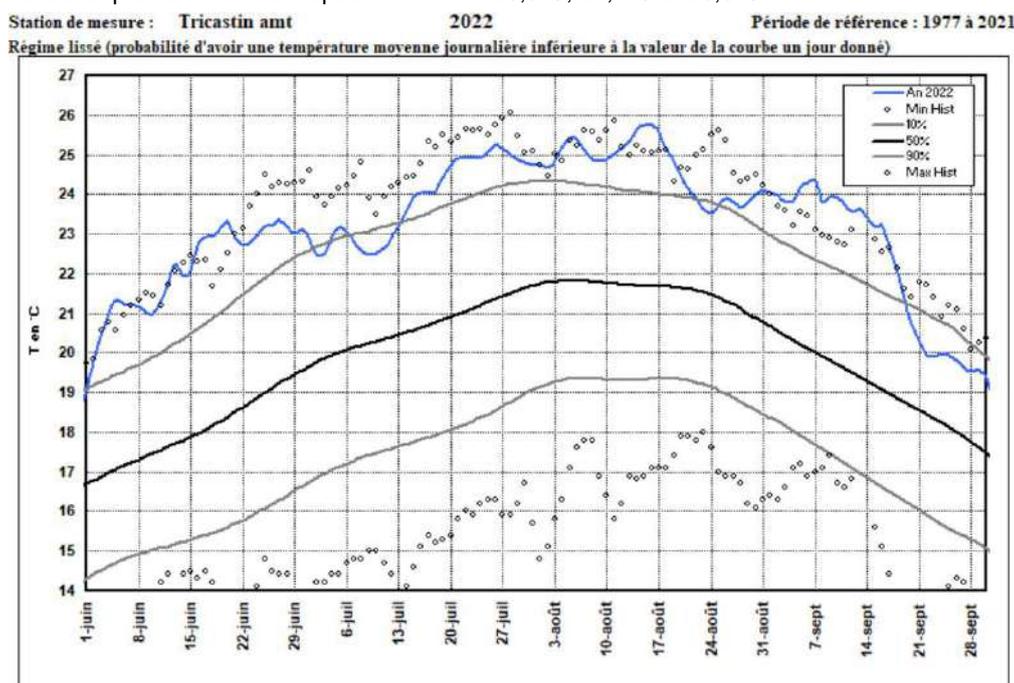


Figure 16 : Température d'eau mesurée entre le 1<sup>er</sup> juin et le 30 septembre en amont du CNPE de Tricastin

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.

	<b>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</b>	
	Référence : D455022006439	Page : 31/230
UNIE_GPEX	Indice : 1	

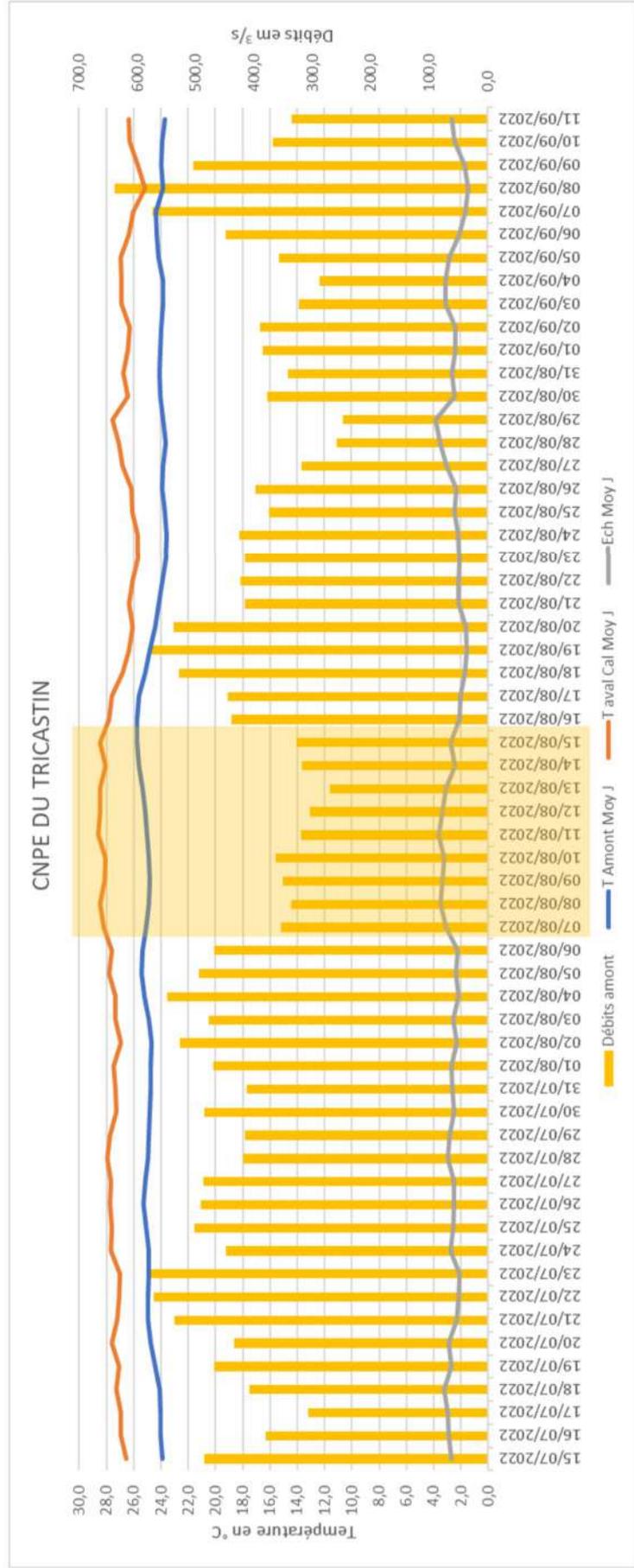


Figure 17 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE du Tricastin (les jours en surbrillance jaune correspondent aux jours en SE)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 32/230

### 3.6.4. CNPE de Golfech

La Figure 18 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 aval 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.

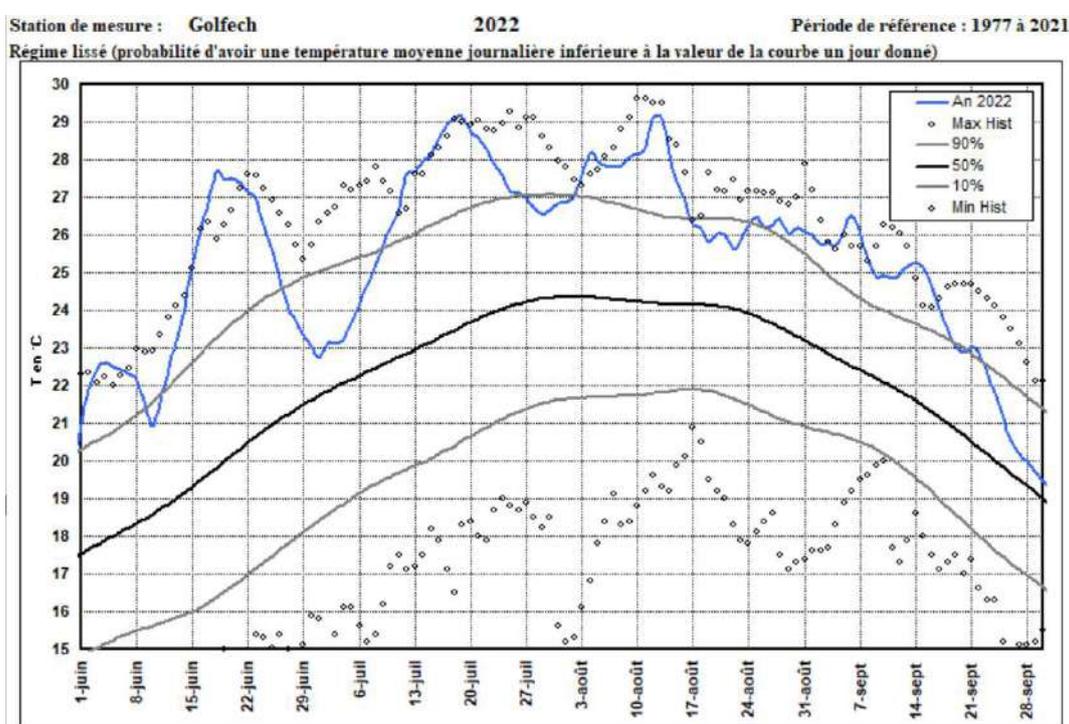


Figure 18 : Température d'eau mesurée entre le 1<sup>er</sup> juin et le 30 septembre en amont du CNPE de Golfech

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 m<sup>3</sup>/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.

	<b>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</b>	
	UNIE_GPEX	Page : 33/230
Référence : D455022006439_GOLFECH		Indice : 1

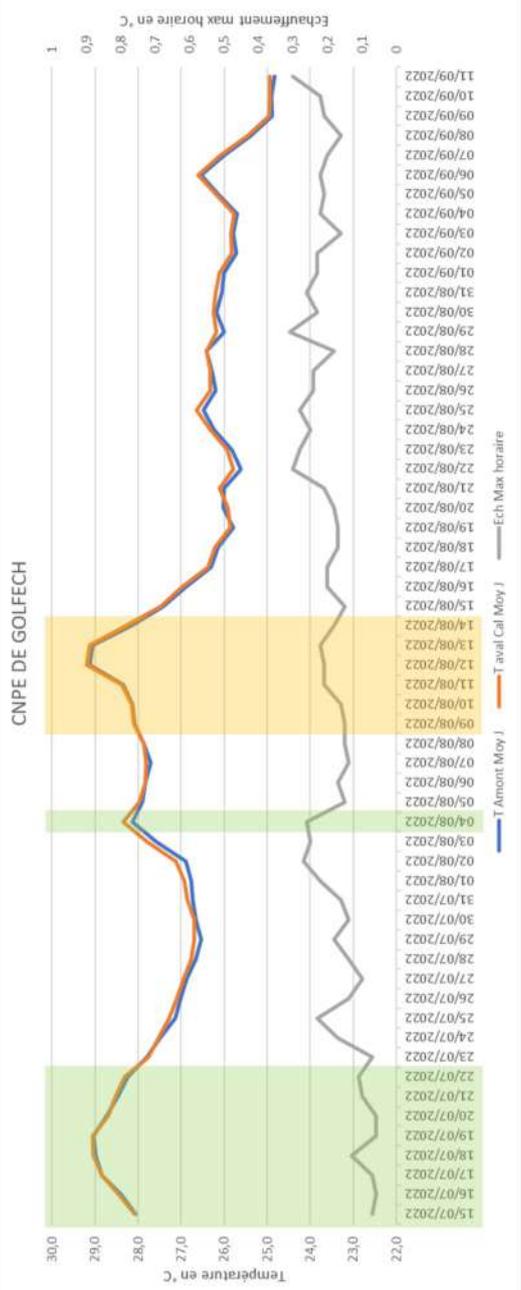
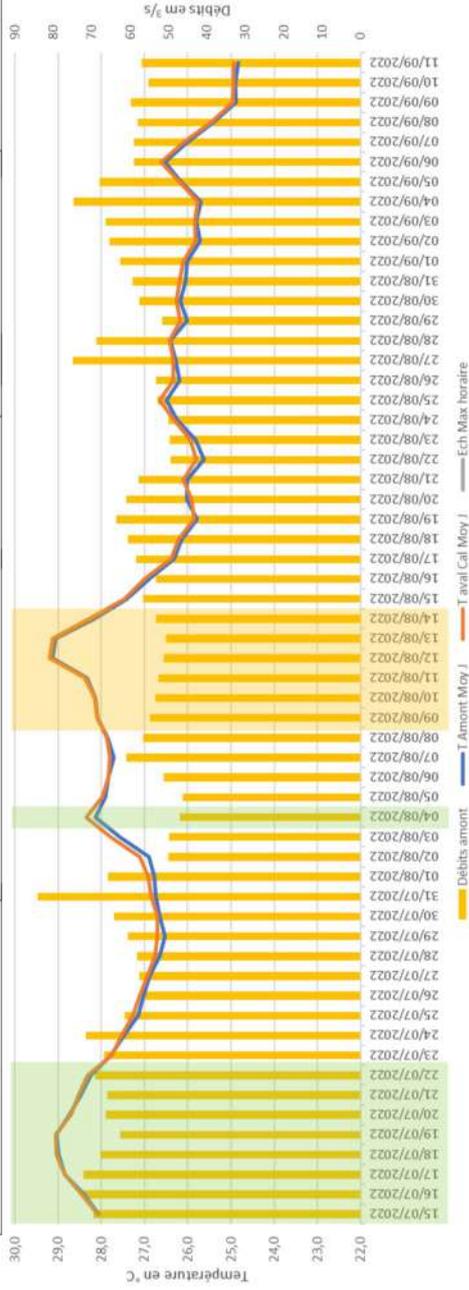


Figure 19 : Températures et débits de l'été 2022 pour le CNPE de Golfech (les jours en surbrillance verte correspondent aux jours en CCE et jaune aux jours en SE).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 34/230

### 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 autour de 26°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.

	<b>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</b>	
	Référence : D455022006439	Page : 35/230
UNIE_GPEX	Indice : 1	

A noter que le 15/07 est le premier jour en CCE.

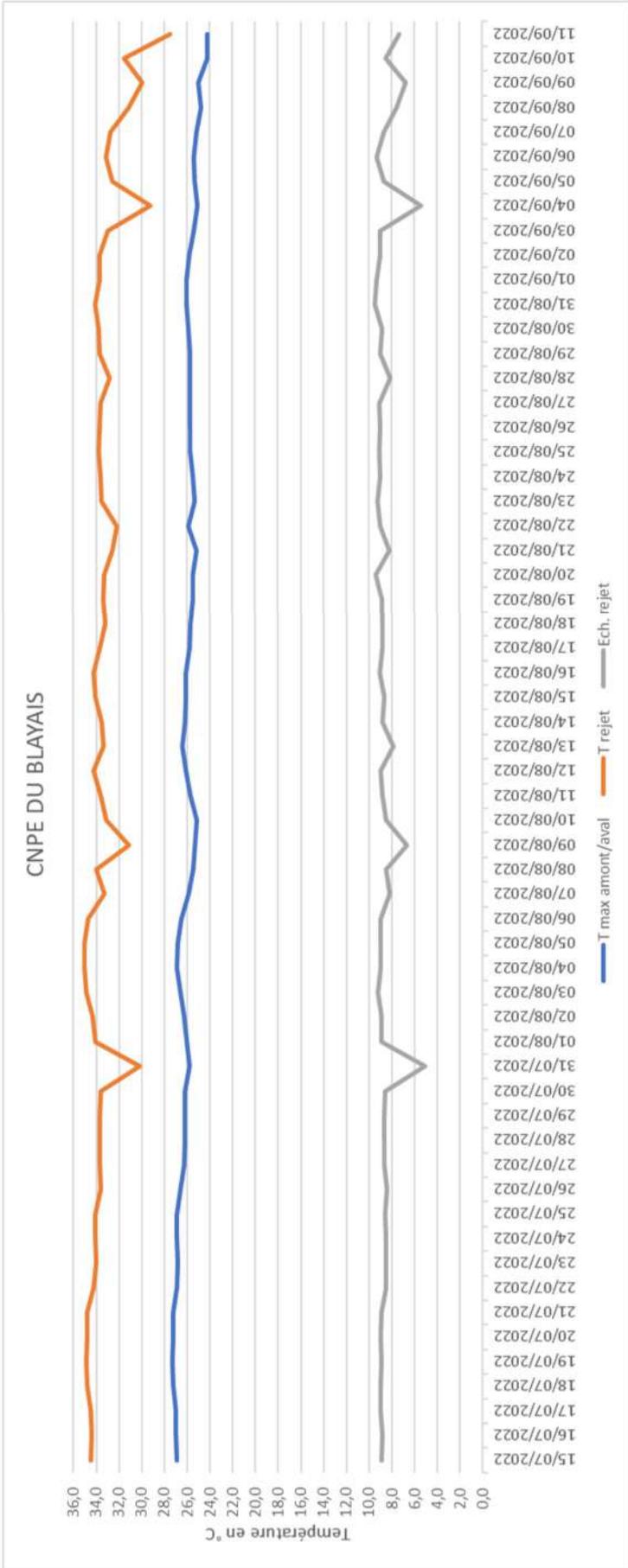


Figure 20 : Températures à la prise d'eau de l'été 2022 pour le CNPE du Blayais

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 36/230

### 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 du contexte caniculaire ont été nécessaires 9 jours (en CCE) et 24 jours (en SE) 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 37/230

## 4. EVALUATION 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 déceler 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 renforcée 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 déceler 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. En complément, EDF a proposé une analyse de la structure des peuplements piscicoles et de leur état sanitaire, même si les effets des épisodes caniculaires sur ces paramètres s'analyse sur le moyen-long terme.

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 être entré en 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 renforcée pendant l'été 2022 pour les CNPE de Bugey, Saint-Alban, Tricastin et Golfech. Ils sont complétés par une partie des résultats du programme CCN : celle couvrant les mêmes paramètres, quand les résultats étaient disponibles en date de rédaction de ce rapport.

Pour le CNPE du Blayais, pour lequel aucun programme renforcé n'a été enclenché, les résultats d'une sélection de paramètres pertinents en conditions de canicule dont les résultats sont disponibles en date de rédaction de ce rapport est aussi présentée.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

L'ensemble des résultats de la surveillance applicable en CCN sera présenté dans le Rapport environnemental annuel de chaque CNPE.

Les tableaux suivants présentent, pour les CNPE de Bugey, Saint-Alban, Tricastin et Golfech, les programmes de surveillance exceptionnelle 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 exceptionnels 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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> , chlorophylle a	1/semaine	Amont Aval	19 juillet
	O <sub>2</sub> , 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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> , chlorophylle a	1/semaine	Amont Aval	12 août*
	O <sub>2</sub> , 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.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> , chlorophylle a, DCO et DBO5	1/semaine	Amont Rejet Aval	18 juillet*
	O <sub>2</sub> , 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	Amon 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 Ava	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*

\* : les suivis ont été initiés avant le passage en SE, en raison d'une température calculée à l'aval supérieure à 27°C (exigence de la Décision modalités du CNPE)

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> , DCO, DBO5 chlorophylle a	1/semaine	Amont Aval	15 juillet*
	O <sub>2</sub> , 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*

\* : les suivis ont été initiés avant le passage en SE, en raison du passage en CCE du CNPE.

#### 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. 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.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 42/230

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 missionnés 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 volontairement 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.

Concernant les surveillances des peuplements piscicoles, les conditions de canicule rencontrées en juillet et 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.

#### 4.4. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DU BUGÉY

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



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 44/230

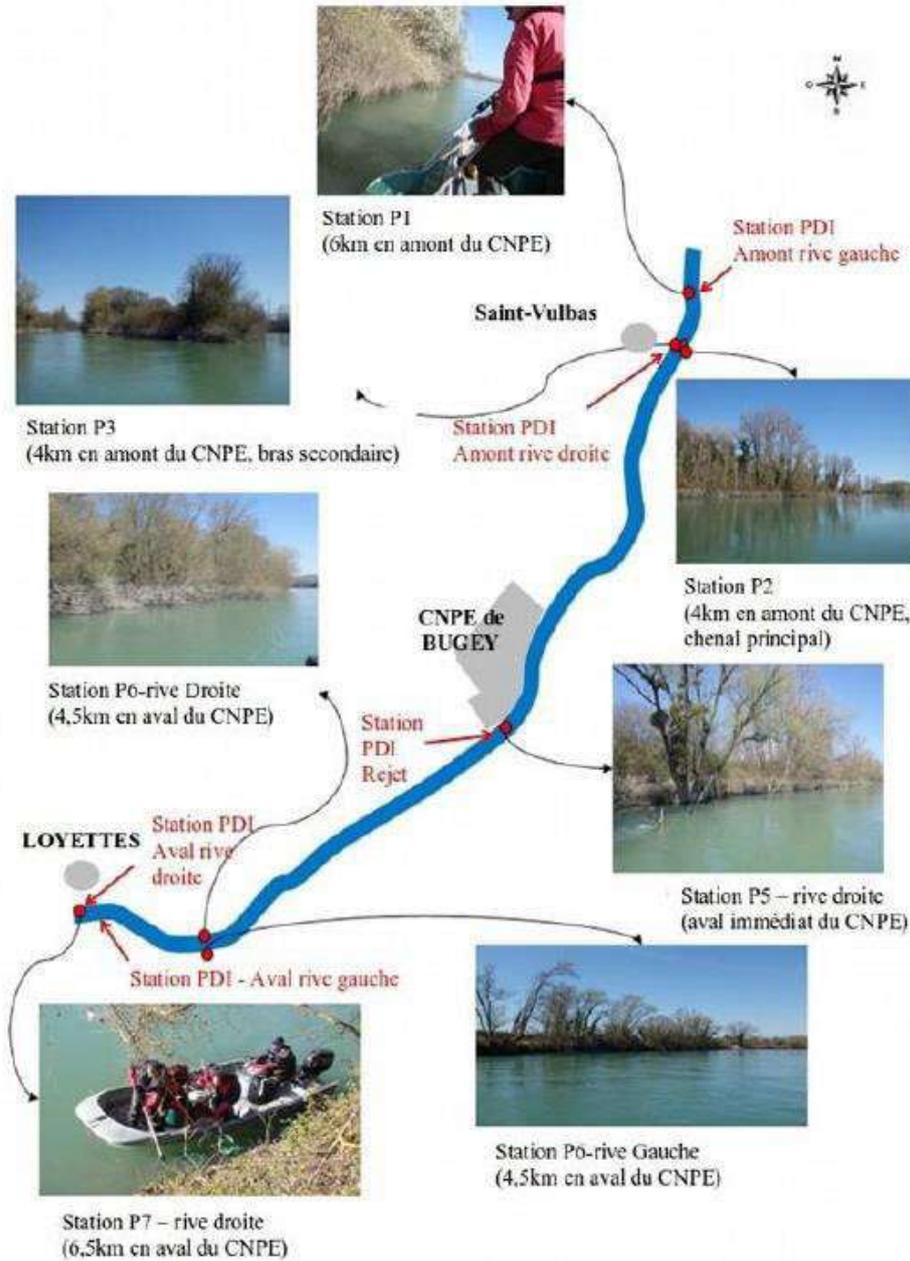


Figure 21 : Localisation des stations de surveillance hydroécologique du CNPE du Bugey (source : ARALEP)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 45/230

#### 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 MWe 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 m<sup>3</sup>/s pour deux tranches en fonctionnement (46 m<sup>3</sup>/s pour une tranche en fonctionnement). A titre de comparaison, le débit de rejet moyen au canal de rejet 4-5 est de 12 m<sup>3</sup>/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 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 également permis de montrer que les caractéristiques du panache thermique 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 (à environ 4 km du CNPE), 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).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 46/230

▪ **Dispositif de mesures**

Chaque capteur a été placé dans un tube en PVC afin de le protéger de tout objet dérivant puis fixé à un câble lesté afin d'être maintenu en pleine eau. 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.



Figure 22 : 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 47/230

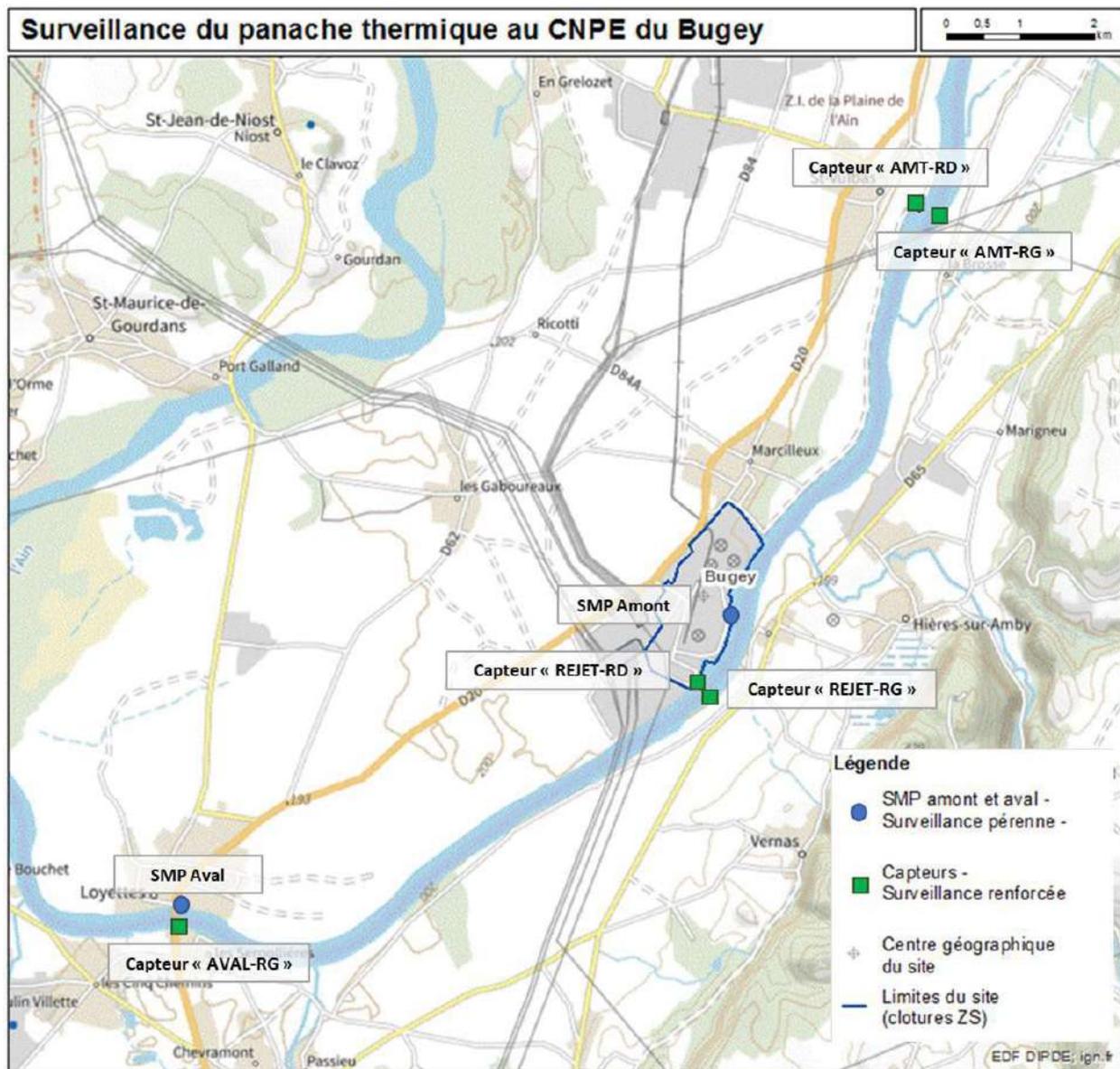


Figure 23 : Localisation des capteurs de température d'eau installés dans la cadre de la surveillance renforcée du panache thermique et du réseau de surveillance pérenne

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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-f : 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
<b>Date</b>	Du 20 juillet au 12 septembre 2022*
<b>Débit du Rhône à Lagnieu</b>	moy : 327 m <sup>3</sup> /s (min : 171 m <sup>3</sup> /s ; max : 462 m <sup>3</sup> /s) cf. § 3.6.1
<b>T° amont du Rhône – SMP amont</b>	moy : 23,5°C (min : 21,6°C ; max : 25,2°C) cf. § 3.6.1
<b>Fonctionnement du CNPE</b>	Fonctionnement réel du CNPE : 1 à 2 réacteurs en fonctionnement (Bugey 2 du 20/07 au 21/08, Bugey 5 à partir du 22/07 et Bugey 3 à partir du 26/08) cf. § 3.4.1
<b>Mesures réalisées</b>	T° mesurée en continu au niveau de 5 points
<b>Etat du CNPE / limites thermiques</b>	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<sup>er</sup> août 2022. Au-delà de cette date, les données mesurées en ce point fixe ne sont pas exploitables.

#### ▪ Evolution temporelle des températures mesurées dans le Rhône durant l'été 2022

Les capteurs installés durant l'été 2022 viennent compléter le dispositif de surveillance pérenne et permettent de suivre l'évolution, dans le temps et dans l'espace, des températures des eaux du Rhône et d'observer leur hétérogénéité en aval du CNPE du Bugey.

Le dispositif de surveillance renforcée a permis de suivre :

- la variabilité naturelle de la température en amont du CNPE du Bugey (capteurs amont rive droite – AMT RD - et rive gauche – AMT RG),
- l'hétérogénéité des températures entre la rive droite et la rive gauche du Rhône en aval immédiat du canal de rejet 2-3 (capteurs rejet rive droite – REJET RD – et rive gauche – REJET RD) et à 6 km des rejets (pont de Loyettes) avec le capteur aval rive gauche (AVAL RG).

Les paragraphes suivants présentent les résultats du suivi mis en œuvre. Ces résultats sont issus des mesures réalisées entre le 20 juillet et le 12 septembre 2022.

#### Température amont

Les capteurs positionnés en amont du CNPE sont localisés à proximité des stations de surveillance amont de l'environnement aquatique.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Entre le 20 juillet et le 12 septembre, les températures mesurées en amont du CNPE (capteur amont rive droite – AMT RD, capteur amont rive gauche - AMT-RG et SMP Bugey Amont – Cf. Tableau 4-g et Figure 24) au niveau des différents points instrumentés sont très proches avec une différence moyenne sur la période de mesure de :

- 0,3 °C [ -0,1 ; 0,4 ] entre le capteur AMT RD et la SMP Bugey Amont,
- 0,3°C [ 0,2 ; 0,3 ] entre le capteur AMT RG et la SMP Bugey Amont.

Les capteurs amont rive gauche (AMT RG) et amont rive droite (AMT RD) donnent des températures similaires avec ponctuellement des différences limitées (écarts AMT RD et AMT RG compris entre -0,4°C et 0,1°C) de l'ordre de la précision des mesures (0,3°C).

**Les écarts de température entre ces différents points de mesure sont faibles au regard de l'incertitude des mesures. La température du Rhône est considérée comme homogène en amont du CNPE du Bugey.**

Les capteurs installés en amont du CNPE mettent en évidence que la température du Rhône a été supérieure à 25°C en moyenne journalière durant 4 jours consécutifs entre le 4 et le 7 août avec une température maximale de 25,5°C rencontrée le 5 août 2022.

Tableau 4-g : Valeurs caractéristiques des températures mesurées en amont du CNPE entre le 20 juillet et le 12 septembre

	<i>Bilan des mesures de température - Amont (en °C)</i>		
	SMP Bugey Amont	Capteur AMT-RD	Capteur AMT-RG
<i>Min</i>	21,6	22,2	21,8
Percentile 10 %	22,0	22,4	22,3
<b>Médiane</b>	<b>23,5</b>	<b>24,1</b>	<b>23,8</b>
<b>Moy.</b>	<b>23,5</b>	<b>23,9</b>	<b>23,8</b>
Percentile 90 %	24,7	25,0	25,0
<i>Max</i>	25,2	25,5	25,5

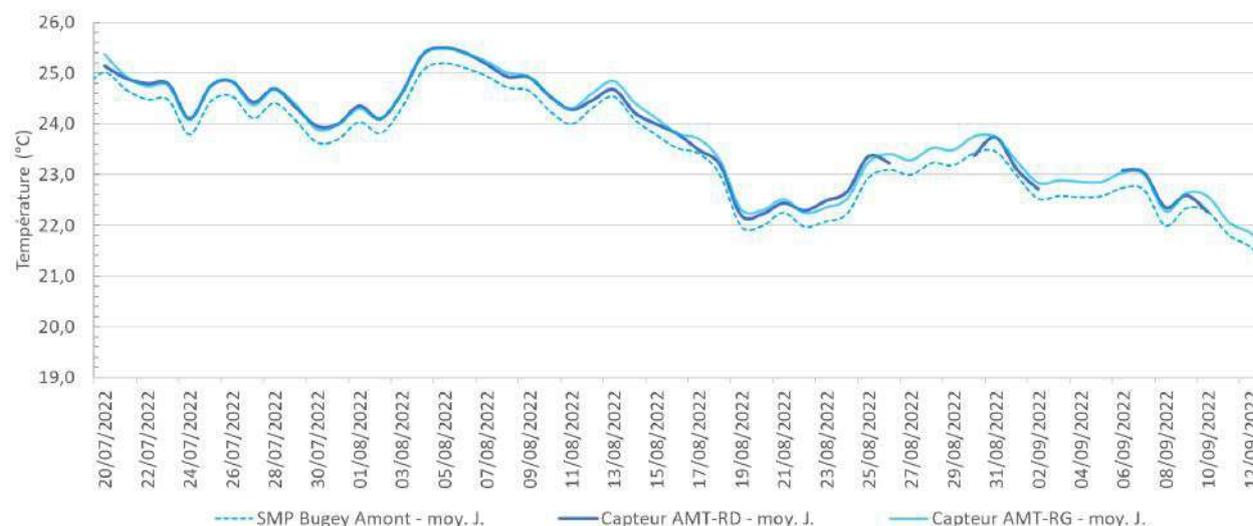


Figure 24 : Evolution de la température amont du Rhône entre le 20 juillet et le 12 septembre

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 50/230

*Il est à noter que durant 8 jours, certaines données mesurées au capteur AMT – RD ne sont pas exploitables sur la période de mesure (capteur hors d'eau).*

### **Température du Rhône en aval immédiat des rejets**

En aval immédiat du canal de rejet 2-3, des capteurs ont été installés en rive droite et en rive gauche.

La Figure 25 montre l'évolution des températures en aval immédiat du canal de rejet 2-3 en rive droite (capteur REJET-RG) et en rive gauche (capteur REJET-RG) et souligne que la rive droite est sous influence directe du rejet alors que la rive gauche n'est pas influencée.

L'écart de température maximal entre la rive droite et la rive gauche est de l'ordre de 10°C. Ces écarts de température entre la rive gauche et la rive droite correspondent à des périodes où l'une des deux tranches en circuit ouvert est en fonctionnement à pleine puissance (la tranche 2 puis la tranche 3). Lorsque les tranches en circuit ouvert sont à l'arrêt (entre le 22 août et le 26 août), les écarts entre la rive droite et la rive gauche sont limités (de l'ordre de 0,2°C).

Cependant, à partir du 1<sup>er</sup> août, la Figure 25 montre une baisse significative des températures mesurées en rive droite (sous influence directe du rejet) sans qu'une baisse de puissance de la tranche 2 ne soit observée (hormis entre le 4 et le 8 août).

Cette diminution des températures s'explique par le redémarrage des pompes CRF de la tranche 3 (de manière alternative) pour leur requalification et la remise en eau des circuits. Ce redémarrage génère un rejet d'eau non échauffé et induit un léger déplacement transversal de la veine chaude issue de la tranche 2.

**Cette diminution de la température mesurée en aval direct des rejets souligne une emprise réduite du panache en aval immédiat du rejet et montre que la température mesurée au capteur « REJET-RD » est représentative d'une température atteinte dans une zone localisée, soumise à l'influence du fonctionnement des pompes du circuit de refroidissement des réacteurs 2 et 3.**

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

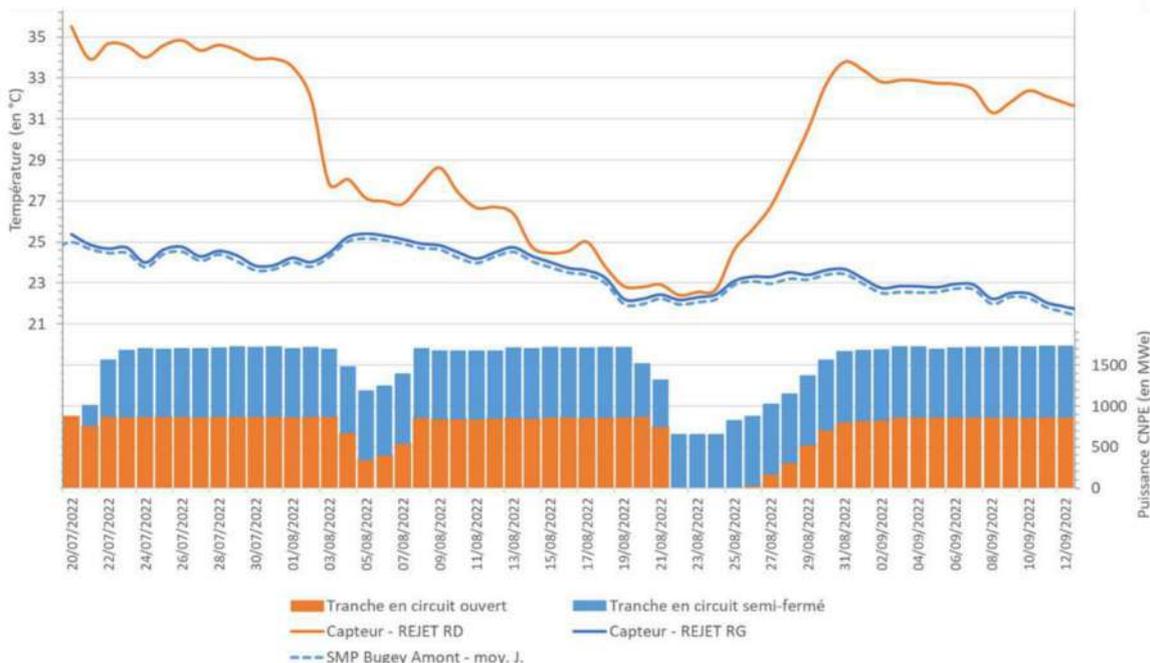


Figure 25 : Evolution de la température en aval immédiat du canal de rejet 2-3 entre le 20 juillet et le 12 septembre

En rive gauche, les eaux du Rhône ne sont pas influencées par les rejets du CNPE et la température est proche des températures mesurées à l'amont (Cf. Tableau 4-h). Ainsi, comme en amont du CNPE, la température a été supérieure à 25°C durant 4 jours avec une valeur maximale de 25,4°C mesurée le 5 août 2022.

Tableau 4-h : Différence de température entre le capteur REJET-RG et les points de mesure amont

	SMP Amont	Capteur AMT-RG	Capteur AMT -RD
Ecart de température en °C – moyenne (min ; max)			
Capteur REJET-RG	0,2°C (0,2 °C ; 0,5 °C)	-0,1°C (-0,1°C ; 0,0°C)	0,0°C (-0,2°C ; 0,3°C)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 52/230

### Température du Rhône en aval – pont de Loyettes

La SMP aval du CNPE du Bugey est localisée à 6 km en aval des rejets en rive droite. Un capteur a été positionné en rive gauche (capteur AVAL RG), en face de la SMP aval.

#### Comparaison des températures mesurées en rive droite (SMP aval) et en rive gauche (capteur AVAL RG)

Pour rappel, le capteur installé en rive gauche au droit de la SMP de Loyettes a été détérioré le 1<sup>er</sup> août 2022 : seuls 13 jours de mesures de température sont disponibles en ce point. Cette défaillance est liée à une action humaine, indépendante d'une défaillance propre du capteur, malgré un positionnement dans une zone de courant à distance de la berge, via un tronc immergé en grande partie dans le cours d'eau et donc inaccessible sans une embarcation.

Les données disponibles à 6 km en aval confirment que les rejets thermiques du CNPE ne sont pas complètement mélangés aux eaux du Rhône : les températures mesurées à la SMP aval, localisée en rive droite du Rhône, sont nettement plus importantes que celles mesurées en rive gauche et que la température aval calculée après mélange.

La SMP aval permet de suivre la zone influencée par la veine échauffée issue des rejets thermiques du CNPE.

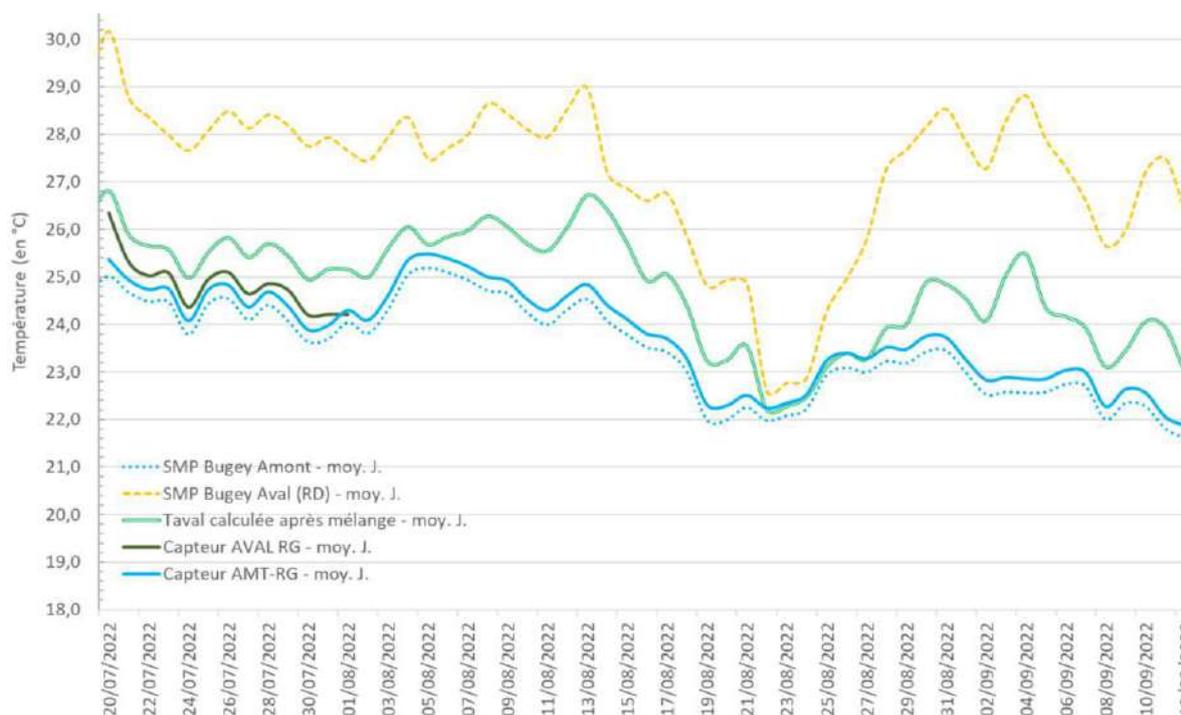


Figure 26 : Températures mesurées en rive droite et rive gauche du Rhône à Loyettes (capteur aval RG et SMP aval située en rive droite) comparées à la température aval calculée après mélange et à la température mesurée à la SMP amont (en moyennes journalières)

Nota : Les températures (en moyenne journalière) des capteurs « AVAL RG » et « AMT-RG » sont calculées à partir de 10 valeurs horaires pour la journée du 20 juillet (à partir de 14h – soit une légère surestimation de la valeur journalière) et de 13 valeurs horaires pour la journée du 1<sup>er</sup> août 2022 (jusqu'à 13h, uniquement pour le capteur « AVAL RG » soit une légère sous-estimation de la valeur journalière). Ces deux journées ne sont pas prises en compte dans le tableau suivant.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 53/230

Sur la base des données disponibles (et en tenant compte d'une chronique incomplète sur le capteur AVAL RG), on observe une différence de température de l'ordre de 3 à 4°C entre la rive droite et la rive gauche et la température mesurée en rive gauche est systématiquement inférieure à la température aval calculée après mélange (cf. Figure 27 et Tableau 4-i). On constate par ailleurs (cf. Tableau 4-i) que les températures mesurées en rive gauche au niveau du pont de Loyettes sont très proches des températures mesurées en amont, ce qui confirme que la rive gauche n'est quasiment pas influencée par la veine échauffée issue des rejets thermiques du CNPE.

Tableau 4-i : Différence de température entre le capteur aval rive gauche et la SMP Aval (rive droite)

	T aval calculée après mélange	SMP Aval	Capteur AMT-RG	SMP Amont
<i>Ecart de température en °C – moyenne (min ; max)</i>				
Capteur AVAL-RG	-0,7°C (- 1,0 °C ; - 0,5 °C ;)	- 3,4°C (- 3,7 °C ; - 2,9 °C)	0,3°C ( 0,2°C ; 0,4°C)	0,6°C (0,5°C ; 0,7°C)

#### Connaissance de la dilution du panache thermique à Loyettes

Comme indiqué dans le paragraphe 4.4.1.2, les campagnes de mesures précédentes ont montré qu'au droit de la SMP aval, le mélange des rejets du CNPE n'est pas complet et qu'une veine échauffée est toujours présente en rive droite. La température aval mesurée à la SMP est donc plus importante que la température aval calculée après mélange.

Ces mesures ont aussi montré que plus le débit du Rhône est important et plus la veine de rejet induite par les rejets thermiques est marquée en rive droite (avec une emprise du panache sur la transversale plus réduite) et moins la rive gauche est influencée.

La Figure 27 illustre le mélange des rejets thermiques à Loyettes et l'emprise transversale du panache thermique en fonction du débit grâce à des profils de températures réalisés pour deux débits différents.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 54/230

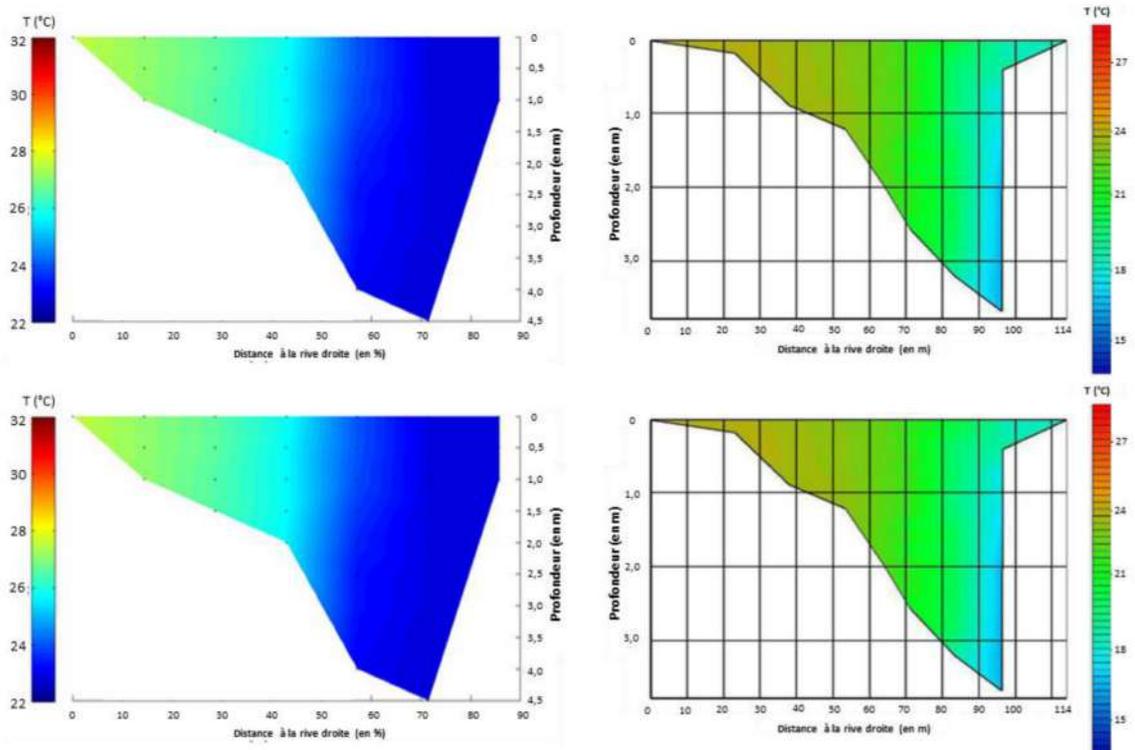


Figure 27 : Profils de température réalisées à Loyettes en août 2009 (à gauche - débit du Rhône de 364 m<sup>3</sup>/s) et en octobre 2016 (à droite - débit du Rhône de 158 m<sup>3</sup>/s)

A gauche, la différence de température maximale sur la section de mesure est de 4,8°C pour un échauffement après mélange de 1,1°C ; à droite la différence de température maximale sur la section de mesure est de 7,6°C pour un échauffement moyen après mélange de 5,3°C.

**Les résultats obtenus lors de l'été 2022 sont donc cohérents avec les campagnes de mesures précédentes et confirment que le panache thermique est localisé en rive droite jusqu'au pont de Loyettes.**

Les écarts entre les températures mesurées en amont du CNPE et les mesures en aval en rive gauche sont très faibles (entre 0,3°C et 0,6°C) au regard de l'incertitude des mesures (de l'ordre de 0,3°C). Ainsi, l'influence des rejets thermiques est faible voire négligeable en rive gauche.

**Bilan du suivi thermique lors de l'été 2022**

Les mesures réalisées durant cette période estivale confirment la connaissance du panache thermique issue des données de suivi déjà disponibles. Les caractéristiques du panache sont similaires à celles déjà observées en dehors de périodes estivales : le panache thermique en aval du CNPE se caractérise par une veine échauffée localisée en rive droite sur les premiers kilomètres, avec des zones non-échauffées en rive gauche.

Ces mesures confirment aussi la complémentarité des mesures aux SMP amont et aval pour suivre les températures en zone influencée ou non influencée autour du CNPE car les températures en rive gauche en amont du pont de Loyettes sont proches de celles mesurées à la SMP amont.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 55/230

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

##### 4.4.2.1. MES et ammonium

Les matières en suspension (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. À titre indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus, la limite de la seconde meilleure classe d'aptitude du SEQ-Eau V1<sup>1</sup> pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de la meilleure classe d'aptitude est à 25 mg/L).

La présence d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) 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. À titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de classe d'état « très bon » en ammonium de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié<sup>2</sup> est de 0,5 mg/L (la limite de classe d'état « bon » 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<sub>3</sub>), 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 : SANDRE<sup>3</sup>) :

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

Avec [NH<sub>3</sub>] la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] 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. À 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<sub>3</sub>/L, et la valeur guide associée est de 5 µg NH<sub>3</sub>/L. Ce paramètre n'est pas pris en compte dans les évaluations du SEQ-Eau et de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié.

La surveillance des MES et de l'ammonium est demandée par la Décision Modalités du CNPE du Bugey (décision 2022-DC-0726 modifiant la décision 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.

L'ensemble des résultats collectés durant l'été 2022 sont présentés dans les Tableau 4-j et Tableau 4-k.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement – version en vigueur en février 2023

<sup>3</sup> SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau ; paramètre 1351 : ammoniac non ionisé : <http://id.eaufrance.fr/par/1351>

	<b>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</b>										
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439					Indice : 1			Page 56/230	

Tableau 4-j : résultats des mesures de MES pendant la période estivale à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

MES (mg/L)	12/07 <sup>a</sup>	19/07	25/07	08/08	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	13/09 <sup>a</sup>
Amont RD	3,1	3,8	8,8	7,6	3,8	6,3	5,1	3,8	4,3	<8	4,6
Amont RG	3,9	*	*	6,3	3,3	6,7	4,4	2,8	<2,0	6,8	4,4
Aval RD	2,7	4,0	9,0	4,3	4,7	4,7	2,5	3,1	12	12	15
Aval RG	<2,0	*	*	4,5	9,2	3,4	<2,0	2,1	2,8	7,9	4,3

\* : Prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

<sup>a</sup> : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

Les concentrations en MES sont globalement du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval. Des concentrations ponctuellement plus élevées ont été mesurées en aval rive droite en septembre, sans lien avec les conditions de canicule. La valeur mesurée à la station rejet du CNPE le 13/09 (5,8 mg/L) montre qu'il n'y a pas de lien entre le fonctionnement du CNPE et ces valeurs plus élevées en aval. Toutes les valeurs sont inférieures à 25 mg/L (limite de la meilleure classe d'aptitude du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialité biologique »).

Tableau 4-k : résultats des mesures d'ammonium pendant la période estivale à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

Ammonium (mg NH <sub>4</sub> /L)	12/07 <sup>a</sup>	19/07	25/07	08/08	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	13/09 <sup>a</sup>
Amont RD	0,01	< 0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,03
Amont RG	0,02	*	*	<0,05	<0,05	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,03
Aval RD	0,01	< 0,05	< 0,05	<0,05	<0,05	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,03
Aval RG	0,02	*	*	<0,05	<0,05	0,03	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,03

\* : Prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

<sup>a</sup> : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

Les concentrations en ammonium sont toutes très faibles, inférieures à la limite de classe de bon état de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié et sans différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE du Bugey.

Les concentrations en ammoniac non ionisé (NH<sub>3</sub>) calculées à partir des concentrations en ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4-l : résultats des teneurs en ammoniac (obtenus par calcul à partir de la concentration en ammonium) pendant la période estivale à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

Ammoniac dissous (µg NH <sub>3</sub> /L)	12/07 <sup>a</sup>	19/07	25/07	08/08	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	13/09 <sup>a</sup>
Amont RD	1,53	<0,943	1,30	<4,22	<1,32	0,75	<1,24	<1,94	<1,49	1,79	1,09
Amont RG	2,49	*	*	<5,30	<2,05	0,94	<1,91	<2,48	<1,95	2,27	1,08
Aval RD	1,10	<4,40	<1,68	<3,21	<1,58	0,55	<2,07	<2,49	<2,58	2,41	1,35
Aval RG	0,95	*	*	<4,25	<1,12	0,92	<1,58	<3,16	<2,51	2,46	1,06

\* : Prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

<sup>a</sup> : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

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

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 57/230

Pour l'ensemble des valeurs calculées, les concentrations en ammoniac non ionisé sont 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. Ces résultats démontrent l'absence de dégradation de la qualité d'eau pour la vie piscicole pendant la période de canicule et dans le mois suivant.

#### 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/L<sup>4</sup>.

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 28 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

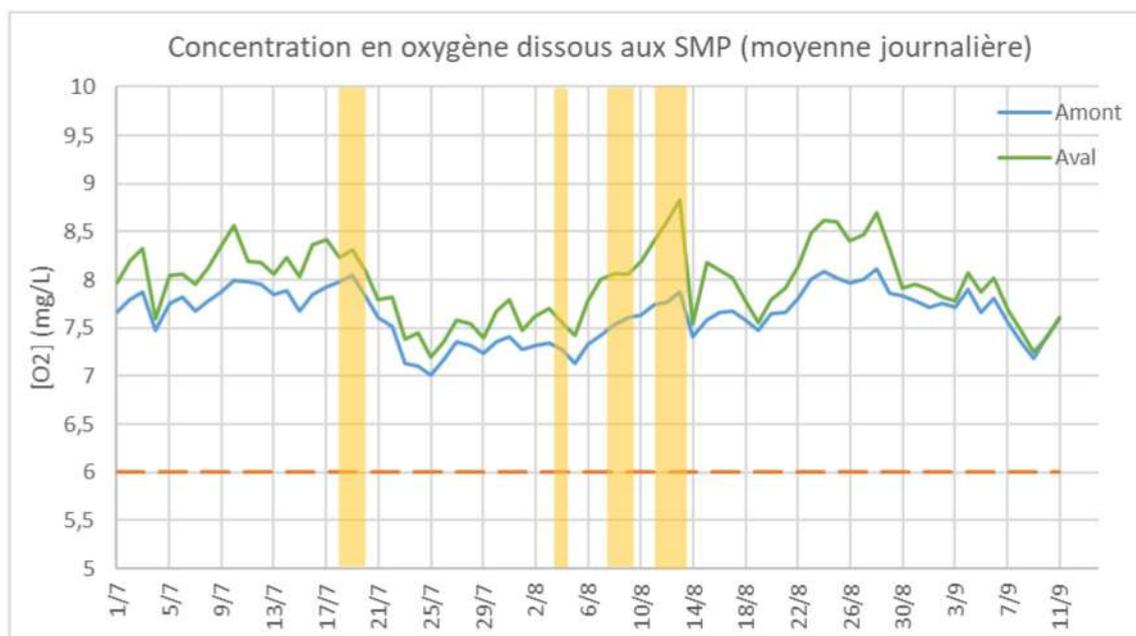


Figure 28: moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE du Bugey. La ligne pointillée orange représente la valeur de 6 mg/L (seuil d'information de l'OFB). Les zones jaunes indiquent les périodes de SE.

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).

<sup>4</sup> 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 58/230

#### 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 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 du Bugey par deux stations multi-paramètres (SMP). Les données sont disponibles à la maille horaire. La Figure 29 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

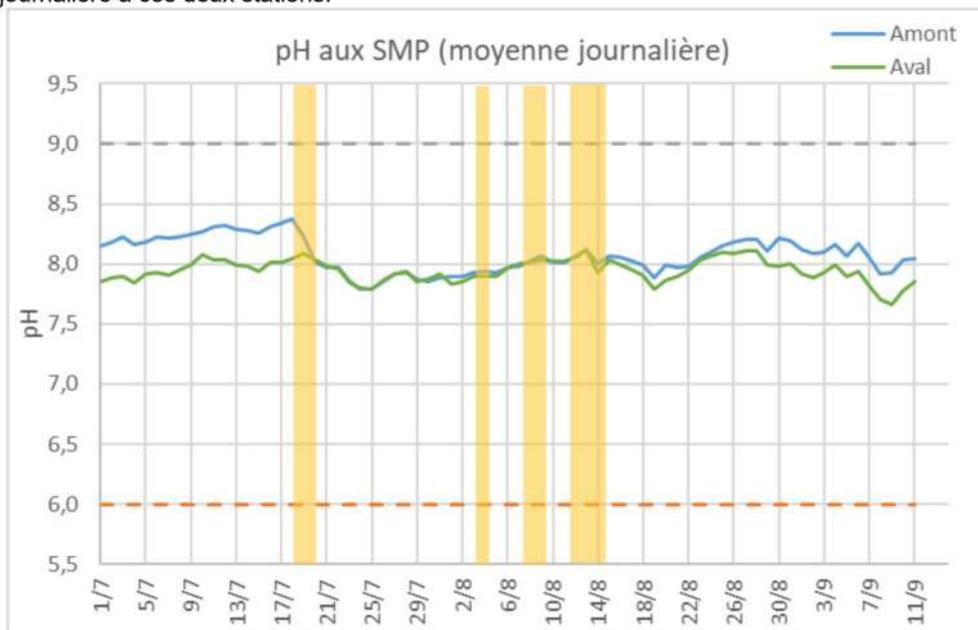


Figure 29 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE du Bugey. Les pointillés représentent, à titre indicatif, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal (selon l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié). Les zones jaunes indiquent les périodes de SE.

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 d'état 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 30 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 59/230

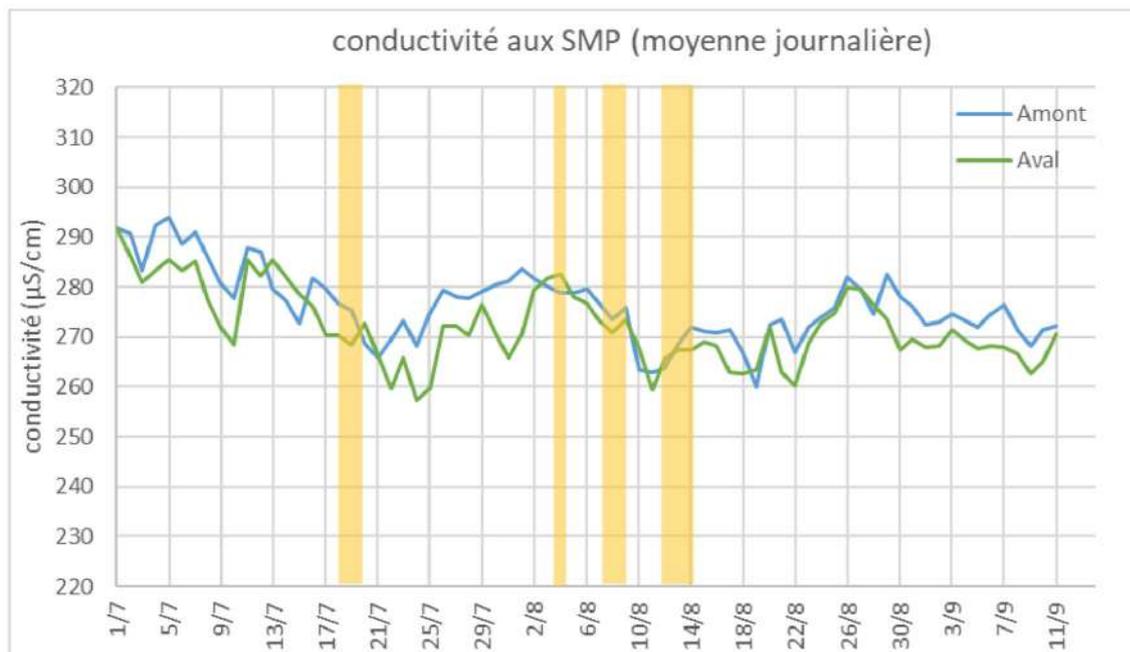


Figure 30 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE du Bugey pendant l'été 2022. Les zones jaunes indiquent les périodes de SE.

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 différence 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. Évaluation 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. À 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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

La surveillance de ces paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE du Bugey (décision 2022-DC-0726 modifiant la décision 2014-DC-0442). Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-m.

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

<i>E. coli</i> (NPP/100 mL)	19/07	25/07	08/08	12/08	18/08	25/08	01/09	08/09
Amont RD	38	38	159	38	357	38	250	119
Amont RG	*	*	38	983	255	<38	357	77
Aval RD	38	<38	188	<38	200	38	38	204
Aval RG	*	*	38	38	255	305	208	250

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

\* : Prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

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 à partir du 14 août (apport de contamination par le lessivage des sols). Les valeurs observées en amont rive gauche le 12 août sont plus élevées que l'ensemble des autres valeurs observées pendant l'été 2022, sans lien avec les rejets du CNPE.

#### 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, à fréquence mensuelle et renforcée par la proposition d'EDF dans le dossier Art. R593-40-II (pièce D), à fréquence hebdomadaire. Les résultats obtenus par les mesures en amont et en aval du CNPE pendant l'été 2022 sont présentés dans le Tableau 4-n.

Tableau 4-n : 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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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, tout en restant dans une gamme de valeurs déjà mesurées à l'aval du CNPE du Bugey, hors périodes de canicules (2 à 35 Nf/L).

#### 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 et une mesure des cyanotoxines en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance spécifique des cyanobactéries est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. De plus, la surveillance du phytoplancton (proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II) permet aussi d'obtenir des données sur les cyanobactéries. L'ensemble de ces résultats sont présentés dans le Tableau 4-o.

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

Cyanobactéries (cell./mL)	19/07	20/07 <sup>a</sup>	25/07	03/08 <sup>a</sup>	08/08	10/08 <sup>a</sup>	12/08	18/08 <sup>*</sup>	12/09 <sup>a</sup>
Amont RD	45	150	30	87	149	108	0	180 <sup>a</sup>	32
Amont RG	-	-	-	-	0	-	15	0	-
Aval RD	67	647	115	67	51	306	14	184 <sup>a</sup>	142
Aval RG	-	-	-	-	0	-	51	53	-

- : Prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

<sup>a</sup> : Résultat acquis dans le cadre du suivi du phytoplancton.

<sup>\*</sup> Le 18/08 deux prélèvements ont été réalisés aux mêmes stations et analysés par deux laboratoires différents : une pour l'analyse spécifique des cyanobactéries, l'autre pour l'analyse complète du phytoplancton. Le résultat le plus pénalisant a été retenu.

Les concentrations mesurées en cyanobactéries sont très faibles, toutes inférieures de plus d'une à deux unités logarithmiques à 20 000 cellules/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. Elle est aussi demandée dans le programme de surveillance applicable en CCN, mensuellement.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 62/230

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

Tableau 4-p : 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	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	15/11 <sup>a</sup>
Amont RD	1	1	1	1	1	1	1	1	2	<0,5
Amont RG	*	*	1	1	1	1	1	1	1	<0,5
Aval RD	3	1	1	1	2	1	1	1	4	<0,5
Aval RG	*	*	1	1	1	1	1	1	3	<0,5

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

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

Les concentrations en chlorophylle a 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 4 µg/L) lors des campagnes du 19/07 (SE) et 08/09 (CCN). 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). Les analyses détaillées du peuplement phytoplanctonique présentés dans le paragraphe suivant ne montrent pas de différence spatio-temporelle notable en termes de biomasse, notamment les 20/07 et 12/09. 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)<sup>5</sup>. 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 les campagnes suivantes, la valeur en aval est identique à la valeur amont 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. Un individu peut être unicellulaire ou composé d'une multitude de cellules (colonies ou filaments). C'est pourquoi, la **densité algale** (nombre d'individus phytoplanctoniques dans un volume d'eau) et la **densité cellulaire** (nombre de cellules dans un volume d'eau) sont analysées. La **biomasse algale** totale est exprimée en mg/L (ou mm<sup>3</sup>/L) et est calculée à partir de la somme des biovolumes de chaque taxon. Ce biovolume est évalué à l'aide de formules géométriques appropriées correspondant à la taille et à la forme des cellules considérées.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule les 20 juillet, 03, 10 et 18 août et le 12 septembre.

#### 4.4.4.1.2.1. **Richesse taxonomique**

La richesse taxonomique exprime le nombre de taxons identifiés dans l'échantillon, quel que soit le niveau d'identification atteint (classe, genre, espèce). Ces valeurs sont résumées dans le tableau ci-dessous.

<sup>5</sup> 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.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-q : Richesse taxonomique du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

Date	Station	20/07	03/08	10/08	18/08	12/09
Richesse taxonomique (nb. de taxons)	Amont	27	41	33	27	50
	Aval	32	35	27	39	62

La **richesse taxonomique** est variable en fonction des campagnes de prélèvements et des stations. En juillet et août, elle est globalement moyenne, voire faible, aux deux stations. Par la suite, lors de la campagne de septembre, elle est sensiblement plus élevée. Cette augmentation peut être expliquée par la diminution de la densité phytoplanctonique à cette période, diminuant la compétition inter-spécifique et facilitant l'implantation de nouveaux taxons. Au total, 124 taxons ont été dénombrés dans le Rhône à hauteur du CNPE de Bugey.

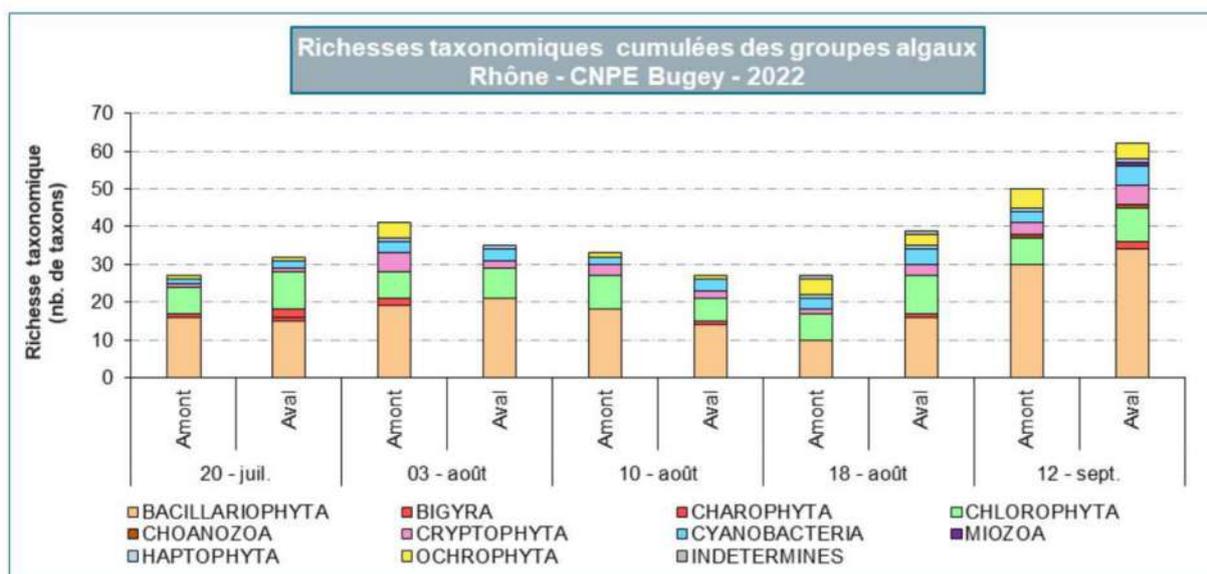


Figure 31 : Richesse taxonomique par groupe algues à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

Quel que soit le prélèvement, **les Bacillariophyta** (ou diatomées<sup>6</sup>) sont le groupe algal présentant le plus de taxons. De juillet à août, la richesse taxonomique de ce groupe algal est déjà relativement élevée (de 10 à 21 taxons), puis elle augmente en septembre (30 taxons à l'amont et 34 à l'aval). Cette augmentation est conforme à ce qui est attendu. En effet, ces algues se développent préférentiellement hors période estivale, lorsque les températures de l'eau ne sont pas trop élevées.

**Les Chlorophyta** (ou algues vertes) sont également présentes. Quelle que soit la station, le nombre de ces taxons est moyen et stable au cours de la période estivale (de 6 à 10 taxons selon le prélèvement).

**Les Cryptophyta** et **les Cyanobacteria** (ou cyanobactéries) présentent également un nombre de taxons stable au cours de la période estivale, mais assez faible (de 1 à 5 taxons par groupe algal). Tandis que les taxons d'**Ochrophyta** sont surtout plus nombreux lors des deux dernières campagnes. Les autres groupes algues sont très peu diversifiés.

<sup>6</sup> Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

**4.4.4.1.2.2. Densité algale et cellulaire – biomasse**

La biomasse algale retranscrit la production algale du peuplement phytoplanctonique. Tandis que les concentrations en phytoplancton s'expriment aussi bien en densité algale (nombre d'individus uni- ou pluricellulaires) qu'en densité cellulaire (nombre de cellules). Ces trois métriques sont complémentaires et sont présentées en parallèle dans le tableau et les graphiques suivants.

Tableau 4-r : Résultats de densité algale, cellulaire et de biomasse algale à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

Date		20/07	03/08	10/08	18/08	12/09
Densité algale (ind./mL)	Amont	940	610	760	580	300
	Aval	880	560	680	890	320
Densité cellulaire (cell./mL)	Amont	1 110	710	940	760	330
	Aval	1 500	640	980	1 120	470
Biomasse algale totale (mg/L)	Amont	0,21	0,13	0,16	0,09	0,11
	Aval	0,20	0,09	0,12	0,19	0,14

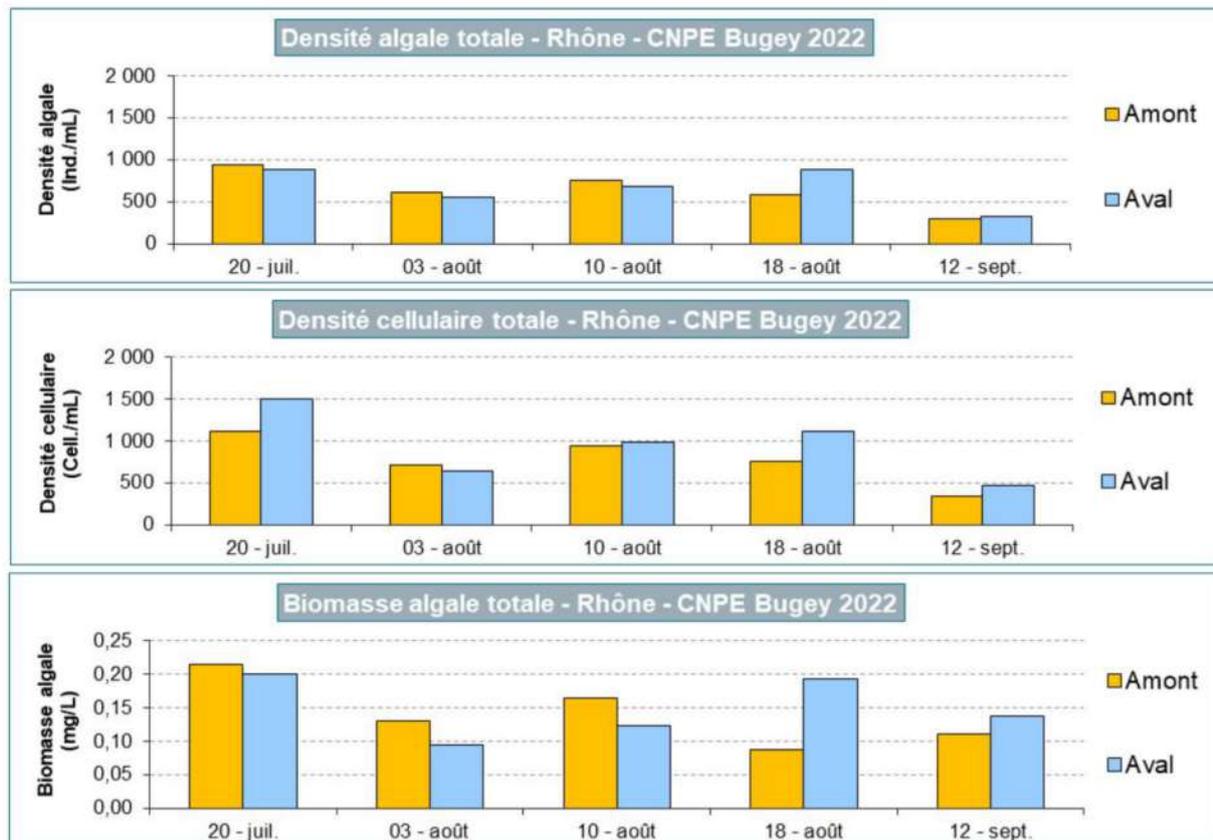


Figure 32 : Phytoplancton – Densité algale (haut), densité cellulaire (milieu) et biomasse algale (bas) à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

Les trois métriques présentent des variabilités selon les campagnes et les stations. Dans tous les cas, elles sont faibles, voire très faibles que ce soit en amont ou en aval du CNPE.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 65/230

**Les densités algales et cellulaires** sont le plus élevées lors de la première campagne de prélèvement. Les densités sont légèrement plus faibles lors des campagnes du 3 août et du 12 septembre, concordant avec l'augmentation du zooplancton à la station amont (cf. §4.4.4.2). Par ailleurs, mis à part le prélèvement du 20 juillet à la station aval, les valeurs de densités algales et cellulaires sont globalement similaires, témoignant de l'abondance de taxons unicellulaires.

Le 20 juillet, l'eau de la station aval présente une densité cellulaire plus importante que la densité algale, signifiant l'abondance d'individus coloniaux. En l'occurrence, c'est en grande majorité des cyanobactéries et leur abondance entraîne une légère différence entre les deux stations au niveau de la densité cellulaire. D'autre part, le 18 août, les densités sont plus élevées à l'aval, suite notamment au développement des diatomées.

**Les biomasses algales** sont particulièrement faibles. Elles ne semblent présenter aucune tendance temporelle. En revanche, quelques différences semblent apparaître entre les deux stations. Du 20 juillet au 10 août, les biomasses algales sont légèrement plus élevées dans l'eau de la station amont par rapport à l'aval. Tandis que le 18 août, les biomasses algales sont deux fois plus élevées à l'aval. Ce changement soudain n'a lieu qu'en une semaine. Dans tous les cas, ces différences sont essentiellement dues aux diatomées.

Ces trois métriques permettent de qualifier le peuplement phytoplanctonique de faiblement productif au cours de la période estivale 2022. Les résultats des quatre métriques décrites ci-dessus sont en accord avec les mesures de chlorophylle a effectuées tout au long de l'épisode de CCE, les valeurs étant très majoritairement égales à 1 µg/l, tant en amont qu'en aval, le maximum étant enregistré à la station aval avec 3 µg/l le 19/07 et 4 µg/l le 08/09 (cf. §4.4.4.1.1). Quelques légères différences ont été constatées entre les deux stations. Néanmoins, les valeurs des biovolumes et des densités sont tellement faibles qu'un léger développement phytoplanctonique ou une faible perturbation peuvent faire apparaître des différences, parfois ponctuelles mais négligeables biologiquement parlant. D'autre part, **aucune tendance ne se dessine réellement entre les deux stations.**

#### 4.4.4.1.2.3. Composition du peuplement

Les histogrammes suivants détaillent la contribution des différents groupes d'algues à la densité cellulaire et à la biomasse globale phytoplanctonique.

Au niveau de la densité cellulaire et de la biomasse algale, les *Bacillaryophyta* (diatomées) dominent le peuplement phytoplanctonique dans presque tous les prélèvements. Les *Cyanobacteria* et les *Cryptophyta* contribuent également aux biomasses et surtout aux densités phytoplanctoniques. Leur abondance fluctue, sans lien apparent avec les conditions environnementales suivies dans le cadre du programme de surveillance.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 66/230

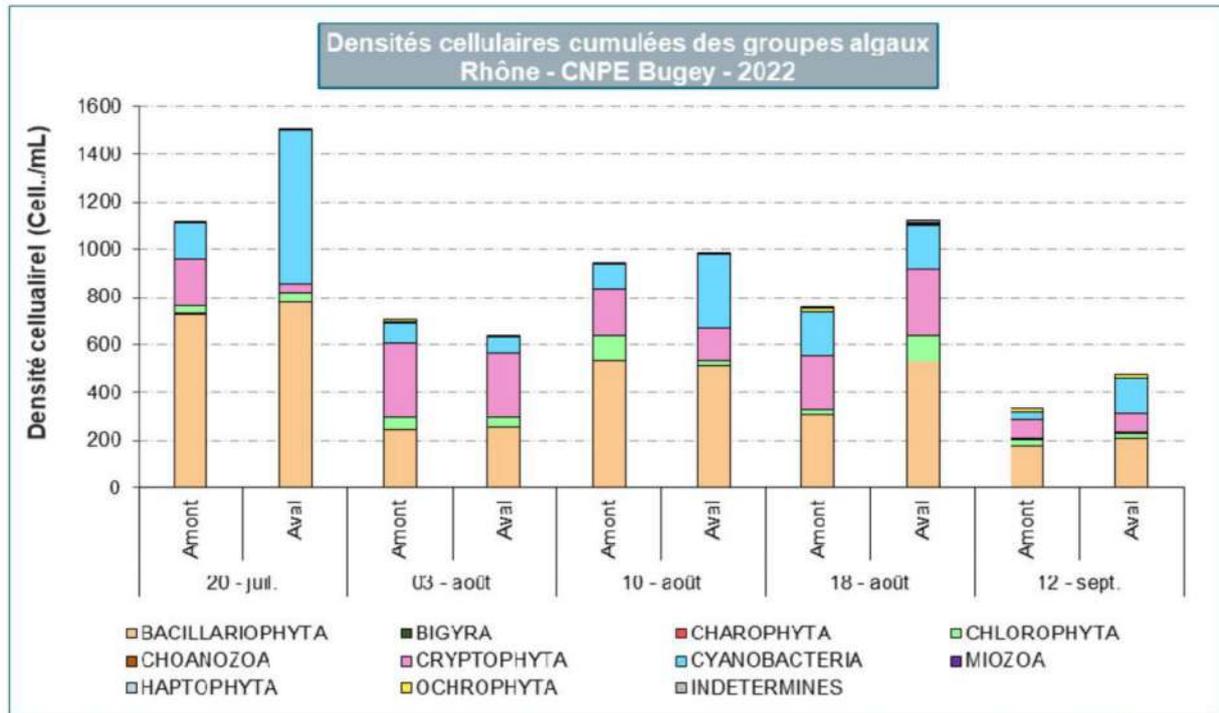


Figure 33 : Phytoplancton – évolution des densités cellulaires selon les groupes algaux à l’amont et à l’aval du CNPE de Bugey

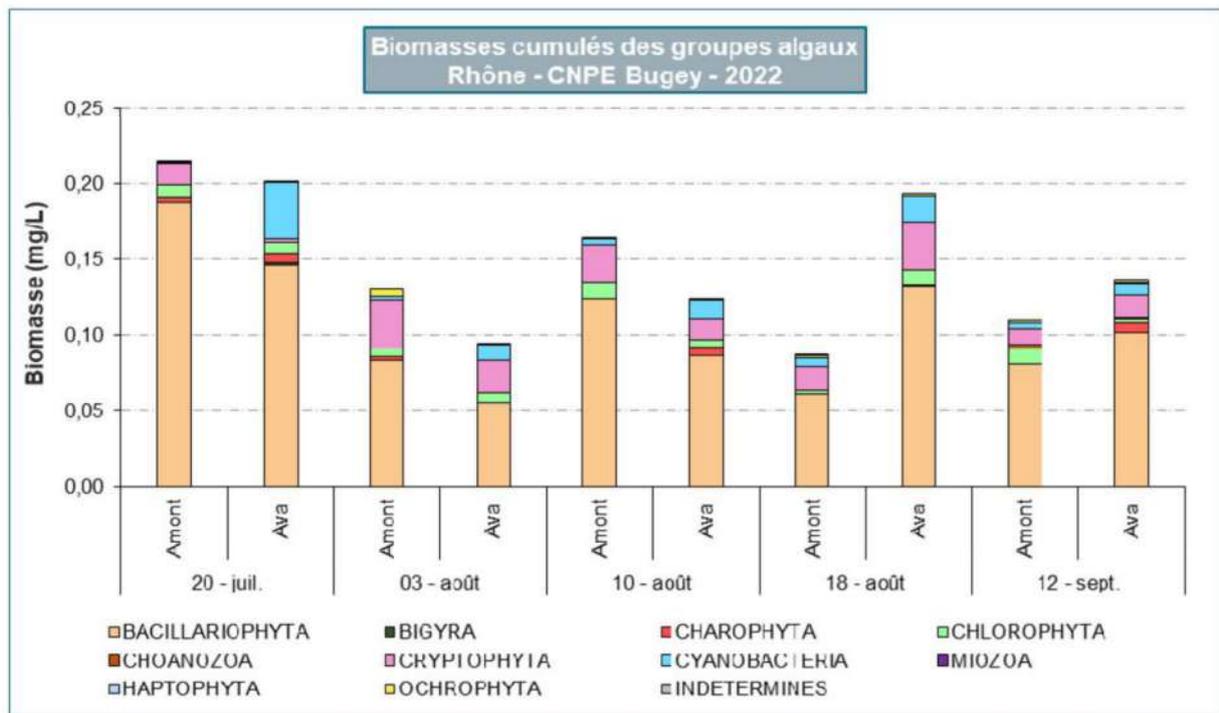


Figure 34 : Phytoplancton – évolution des biovolumes algaux selon les groupes d’algues à l’amont et à l’aval du CNPE de Bugey

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 67/230

**Les Bacillariophyta** sont représentées en grande majorité par la petite diatomée centrique *Discostella pseudostelligera*. Elles contribuent en moyenne à 32 % de la densité cellulaire et 16 % de la biomasse algale, quel que soit le prélèvement. C'est une diatomée très commune, présente parfois en grande quantité, notamment dans certains grands cours d'eau comme le Rhône et la Loire. Elle semble se développer préférentiellement dans les eaux plutôt eutrophes. D'autres taxons sont également abondants dans tous les prélèvements ou presque, notamment des diatomées pennées comme : *Nitzschia palea*, *Nitzschia dissipata*, *Achnantheidium delmontii* ou encore *Navicula cryptotenella*. La grande diatomée pennée, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* est aussi régulièrement abondante dans les prélèvements. Cette diatomée ayant un grand biovolume (1 018 mm<sup>3</sup> contre 300 mm<sup>3</sup> pour *Discostella pseudostelligera*), elle est en grande partie la cause des différences constatées entre les stations au niveau de la biomasse algale. Par exemple, le 18 août, elle représente 0,022 mm<sup>3</sup>/L dans l'eau de la station amont contre 0,063 mm<sup>3</sup>/L dans la station aval. C'est un taxon assez fréquent, que l'on peut considérer comme épiphytique, c'est-à-dire se développant sur d'autres plantes.

**Les Cryptophyta** sont représentées en grande majorité par la petite algue flagellée *Plagioselmis nannoplanctica*. Elles contribuent en moyenne à 23 % de la densité cellulaire et 10 % de la biomasse algale, quel que soit le prélèvement. C'est une algue très fréquente qui semble peu sensible à la trophie de l'eau.

**Les Cyanobacteria** sont représentées surtout par des taxons filamenteux, généralement benthiques, notamment *Leptolyngbya* sp. et *Phormidium* sp. Ces deux taxons sont un peu plus abondants dans l'eau de la station aval. Ce sont notamment ces cyanobactéries coloniales qui augmentent la densité cellulaire de la station aval le 20 juillet. Ces deux cyanobactéries sont connues pour se développer dans des eaux eutrophes et lenticues. Différents facteurs pourraient expliquer leur abondance dans les prélèvements, plus particulièrement à l'aval : la nature du substrat ou encore l'intensité des turbulences (remise en suspension dans l'eau). En effet, la présence importante dans les prélèvements de taxons d'origine benthique révèle le mode de gestion hydraulique de ce secteur du Rhône (éclusées de Sault Brénaz). En effet, les forts débits ainsi que leurs variations ne favorisent pas le développement d'espèces planctoniques, mais décrochent les individus fixés aux différents substrats.

La majorité des taxons présents dans ces prélèvements, notamment beaucoup des diatomées et des cyanobactéries, semblent être préférentiellement rencontrés dans des eaux eutrophes. D'autres semblent moins sensibles à la trophie de l'eau, comme *Plagioselmis nannoplanctica*. Il est légitime de supposer une eutrophisation de ce secteur du Rhône, indépendante du fonctionnement du CNPE, en lien avec les usages sur le bassin versant amont (agriculture notamment).

Quoi qu'il en soit, la composition de la communauté phytoplanctonique reste très similaire entre les deux stations.

#### 4.4.4.1.2.4. Diatomées du phytoplancton

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles sont essentiellement comprises dans le phytobenthos et peuvent se retrouver dans la colonne d'eau sous l'effet du courant.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule les 20 juillet, 3, 10 et 18 août et le 12 septembre.

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

*Tableau 4-s : richesse taxonomique des diatomées phytoplanctoniques à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey*

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Richesse taxonomique	20/07	03/08	10/08	18/08	12/09
Amont	16	19	18	10	30
Aval	15	21	14	16	34

La richesse taxonomique des diatomées du phytoplancton est équivalente (voire identique le 20/07) pour les deux stations lors des campagnes du 20 juillet, du 3 août et du 12 septembre. Pour les deux autres campagnes d'août elle est tantôt supérieure à l'amont (le 10/08), tantôt supérieure à l'aval (le 18/08). Globalement les richesses taxonomiques sont proches entre les deux stations.

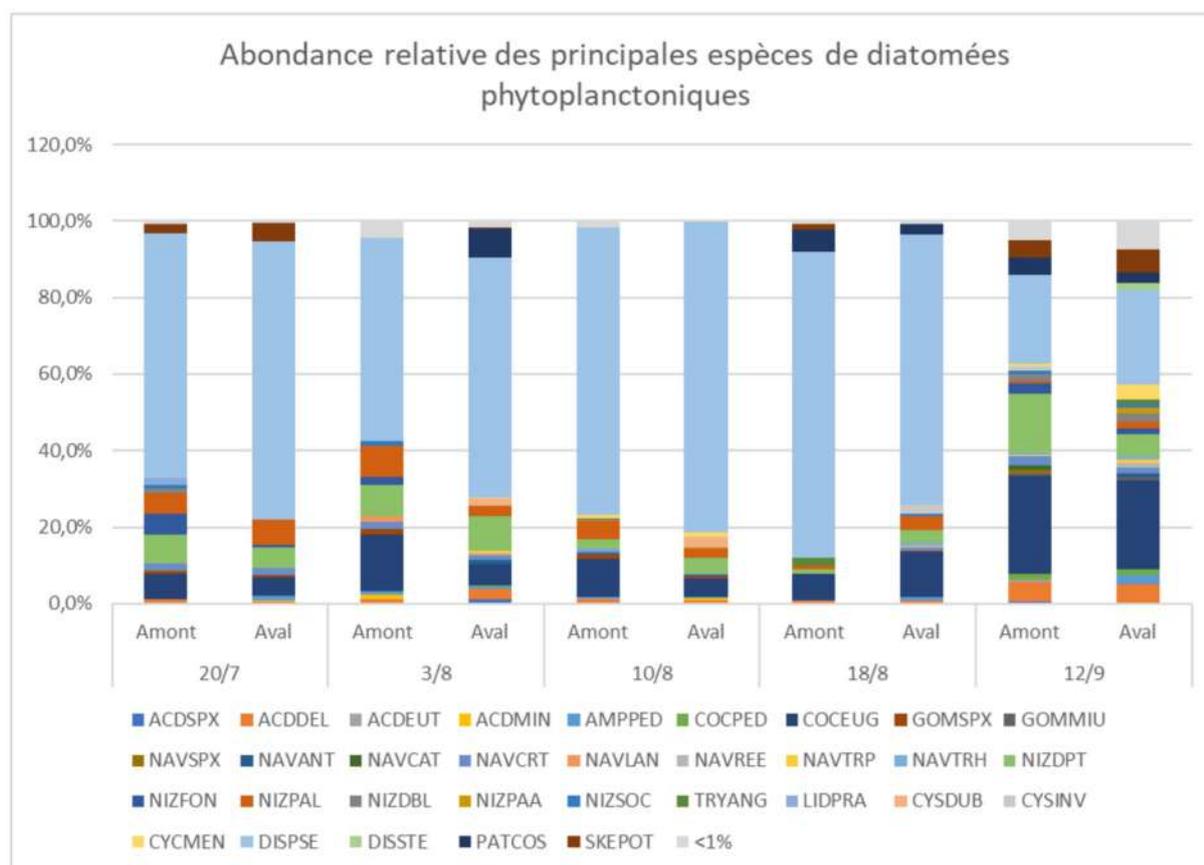


Figure 35 : abondance relative des principaux (>1% sur au moins un prélèvement) taxons de diatomées phytoplanctoniques à Bugey

La grande majorité des taxons inventoriés dans les dix échantillons sont des diatomées benthiques qui se sont décrochées de leur substrat.

Le peuplement des diatomées du phytoplancton à Bugey est dominé par *Discostella pseudostelligera* (DISPSE) aussi bien à l'amont qu'à l'aval pour les campagnes de juillet et août. Cette espèce est assez ubiquiste, principalement en zone tempérée et est généralement absente des eaux très courantes. Elle tolère un large spectre de niveaux trophiques mais a une préférence pour les eaux eutrophes et supporte une charge en matière organique assez élevée. On trouve également *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (COCEUG), présente entre 4,9% à l'aval le 10/08 et 25,4% à l'amont le 12/09. Cette diatomée affectionne la présence de minéraux et de nutriments.

*Nitzschia dissipata* (NIZDPT) est relativement abondante lors des campagnes du 20/07, du 03/08 et du 12/09 (entre 5 et 15%). Cette espèce fait partie du fond diatomique dominant dans ce secteur du Rhône.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 69/230

Le peuplement est beaucoup plus diversifié après la période caniculaire lors de la campagne de septembre pour les deux stations.

#### 4.4.4.1.3. **Conclusion sur le phytoplancton**

Les peuplements de phytoplancton observés dans le Rhône à proximité du CNPE de Bugey sont moyennement diversifiés. Leur densité algale, cellulaire et la biomasse phytoplanctonique ne sont également pas très élevées et permettent de qualifier le peuplement phytoplanctonique de faiblement productif au cours de la période estivale 2022. Ces quatre métriques sont cohérentes et concordent globalement avec d'autres communautés phytoplanctoniques observées dans les eaux du Rhône et avec les mesures de chlorophylle-a réalisées pendant l'été à Bugey.

Les peuplements sont largement dominés par les *Bacillariophyta* (*Discostella pseudostelligera* ou *Cocconeis placentula* var. *euglypta*), quel que soit le prélèvement. D'autres taxons comme *Plagioselmis nannoplanctica* (*Cryptophyta*) ou les *Cyanobacteria* filamenteuses, *Leptolyngbya* sp. et *Phormidium* sp., sont également bien représentées dans ces peuplements, quelle que soit la station de prélèvement. Ces communautés phytoplanctoniques sont affiliées à des eaux eutrophes. Notons également le développement de certains taxons privilégiant les eaux assez calmes, ce qui n'est pas attendu compte tenu de l'hydrologie dans ce secteur du Rhône. Les bas débits du Rhône pendant la période estivale ont probablement pu permettre le développement de ces taxons.

Quelques différences ont été constatées entre les deux stations. Néanmoins, les valeurs des biovolumes et des densités sont tellement faibles qu'un léger développement phytoplanctonique ou une faible perturbation peut faire apparaître des différences ponctuelles mais négligeables biologiquement parlant. D'autre part, aucune tendance ne se dessine réellement entre les deux stations. L'évolution des communautés est globalement similaire entre les deux stations. La canicule ne semble pas avoir eu d'impact significatif sur la communauté. **Cette expertise ne met pas en évidence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Bugey en période de canicule sur les peuplements phytoplanctoniques au cours de l'été 2022.**

#### 4.4.4.2. **Zooplancton**

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale, sans capacité natatoire notable, et vivant généralement 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 les 20 juillet, 3, 10 et 18 août et le 12 septembre.

#### 4.4.4.2.1. **Richesse taxonomique**

La richesse taxonomique observée lors des deux campagnes est présentée dans le tableau ci-dessous.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-t : Richesse taxonomique du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

Date		20/07	3/08	10/08	18/08	12/09
Richesse taxonomique (nb. de taxons)	Amont	8	6	8	6	11
	Aval	8	5	8	9	13
	<b>Moyenne / date</b>	8	5,5	8	7,5	12

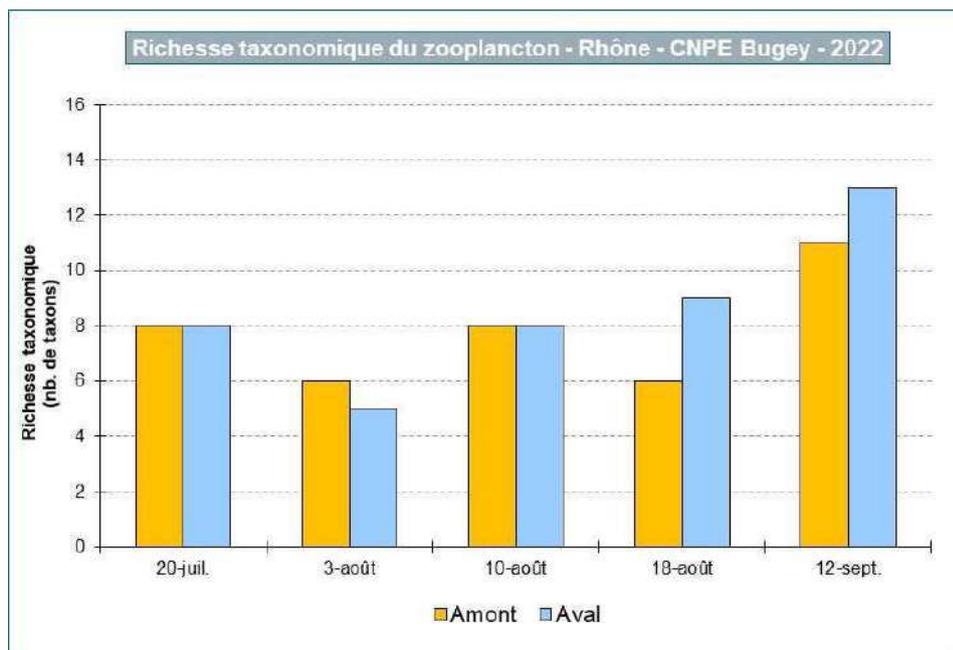


Figure 36 : Richesse taxonomique du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

La richesse taxonomique zooplanctonique dans le Rhône à proximité du CNPE de Bugey est faible, voire très faible selon les campagnes de prélèvements. Entre 5 et 13 taxons ont été dénombrés à chaque campagne aux deux sites de prélèvements (cf. Tableau 4-t). Toutefois, les faibles valeurs de richesse taxonomique observées peuvent être considérées comme normales en tenant compte du type de milieu (milieu peu riche en phytoplancton, disposant ainsi de peu de ressource nutritive pour le développement du zooplancton) et du volume prélevé limité (prélèvement de 2L d'eau brute<sup>7</sup>), sans que celui-ci n'ait d'influence sur la comparaison amont-aval, le protocole de prélèvement ayant été strictement identique entre les deux stations. Par ailleurs, la richesse taxonomique est du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE.

Une hausse de la richesse taxonomique est visible aux deux stations dans les prélèvements du 12 septembre (12 taxons en moyenne, contre 6 à 8 taxons en moyenne lors des campagnes précédentes). Une diversité plus importante au sein du groupe des *Rotifera* explique cette élévation de la richesse taxonomique des peuplements de zooplancton en ce début d'automne.

<sup>7</sup> Du fait de l'enclenchement rapide des interventions de prélèvement en juillet, le protocole de prélèvement le plus aisé à mettre en œuvre (prélèvement de 2L d'eau) a été choisi. Il a été conservé pour la suite de l'été afin de permettre la comparaison des résultats de l'ensemble des campagnes. Pour les années à venir, il sera tenu compte du REX de 2022 pour adapter le protocole de prélèvement et proposer la filtration d'un grand volume d'eau à l'aide d'un filet à plancton.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.4.4.2.2. **Densité**

La densité du zooplancton a été calculée à partir d'une aliquote d'un volume concentré et connu du prélèvement d'eau brute. Elle est exprimée en densité d'individus par litre et est présentée dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 4-u : dénombrement d'abondance du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

	Date	20/07	3/08	10/08	18/08	12/09	Moyenne été 2022
Densité (nb d'ind./L)	Amont	46	95	46	39	39	53
	Aval	57	36	59	45	78	55
	<b>Moyenne / date</b>	<b>52</b>	<b>65</b>	<b>53</b>	<b>42</b>	<b>59</b>	/

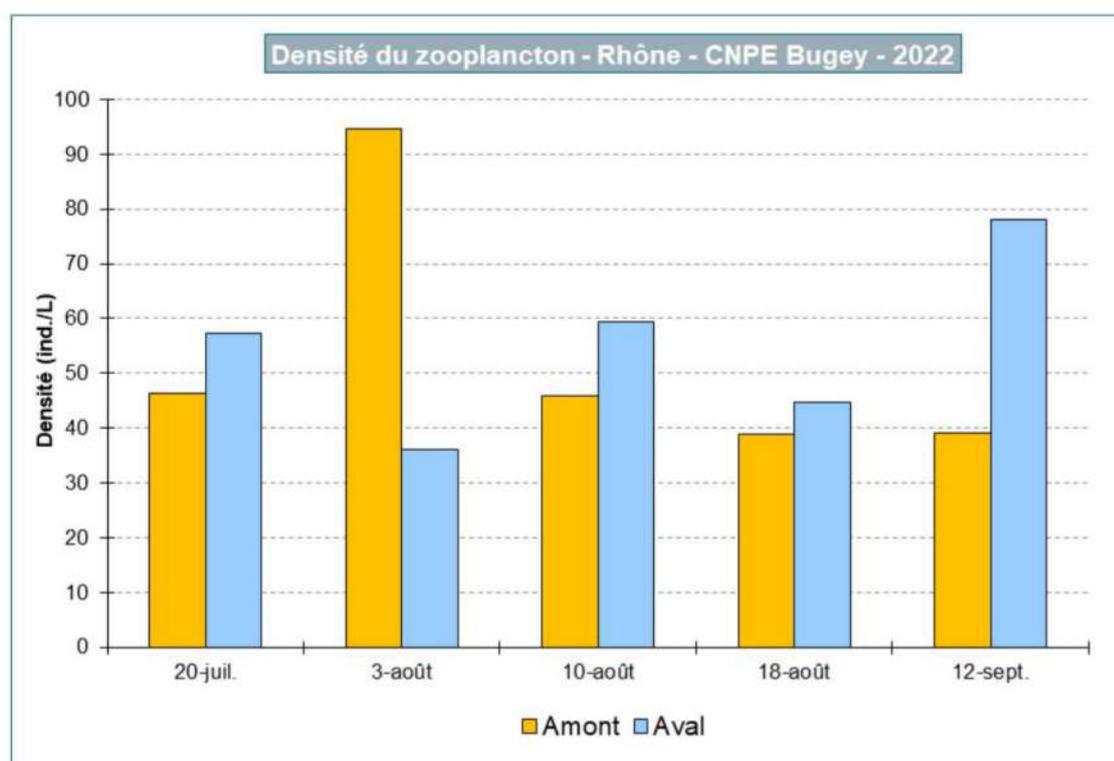


Figure 37 : Densité du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

La densité zooplanctonique calculée aux deux stations et aux deux campagnes apparaît comme moyenne mais commune pour un cours d'eau comme le Rhône. Par comparaison, les valeurs de densités sont très proches de celles observées dans le Rhône à proximité du CNPE de Saint-Alban à la même période (cf. §4.5.4.2). La concentration de zooplancton est relativement stable aux différentes campagnes de prélèvements (environ 50 individus/L). Ponctuellement, des densités plus importantes ont été calculées : à l'amont dans le prélèvement du 3 août (95 individus/L) et à l'aval dans le prélèvement du 12 septembre (78 individus/L).

#### 4.4.4.2.3. **Composition du peuplement**

La composition du peuplement du zooplancton est présentée dans la figure ci-dessous. Les différents groupes dominants ont été séparés au niveau de l'embranchement (*Rotifera*, *Nematoda*), de la classe (*Bivalvia*), de la sous classe (*Copepoda*) et du sous ordre (*Cladocera*) de manière à les distinguer facilement. La composition du peuplement peut donner de nombreuses informations sur le milieu en fonction des groupes dominants puisqu'ils possèdent des caractéristiques qui leur sont propres.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

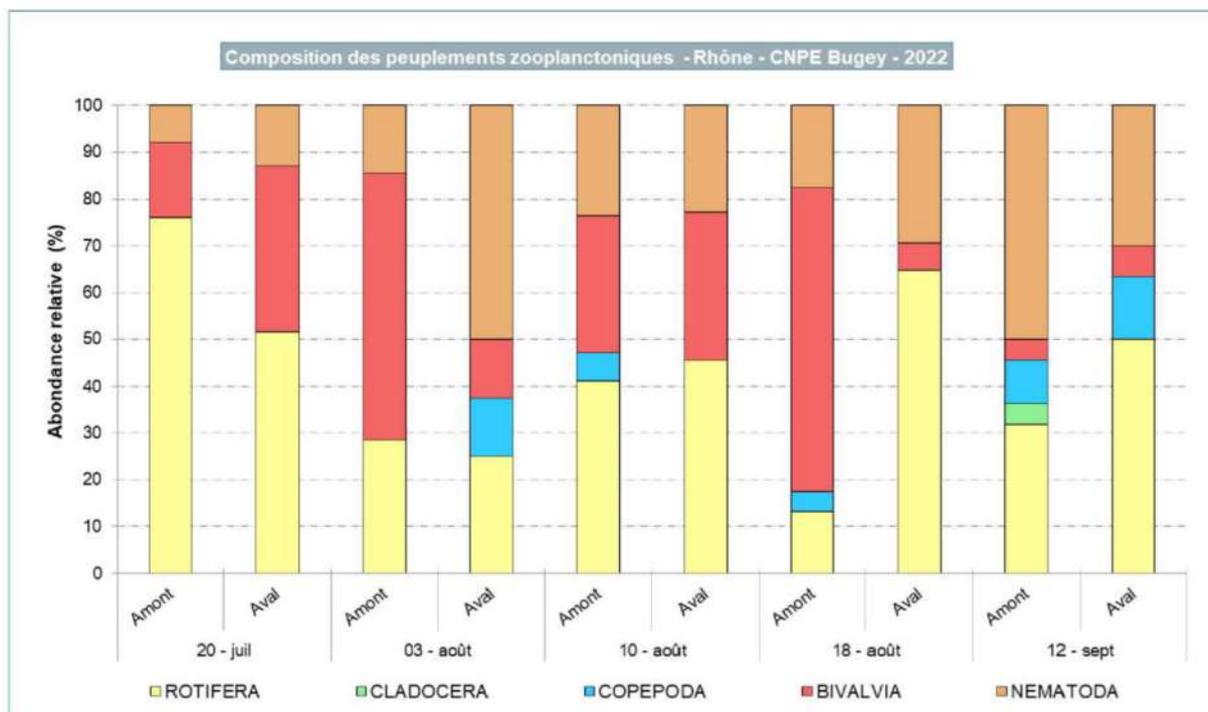


Figure 38 : Composition du peuplement de zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey

Les prélèvements du 20 juillet sont dominés par la présence des *Rotifera*. Au mois d'août, leur proportion semble diminuer au profit des *Bivalvia* à l'amont et des *Nematoda* à l'aval (à l'exception de la station aval le 18 août).

En septembre, les peuplements apparaissent comme étant plus diversifiés à l'amont et à l'aval. Le peuplement est plus homogène, avec notamment une répartition plus homogène des différents groupes et l'apparition de *Cladocera* à la station amont.

Aux quatre campagnes de prélèvements, les *Rotifera* sont largement représentés par des taxons benthiques ou épiphytes (*Lindia*, *Cephalodella*, *Lecane*). De même, la présence importante dans les prélèvements des *Nematoda*, d'origine benthique, révèle le mode de gestion hydraulique de ce secteur du Rhône (éclusées de Sault Brénaz). En effet, les forts débits ainsi que leurs variations ne favorisent pas le développement d'espèces planctoniques, mais décrochent les individus fixés aux différents substrats.

Les listes faunistiques mettent en évidence un peuplement zooplanctonique composé en très grande majorité d'espèces tolérantes et évoluant dans un milieu méso-eutrophe<sup>8</sup> à eutrophe (ex : *Brachionus patulus patulus*, *Pompholyx sulcata*).

#### 4.4.4.2.4. Conclusion sur le zooplancton

Le peuplement zooplanctonique est apparu comme peu diversifié dans les eaux du Rhône à proximité du CNPE de Bugey en 2022. La richesse taxonomique observée est très proche entre les stations amont et aval, et suit la même évolution lors des différentes campagnes de prélèvements.

La densité de zooplancton moyenne est également similaire entre l'amont et l'aval, bien que présentant ponctuellement des variations interstationnelles plus importantes (3 août et 12 septembre).

<sup>8</sup> milieu moyennement riche en nutriments. Il se situe entre les milieux oligotrophe (moins riche) et eutrophe (plus riche voire déséquilibré)

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Les taxons recensés sont pour la plupart inféodés à un milieu méso-eutrophe voire eutrophe. Aucune différence n'est apparue entre l'amont et l'aval concernant les espèces observées, puisqu'une large majorité des taxons est commune aux deux stations. D'après les données acquises, les facteurs de contrôle prépondérants de la communauté zooplanctonique dans ce secteur du Rhône sont le degré de trophie du milieu et les variations hydrauliques.

**Les résultats montrent donc une absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Bugey en période de canicule sur les peuplements de zooplancton au cours de l'été 2022.**

#### 4.4.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques

Les diatomées constituent la majorité des algues du phytobenthos qui colonise les supports naturels (cailloux, galets, branchages, etc.) ou artificiels (enrochements, palplanches, etc.) immergés ou continuellement humides. Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles peuvent être phytoplanctoniques (en suspension dans la colonne d'eau) ou benthiques (fixées sur le substrat).

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, à l'amont et à l'aval du CNPE, en rive gauche et en rive droite. 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-v : données de surveillance des diatomées benthiques à Bugey

Date de prélèvement	22-juin				03-août				12-sept			
	amont RD	amont RG	aval RD	aval RG	amont RD	amont RG	aval RD	aval RG	amont RD	amont RG	aval RD	aval RG
Nombre d'espèces	36	30	49	45	37	45	25	39	35	33	38	39
Diversité	4,23	3,68	4,73	4,18	3,92	4,15	3,35	3,81	3,73	3,62	4,18	3,81
Equitabilité	0,82	0,75	0,84	0,76	0,75	0,76	0,72	0,72	0,73	0,72	0,8	0,72
Note IBD	15,2	16,2	15,6	16,2	15,7	15	15,7	15,3	16,1	15,2	15,2	15
Note IPS	14,5	14,4	14	14,8	14,9	14	15,4	14,5	15	14,1	14,2	14,2

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

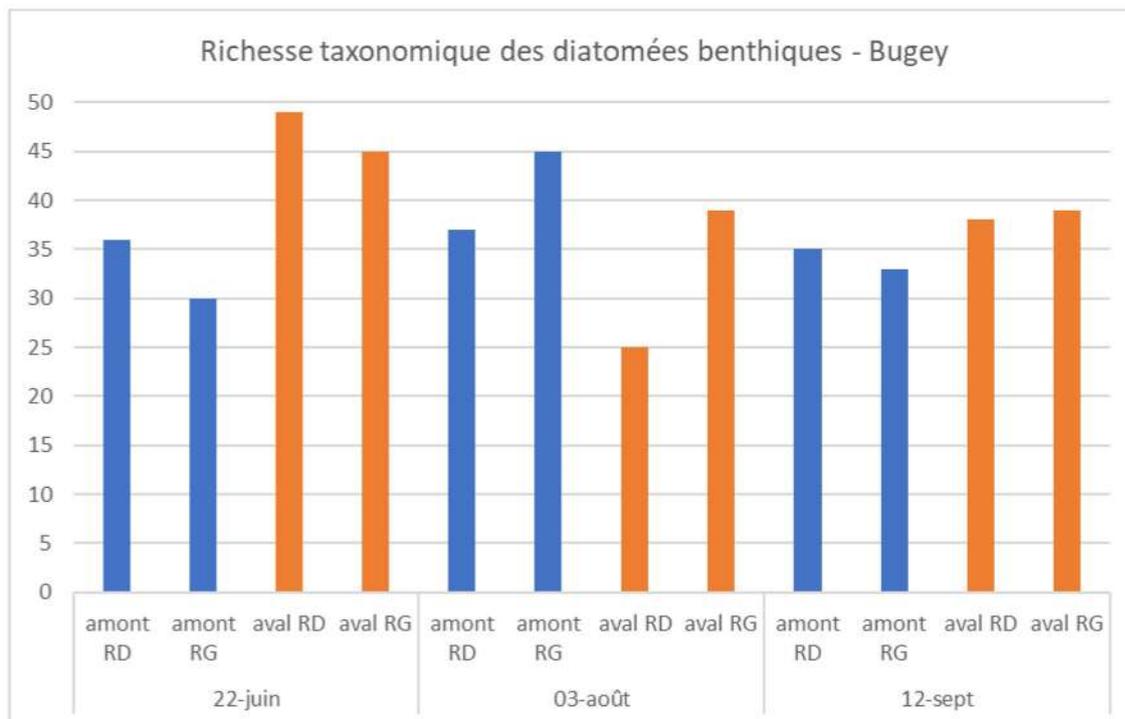


Figure 39 : richesse taxonomique des diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

La richesse taxonomique est variable entre les stations et les dates (cf. Tableau 4-v et Figure 39). Elle varie entre 25 en aval RD le 3 août et 49 à la même station le 22 juin. Elle montre une nette croissance d'amont en aval en juin, plus modérée en septembre, et plutôt inversement en août. La richesse moyenne est supérieure en juin (40 espèces) et identique en août et septembre (36 espèces). Elle est supérieure à la station aval RD (41 espèces) et voisine entre les trois autres stations (36 espèces aux deux stations amont, 37 à la station aval RG).

Une partie de la variabilité de ce descripteur est liée au fait qu'il est prélevé dans la zone littorale soumise au marnage journalier des éclusées énergétiques de la CNR, et donc potentiellement mise ponctuellement à sec.

Les valeurs de tous les autres paramètres descripteurs des communautés de diatomées benthiques sont proches :

- diversité : de 3,8 à 4,1 en moyenne selon les stations, et de 3,8 en août et septembre à 4,2 en juin, selon les dates (cf. Figure 40 gauche), indiquant des communautés bien diversifiées ;
- équitabilité (cf. Figure 40 droite) : de 0,73 à 0,79 en moyenne selon les stations, et de 0,72 en août et septembre à 0,84 en juin, indiquant des communautés plutôt équilibrées ;
- note indicelle IBD (cf. Figure 41) : de 15,5 en amont RD et aux deux stations aval à 15,7 en amont RG, et de 15,4 en août et septembre à 15,8 en juin.



**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 : 1

Page 75/230

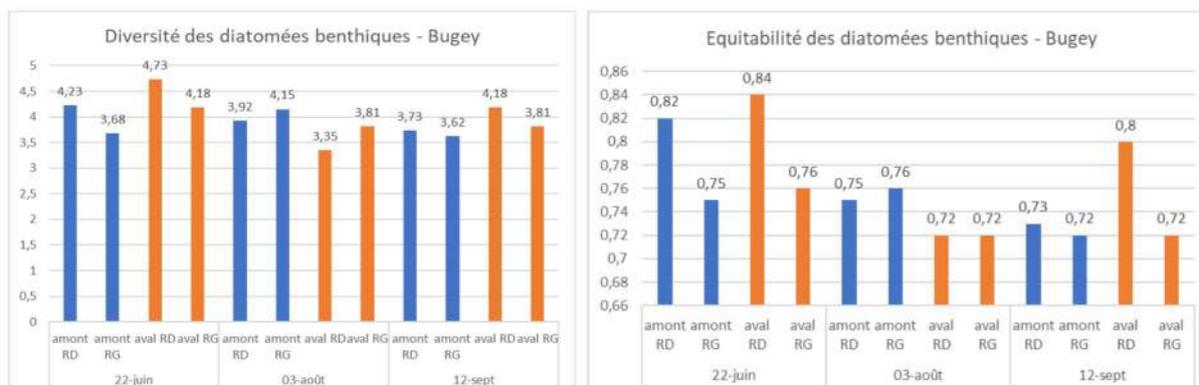


Figure 40 : Diversité (à gauche) et équitabilité (à droite) du peuplement de diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

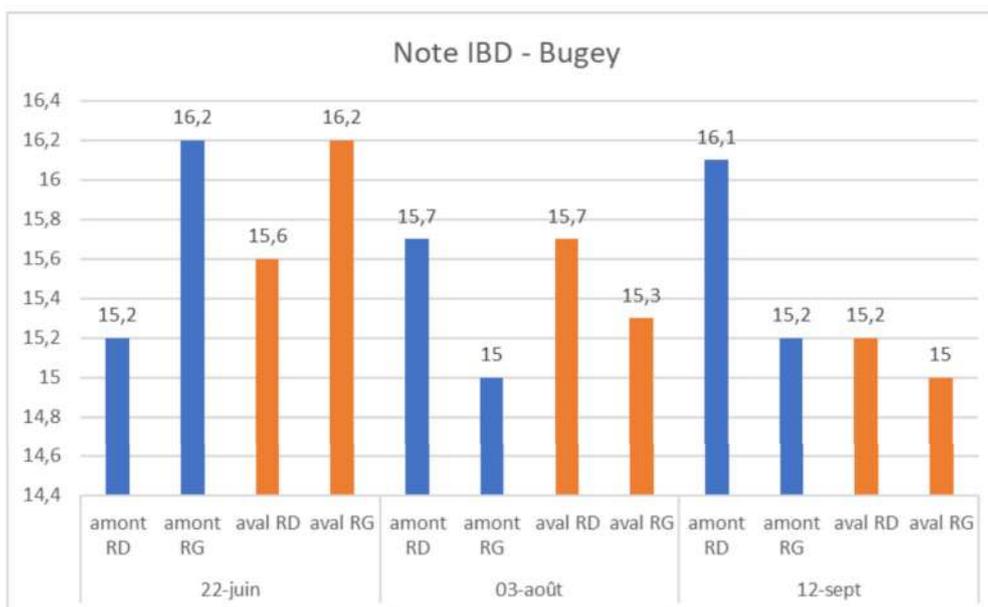


Figure 41 : Notes IBD à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

Les taxons dominants de chaque échantillon unitaire sont globalement similaires entre les stations (cf. Tableau 4-w) : NFON quelle que soit la station en juin ; NCTE en août, excepté NDIS en amont RG ; NCTE (2 fois) et NFON et CEUG en septembre.

Le profil écologique de ces espèces, au sens de l'IBD (i.e. leur préférendum vis-à-vis des critères matières organiques et oxydables et salinité), traduit une qualité d'eau globalement correcte, une majorité d'espèces étant béta-mésosaprobés<sup>9</sup>, voire à la limite d'une préférence oligosaprobe<sup>10</sup> pour NFON, donc d'affinité plutôt modérée par rapport à la matière organique. Seule CEUG à la station aval RG mi-septembre est représentative de milieux d'eaux plutôt eutrophes à charge organique avérée.

<sup>9</sup> eau modérément polluée à teneur encore élevée en oxygène dissous

<sup>10</sup> eau claire, sans pollution, sinon légère, et à forte teneur en oxygène dissous

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-w : proportion de l'espèce dominante de diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey

Date de prélèvement	22-juin				03-août				12-sept			
	amont RD	amont RG	aval RD	aval RG	amont RD	amont RG	aval RD	aval RG	amont RD	amont RG	aval RD	aval RG
Espèce dominante	NFON				NCTE	NDIS	NCTE	NCTE	NFON	NCTE	NCTE	CEUG
Proportion de l'espèce dominante (%)	22,4	18,8	23,7	14,6	22,5	20,6	26,8	21,8	19,3	18,8	23,8	18,8

Avec : NFON = *Nitzschia fonticola* ; NCTE = *Navicula cryptotenella* ; NDIS = *Nitzschia dissipata subsp. dissipata* ; CEUG = *Cocconeis euglypta* ;

En résumé, aucune dégradation significative de la qualité biologique donnée par ce descripteur n'est notée, ni entre les stations ni entre les dates. Seule une tendance à décrire une eutrophisation plus sensible du milieu avec l'évolution des conditions hydrologiques estivales peut se faire sentir localement en aval RG (hors influence du CNPE).

#### 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.**

##### 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 règlementaire, 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.

Trois campagnes de suivi sanitaire piscicole ont été réalisées le 20/07/22 et le 10/08/22, puis les 21-22/11, à l'amont et à l'aval du CNPE du Bugey. Les deux espèces de poissons principalement rencontrées dans ce secteur du Rhône lors des pêches ont fait l'objet d'un examen sanitaire : le chevesne et le goujon.

Au total, 300 poissons, représentant 2 espèces, chevesnes et goujons, ont été capturés par pêche électrique (157 à la station amont, 143 à la station aval), ce qui représente un échantillonnage moyen de 100 poissons par campagne.

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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-x : Résultats des examens sanitaires du peuplement piscicole à l'amont et l'aval du CNPE du Bugey

Dates	20-juil			10-août			21-22-nov		
	N	N patho	P (%)	N	N patho	P (%)	N	N patho	P (%)
Amont	61	9	14,8%	32	1	3,1%	60	3	5,0%
Aval	46	4	8,7%	37	1	2,7%	64	3	4,7%

Avec N = nombre total de poissons pêchés ; N patho = nombre de poissons présentant une pathologie ; P = prévalence : proportion de poissons présentant une pathologie

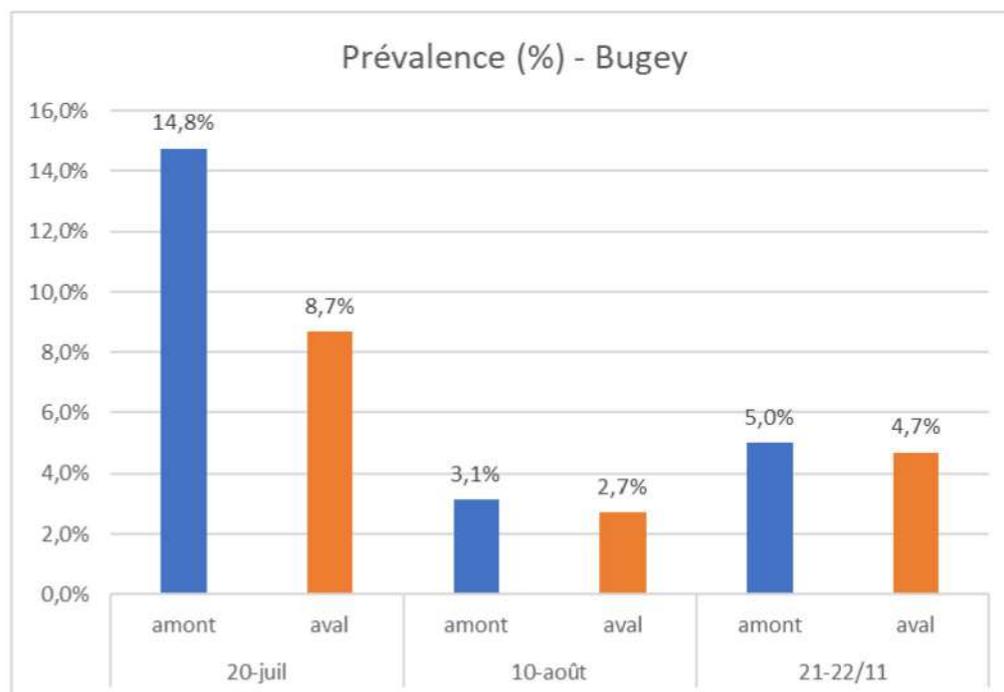


Figure 42 : prévalence (% d'individus présentant une pathologie) du peuplement piscicole à Bugey

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Toutes stations confondues, la prévalence (proportion d'individus présentant une pathologie) est maximale lors de la campagne de juillet (comprise entre 8,7 et 14,8% respectivement à l'aval et à l'amont) et minimale en août (autour de 3%). Pour l'ensemble des campagnes, elle est supérieure à l'amont par rapport à l'aval.

Sur l'ensemble des lésions identifiées, 57,1% sont de type érosif et nécrotique, et 33% d'entre elles sont de type hémorragique. Elles sont majoritairement de faible (28,6%) à moyenne (52,4%) intensité (sur une grille comprenant 4 niveaux d'intensité : faible, moyenne, forte et très forte). Ainsi, les lésions pathologiques observées traduisent plutôt des actions ponctuelles et de faible amplitude consécutives à l'action soit de microparasites (Protozoaires), soit de bactéries pathogènes opportunistes telles que, par exemple, *Aeromonas sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Flavobacterium sp.*, qu'un phénomène de grande ampleur, type épidémie.

L'indice de condition (Ic) est une relation mathématique entre le poids (P) et la taille (L), révélant l'état physiologique des poissons ( $Ic = [P/L^3] \times 10^5$ , où P = masse en grammes et L = longueur totale exprimée en millimètres). Plus il est élevé et meilleure est la condition physique des individus. Il a été déterminé pour les chevesnes, seule espèce systématiquement représentée significativement (> 30 individus) à l'amont comme à l'aval (sauf pour le prélèvement du 10/08 à l'amont. Les autres prélèvements comprenaient entre 30 et 34 individus). Les indices de condition pour le chevesne sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-y : Indices de condition moyens (Icm) des chevesnes, calculés respectivement en amont et en aval du CNPE du Bugey

Date	20/07		10/08		21-22/11	
Station	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Effectif	61	46	32	37	60	64
Icm	1,01	1,00	0,98	0,96	0,91	0,94

Les indices de conditions moyens présentent des valeurs et une évolution (baisse globale entre juillet et novembre) similaires à l'amont et à l'aval du CNPE.

L'indice pathologique (Ip) est une relation mathématique entre la prévalence de poissons présentant des lésions externes et l'intensité de chaque lésion observée. Pour une lésion donnée, l'indice pathologie (Ip) s'exprime par la formule :  $IP = P \times Q$ , où : P représente le % de poissons présentant des lésions externes, Q représente la sévérité lésionnelle. Pour une population donnée, l'indice pathologie global (IpG) additionne les IP relatifs à chaque lésion observée et s'exprime ainsi :  $IpG = \sum IP$ . Ainsi, plus l'indice pathologique est faible, meilleur est l'état sanitaire du peuplement. Les indices pathologiques globaux par station et par date sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-z : récapitulatif des Indices pathologiques (IpG) au cours de l'été 2022 à Bugey

Date	20/07		10/08		21-22/11	
Station	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Effectif	61	46	32	37	60	64
IpG	0,26	0,24	0,03	0,05	0,07	0,08

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 79/230

Les indices pathologiques suivent la même évolution à la station amont et aval : ils sont maximums le 20/07, diminuent pour atteindre un minimum le 10/08 et augmentent ensuite légèrement en novembre. Dans l'absolu, les valeurs sont similaires entre l'amont et l'aval du CNPE. Les valeurs relativement élevées en juillet indiquent que l'état de santé des poissons n'est pas optimal à cette date aux deux stations.

**Les résultats des examens sanitaires montrent que les différents indices évoluent de manière similaire entre l'amont et l'aval sur la période d'étude et sont globalement du même ordre de grandeur (hormis la prévalence supérieure à l'amont le 20/07). Ainsi, l'état sanitaire du peuplement piscicole en amont et en aval ne montre pas d'influence du fonctionnement du CNPE en période de canicule.**

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.

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. Par ailleurs, la structure du peuplement de poissons présente un caractère intégrateur des conditions environnementales sur plusieurs semaines précédant la pêche. Ainsi, une fréquence de pêche mensuelle permet donc de répondre à l'objectif de suivre l'influence éventuelle du fonctionnement du CNPE en période de canicule.

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 le 10 août. La précédente campagne (en CCN) a été réalisée le 31/05. La pêche postérieure à l'épisode caniculaire a été réalisée les 15 et 16 septembre.

Les stations CCN amont (stations n° 1, 2 et 3) et les stations aval (stations n° 6G, 6D et 7) ont été prises en considération dans cette analyse, la station rejet (n° 5) est donc exclue des résultats. La campagne spécifique du 10 août a, quant à elle, porté sur les stations n° 2 (amont) et n° 7 (aval) (cf. Figure 21).

En premier lieu il convient de préciser qu'il est communément admis en écologie des milieux aquatiques que **l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale.** En effet, à l'échelle de la communauté de poisson, les effets d'une variation de l'environnement (canicule ou autre) peuvent mettre plusieurs mois ou années avant d'être perceptibles sur les paramètres mesurables (richesse, diversité...), cette communauté intégrant les variations environnementales à minima sur les dernières semaines ou mois précédant la pêche.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 80/230

#### 4.4.6.3.1.

#### **Campagnes pré-estivale et post-canicule**

Sur l'ensemble des stations, 20 et 22 espèces ont été capturées respectivement à la campagne pré-estivale et à la campagne post-canicule. Dans le même temps, la richesse spécifique des stations amont est passée de 11 à 18 espèces et celle des stations aval de 15 à 21 espèces (cf. Figure 43).

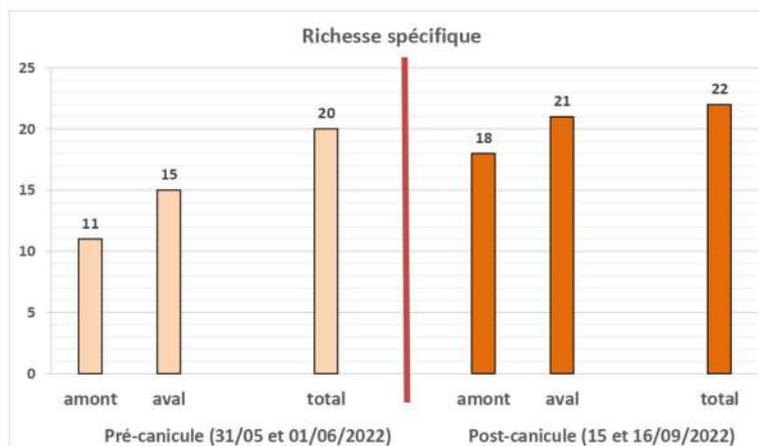


Figure 43 : Richesse du peuplement piscicole à Bugey lors des campagnes pré-estivale et post-canicule

Lors de la campagne de septembre, la richesse spécifique est ainsi plus élevée qu'au printemps, que ce soit sur l'ensemble des stations (+ 2 espèces) ou sur les stations amont et aval prises séparément (respectivement + 7 et + 6 espèces).

La richesse spécifique en aval est plus élevée que celle de l'amont que ce soit à la campagne pré-estivale ou post-canicule : respectivement 4 et 3 espèces supplémentaires.

L'augmentation des richesses spécifiques observée après l'épisode caniculaire a certainement, au moins en partie, pour origine l'arrivée de la cohorte des juvéniles de l'année de la majorité des espèces. A la campagne pré-estivale, soit leur reproduction n'avait pas encore eu lieu, soit les œufs n'avaient pas encore éclos ou les juvéniles étaient d'une taille insuffisante pour être capturés avec le protocole de pêche électrique normé (XP-T90-383) déployé (L ~ < 2 cm).

C'est ce que semblent confirmer les effectifs qui montrent une très forte augmentation après l'été. Sur l'ensemble des stations, ils passent ainsi de 204 individus à la campagne pré-estivale à 4 705 individus au sortir de l'épisode caniculaire (plus de 20 fois plus). Sur les stations amont et aval, respectivement, de 54 à 2 428 individus (près de 45 fois plus) et de 150 à 2 277 individus (plus de 15 fois plus, cf. Figure 44).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

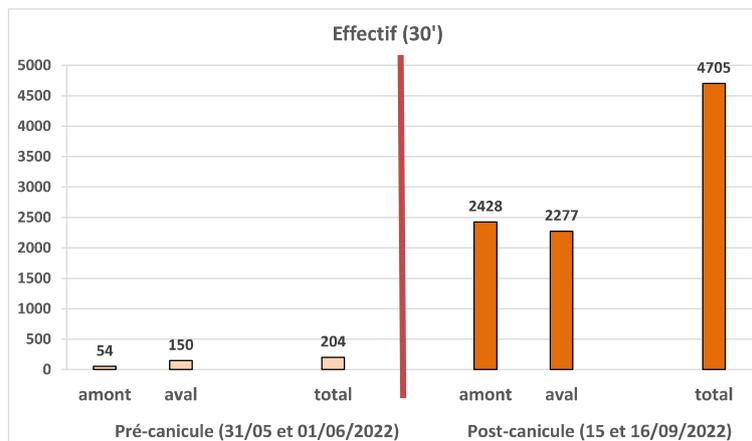


Figure 44 : Effectifs des peuplements piscicoles à Bugey lors des campagnes pré-estivale et post-canicule

A la campagne pré-estivale, l'effectif à l'aval est supérieur à celui de l'amont (150 individus au lieu de 54 soit un peu moins de 3 fois plus) et il est similaire lors de la campagne post-canicule (2 277 et 2 428 individus respectivement).

A l'instar de l'augmentation de la richesse spécifique, l'explication la plus probable est « l'apparition » d'effectifs importants de juvéniles de l'année dans les captures de la campagne post-canicule.

La distinction des petits ( $L \leq 10$  cm) et des (plus) grands individus ( $L > 10$  cm)<sup>11</sup> confirme cette hypothèse qui expliquerait l'augmentation importante des effectifs. Pour l'ensemble des stations, la proportion des petits individus passe ainsi de 50,5 % à la campagne pré-estivale à 97,9% après l'épisode caniculaire. Pour l'amont, la progression est respectivement de 61,1 % à 98,6 % et, pour l'aval, de 46,7 % à 97,1 % respectivement (cf. Figure 45). Les petits individus constituent ainsi la quasi-totalité des captures lors de la campagne post-canicule que ce soit sur l'ensemble des stations ou sur les stations amont et aval.

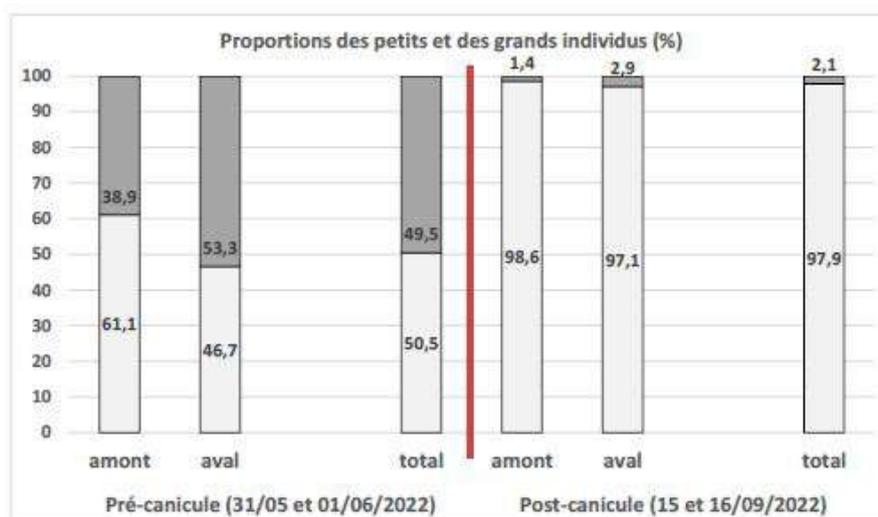


Figure 45 : Proportions des petits ( $L < 10$  cm) et des grands individus ( $L > 10$  cm) au sein des peuplements piscicoles de l'ensemble des stations et des stations amont et aval lors des campagnes pré et post-canicules à Bugey

<sup>11</sup> En première approche, pour permettre une analyse rapide des données, un seuil de 100 mm a été retenu pour distinguer les juvéniles (taille  $\leq 100$  mm) des adultes (taille  $> 100$  mm).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Sur l'ensemble des stations, 18 espèces sont présentes à la fois au sein du peuplement de la campagne pré-estivale (20 espèces observées) et de la campagne post-canicule (22 espèces observées). Il s'agit de 9 espèces à tendance rhéophile (chevesne, barbeau fluviatile, spirin, loche franche, vairon, chabot, goujon, blageon et hotu) et de 9 espèces plus ubiquistes ou à tendance limnophile (brochet, silure, perche, perche-soleil, blennie fluviatile, gardon, pseudorasbora, rotengle et tanche, cf. Tableau 4-aa). La majorité des espèces sont eurythermes, c'est-à-dire qu'ils peuvent s'adapter à une large gamme de variation de températures, à l'exception du vairon, du blageon et du spirin qui sont sténothermes d'eau froide, c'est-à-dire qu'ils supportent plus difficilement des températures élevées.

Tableau 4-aa : Abondance du peuplement piscicole par espèce lors de campagnes pré et post-canicule à Bugey

Peuplement piscicole	Pré-canicule (31/05 et 01/06/2022)						Post-canicule (15 et 16/09/2022)					
	amont		aval		total		amont		aval		total	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Chevesne	8	14,8	36	24,0	44	21,6	688	28,3	1181	51,9	1869	39,7
Barbeau fluviatile	5	9,3	38	25,3	43	21,1	218	9,0	582	25,6	800	17,0
Spirin			29	19,3	29	14,2	74	3,0	168	7,4	242	5,1
Brochet	19	35,2	9	6,0	28	13,7	1	0,04	1	0,04	2	0,04
Silure	3	5,6	18	12,0	21	10,3	1	0,04	25	1,1	26	0,6
Loche franche	12	22,2			12	5,9	3	0,1	9	0,4	12	0,3
Vairon			5	3,3	5	2,5	13	0,5	12	0,5	25	0,5
Chabot	2	3,7	2	1,3	4	2,0	1	0,04	1	0,04	2	0,04
Goujon			3	2,0	3	1,5	981	40,4	143	6,3	1124	23,9
Perche			3	2,0	3	1,5			2	0,1	2	0,04
Perche-soleil	1	1,9	2	1,3	3	1,5	1	0,04	2	0,1	3	0,1
Blennie fluviatile			1	0,7	1	0,5			1	0,1	1	0,03
Blageon			1	0,7	1	0,5			1	0,04	1	0,02
Epinoche	1	1,9		0,0	1	0,5						
Gardon			1	0,7	1	0,5	329	13,6	6	0,2	335	7,1
Hotu			1	0,7	1	0,5	7	0,3	2	0,1	9	0,2
Pseudorasbora			1	0,7	1	0,5	1	0,04			1	0,02
Rotengle	1	1,9			1	0,5	1	0,04	5	0,2	6	0,1
Tanche	1	1,9			1	0,5	8	0,3	20	0,9	28	0,6
Truite fario	1	1,9			1	0,5						
Brème bordelière							61	2,5	102	4,5	163	3,5
Ablette							33	1,4	5	0,2	38	0,8
Bouvière							7	0,3	5	0,2	12	0,3
Brème commune									4	0,2	4	0,1
Effectif total	<b>54</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>204</b>	<b>100</b>	<b>2428</b>	<b>100</b>	<b>2277</b>	<b>100</b>	<b>4705</b>	<b>100</b>
Richesse spécifique	<b>11</b>		<b>15</b>			<b>20</b>	<b>18</b>		<b>21</b>		<b>22</b>	

Quatre espèces qui n'avaient pas été observées à la campagne pré-estivale ont été capturées après l'épisode caniculaire : la brème bordelière, l'ablette, la bouvière et la brème commune. Ces quatre espèces sont communes du secteur mais plutôt rencontrées en faibles effectifs. Leur présence à la campagne post-canicule est très probablement liée à un effet aléatoire d'échantillonnage.

En termes d'espèces, les peuplements piscicoles pré et post-canicule sont donc très similaires. Ils se différencient principalement, après l'été, par l'augmentation importante des effectifs de presque toutes les espèces (à l'exception, notamment, du brochet pour lequel il n'est pas attendu de différence puisqu'il se reproduit avant l'été) et, dans une moindre mesure, par des variations des abondances relatives de certaines d'entre elles. On observe, en particulier, à la campagne post-canicule, une nette augmentation des effectifs de chevesnes, de barbeaux fluviatiles, de goujons, de gardons et de brèmes bordelières en lien avec la capture des juvéniles de l'année. Quant à la chute importante des effectifs (et des abondances relatives) de brochets aux deux stations (amont et aval), elle pourrait être liée à une migration des individus en dehors des stations de l'étude pour échapper aux températures élevées de l'épisode caniculaire (e.g. migrations vers les confluences de certains affluents aux températures plus clémentes que le Rhône : Ain, Bourbre notamment) ou à la dispersion normale des juvéniles dans le système. La

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 83/230

température maximale de l'optimum thermique de l'espèce est, en effet, de 21°C pour les juvéniles (Tissot et Souchon, 2011<sup>12</sup>) ce qui correspond au stade de développement de tous les individus capturés à la campagne pré-estivale (L < 13 cm). Il n'est pas exclu non plus que ces individus soient issus de déversements<sup>13</sup> et donc avec une espérance de vie limitée en milieu naturel.

Quant aux différences observées entre les stations amont et aval, elles ne sont pas similaires lors des deux campagnes. Comme nous l'avons vu précédemment, pour les deux campagnes, les richesses sont certes plus importantes à l'aval qu'à l'amont mais les effectifs sont légèrement inférieurs à l'aval en post-canicule contrairement à la **campagne** pré-estivale. On observe notamment des effectifs nettement moins importants à l'aval qu'à l'amont chez le goujon (143 vs 981), le gardon (6 vs 329) voire l'ablette (5 vs 33). Il est difficile d'identifier l'origine de cette observation (lien éventuel avec les températures élevées rencontrées à cette station), notamment compte tenu du fait que l'ablette est classiquement plus abondante à l'amont qu'à l'aval (sur la base des données sur la période 2009-2018) et le gardon apparaît en effectifs importants les années à faible hydrologie, et plutôt à la station amont.

#### 4.4.6.3.2. **Suivi canicule : campagne du 10/08/22**

Quinze échantillons ponctuels d'abondance (EPA) ont été réalisés en rive droite sur chacune des deux stations.

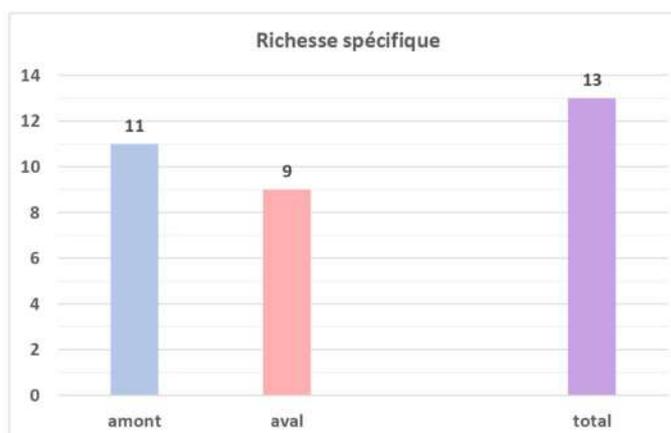


Figure 46 : Richesse spécifique du peuplement piscicole à Bugey lors de la campagne du 10/08/22

Malgré un effort de pêche moins important<sup>14</sup>, le nombre d'espèces à l'amont et à l'aval est conforme (voire un peu supérieur) à ce qui est habituellement observé au mois d'août lors du suivi environnemental sur les stations n°2 et n°7 (8 espèces en moyenne sur chacune des deux stations). Contrairement aux campagnes pré et post-canicule, la richesse spécifique est cependant moins élevée à l'aval mais sans que cela soit particulièrement inhabituel par rapport aux années passées. De plus, les très faibles effectifs de plusieurs des espèces capturées à l'amont et à l'aval (Cf. ci-après) ne permettent pas d'accorder un crédit très important à cette constatation.

<sup>12</sup> L. Tissot, Y. Souchon. Synthèse des tolérances thermiques des principales espèces de poissons des rivières et fleuves de plaine de l'ouest européen. Hydroécologie Appliquée, 2011, 17, p. 17 - p. 76. hal-00602627

<sup>13</sup> Introduction de poissons d'élevage dans le milieu naturel. Le terme déversement s'applique lorsqu'il s'agit de juvéniles. Dans le cas des poissons adultes on parle d'empoisonnement.

<sup>14</sup> Il est généralement considéré qu'un EPA correspond à 1 minute de pêche en continu (Georges Carrel, IRSTEA Aix-en-Provence). Soit, pour l'amont ou l'aval, 15 minutes de pêche le 10 août versus 1h30 lors du suivi environnemental (30' de pêche en continu sur chacune des 3 stations amont et aval). L'effort de pêche mis en œuvre dans le cadre du suivi environnemental est donc 6 fois plus important que lors des 15 EPA.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 84/230

Les effectifs atteignent 229 individus pour l'ensemble des stations et, pour l'amont et l'aval, 126 et 103 individus respectivement (cf. Figure 47).

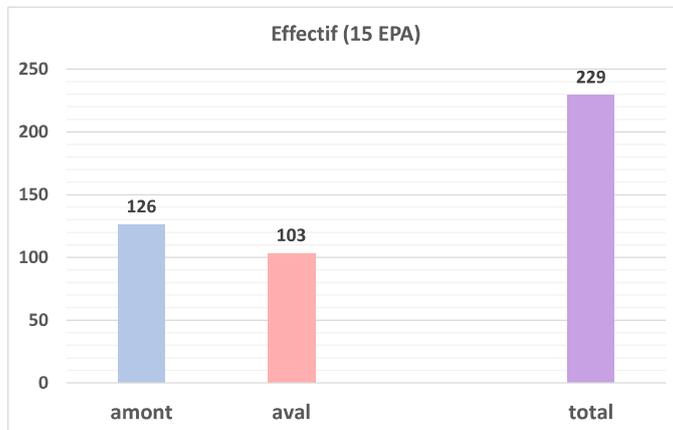


Figure 47 : Effectifs du peuplement piscicole à Bugey lors de la campagne du 10/08/22

En utilisant la correspondance entre EPA et pêche en continu, cela correspond à un total de 1 374 individus pour 756 à l'amont et 618 à l'aval. Ces effectifs se situent dans les valeurs habituellement observées en août lors du suivi environnemental (CCN). A l'instar de la richesse spécifique, l'effectif des captures est moins important à l'aval qu'à l'amont contrairement à ce qui est quasi systématiquement observé au mois d'août lors du suivi environnemental.

Sept espèces sont présentes à la fois à l'amont et à l'aval. Il s'agit de cinq espèces à tendance rhéophile (barbeau fluviatile, chevesne, goujon, spirin et hotu) et de deux espèces ubiquistes (le silure et le gardon). Quatre espèces ne sont présentes qu'à l'amont (l'ablette, la tanche, la vandoise et la loche franche) alors que deux espèces (la blennie fluviatile et la perche-soleil) ne sont présentes qu'à l'aval (cf. Figure 48). La majorité des espèces sont eurythermes, c'est-à-dire qu'ils peuvent s'adapter à une large gamme de variations de températures, à l'exception du vairon, du blageon et du spirin qui sont sténothermes d'eau froide, c'est-à-dire qu'ils supportent plus difficilement des températures élevées.



**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 : 1

Page 85/230

Peuplement piscicole	amont		aval		total	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Barbeau fluviatile	21	16,7	24	23,3	45	19,7
Chevesne	54	42,9	57	55,3	111	48,5
Goujon	25	19,8	2	1,9	27	11,8
Gardon	9	7,1	7	6,8	16	7,0
Spirin	9	7,1	6	5,8	15	6,6
Silure	2	1,6	4	3,9	6	2,6
Hotu	1	0,8	1	1,0	2	0,9
Blennie fluviatile			1	1,0	1	0,4
Perche-soleil			1	1,0	1	0,4
Ablette	2	1,6			2	0,9
Tanche	1	0,8			1	0,4
Vandoise	1	0,8			1	0,4
Loche franche	1	0,8			1	0,4
Effectif total	126	100	103	100	229	100
Richesse spécifique	11		9		13	

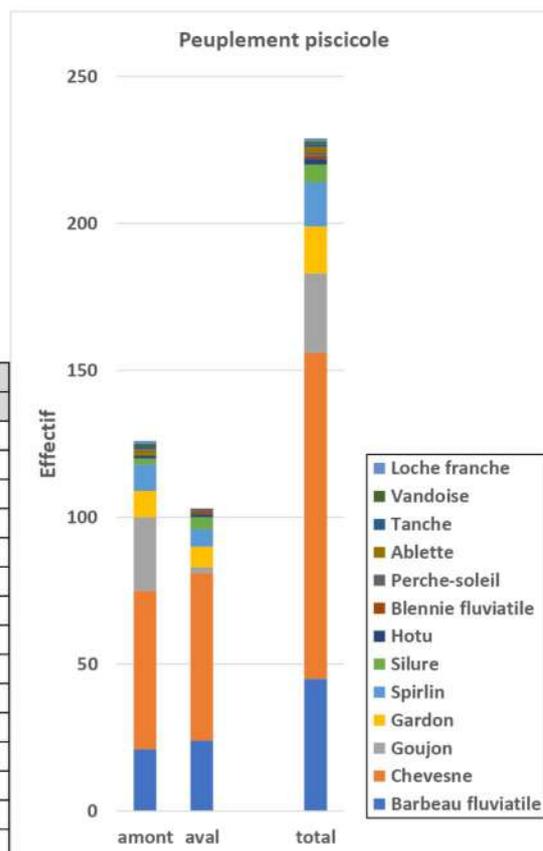


Figure 48 : Effectif total et par station du peuplement piscicole à Bugey le 10/08/22

Les effectifs sont relativement similaires à l'amont et à l'aval pour toutes les espèces (à l'exception du goujon qui est moins abondant en aval). Cependant, ce n'est pas ce qui est habituellement observé au cours du mois d'août où les effectifs sont globalement plus importants à l'aval qu'à l'amont, notamment, chez le spirin et le barbeau fluviatile. En août 2022, les effectifs de ces deux espèces sont du même ordre de grandeur entre les deux stations, soit légèrement inférieurs à l'aval (spirin) soit à peine supérieurs (barbeau fluviatile). Cela pourrait être dû aux températures élevées rencontrées à la station aval puisque la valeur maximale de l'optimum thermique des juvéniles des deux espèces est l'un des moins élevées du cortège d'espèces observées sur le site de l'étude (i.e. 24°C - Tissot et Souchon, 2011).

Sur l'ensemble des stations, le chevesne est l'espèce la plus abondante (près de 50 % de l'effectif total), suivi par le barbeau fluviatile (près de 20 %) et le goujon (près de 12 %). Le peuplement est complété par des espèces plus rares telles le gardon (7 %), le spirin (6,6 %) et le silure (2,6 %) voire très rares (< 1 %) telles le hotu, la blennie fluviatile, la perche-soleil, l'ablette, la tanche, la vandoise et la loche franche. A l'amont et à l'aval, les abondances relatives sont similaires à celles relevées sur l'ensemble des stations (à l'exception du goujon).

#### 4.4.6.3.3. Conclusion sur la structure du peuplement piscicole

Les résultats de la campagne pré-estivale (31 mai et 1er juin 2022), post-canicule (15 et 16 septembre 2022) et du 10/08/2022 (en plein épisode de canicule) mettent principalement en évidence :

- des effectifs rarement égalés lors de la campagne post-canicule ;
- des effectifs moins élevés à l'aval qu'à l'amont le 10 août 2022 contrairement à ce qui est habituellement observé au cours du mois d'août.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 86/230

Le premier point s'explique par l'arrivée d'un nombre élevé de juvéniles de l'année liée vraisemblablement à des conditions de débits et de températures globalement favorables au printemps et en été qui ont ainsi favorisé la reproduction de la majorité des espèces ainsi que la croissance et la survie d'un nombre important de juvéniles de l'année.

Le deuxième point pourrait s'expliquer par un effet des températures élevées rencontrées à l'aval **qui a pu occasionner un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée**. Cependant, au sortir de l'épisode caniculaire, lors de la campagne post-canicule, l'écart des effectifs entre l'aval et l'amont s'est grandement amoindri (de 22 % à 7 %) ce qui, associé à des effectifs extrêmement élevés, **souligne la résilience de l'écosystème**. Les résultats de la 4ème campagne 2022 (21 et 22 novembre) confirment ce constat puisque les effectifs ont encore augmenté sur les deux stations et que l'écart des effectifs est cette fois en faveur de l'aval comme cela est habituellement observé en novembre.

#### 4.4.6.4. Conclusion sur les espèces piscicoles

Les résultats des examens sanitaires montrent que les différents indices évoluent de manière similaire entre l'amont et l'aval sur la période d'étude et sont globalement du même ordre de grandeur (hormis la prévalence supérieure à l'amont le 20/07).

Les résultats de la surveillance de la structure du peuplement piscicole montrent que les effectifs observés à l'aval du CNPE lors de la campagne du mois d'août sont inférieurs à ceux observés à l'amont, contrairement aux suivis habituels sur cette période. Cela pourrait s'expliquer par les températures élevées rencontrées à cette station qui ont pu occasionner un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée.

Enfin, 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.

**En conclusion, le fonctionnement du CNPE de Bugey en période de canicule n'a pas eu d'effet sur le peuplement piscicole en terme d'impact sanitaire ou de mortalité. Toutefois, les résultats de la campagne du mois d'août indiquent que les températures rencontrées à l'aval ont pu provoquer un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée. Cependant, les résultats des campagnes post-canicule montrent que cela n'a pas perduré dans le temps, soulignant la résilience de l'écosystème.**

#### 4.4.7. Conclusion 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.

Le suivi du panache thermique mis en œuvre au CNPE du Bugey, à savoir l'installation de capteur en complément du dispositif de surveillance pérenne (SMP), a permis de confirmer les caractéristiques du panache thermique. Le panache thermique en aval du CNPE se caractérise par une veine échauffée localisée en rive droite sur les premiers kilomètres, avec des zones non-échauffées en rive gauche.

Un programme de surveillance renforcé 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.

Le fonctionnement du CNPE du Bugey pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les **paramètres physico-chimiques** suivis : MES, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

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

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 87/230

Aucune incidence n'est non plus notée sur le **compartiment planctonique**, peu diversifié et peu abondant sur ce secteur vif et courant du fleuve, ainsi que sur les **diatomées benthiques**, excepté très ponctuellement une indication d'eutrophisation du milieu à l'amont comme à l'aval, avec l'évolution des conditions hydrologiques estivales.

Le fonctionnement du CNPE de Bugey en période de canicule n'a pas eu d'effet sur le **peuplement piscicole** en termes d'impact sanitaire ou de mortalité. Les résultats de la campagne du mois d'août indiquent que les températures rencontrées à cette station ont pu provoquer un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée. Cependant, les résultats des campagnes post-canicule montrent que cela n'a pas perduré dans le temps, soulignant la **résilience de l'écosystème**.

**L'analyse des résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence durable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.**

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 88/230

#### 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.



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 90/230

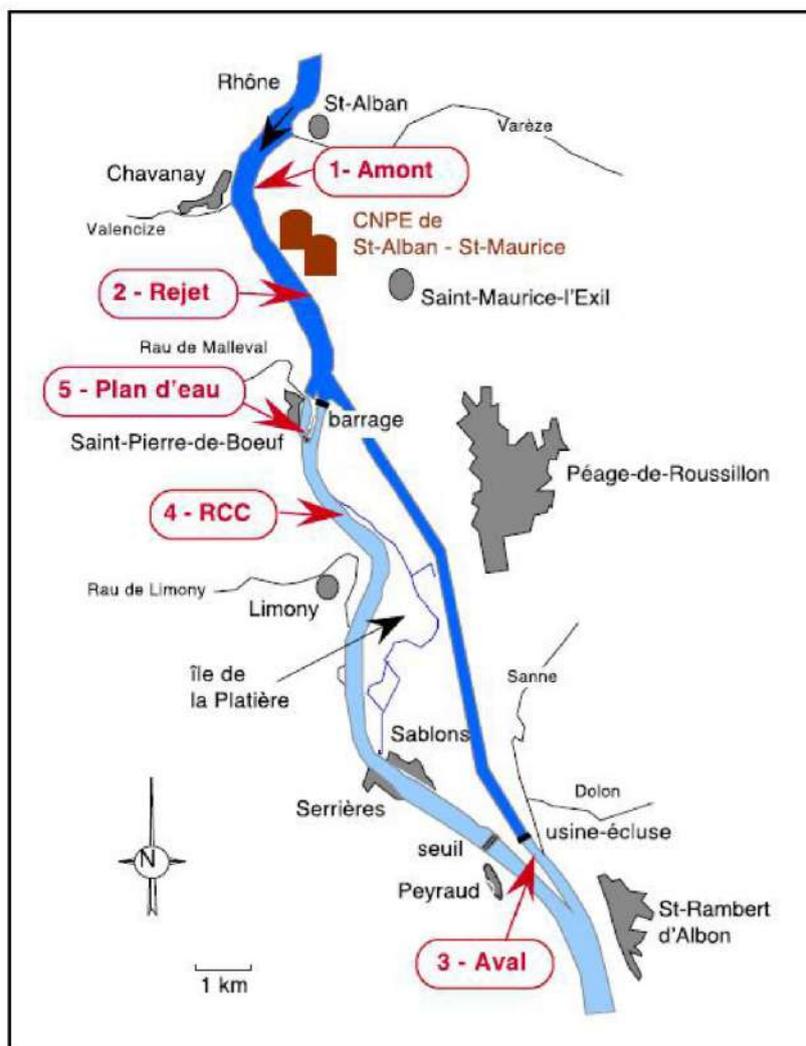


Figure 49 : Stations de surveillance hydroécologique du CNPE de Saint-Alban

#### 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 MWe, 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 :

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 91/230</p>

- 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 l'ordre de 630 et 860 m<sup>3</sup>/s et profils de température pour différentes conditions de débit allant de l'étiage (300 m<sup>3</sup>/s) à des débits intermédiaires (500-600 m<sup>3</sup>/s) ou proche du module interannuel du Rhône à St-Alban (900 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s) et proche du module interannuel du Rhône à St-Alban (950 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 :

- 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'aval 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 de St-Alban et aux caractéristiques de la veine de rejet (hauteurs d'eau importantes).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 92/230

La campagne de mesure a été réalisée le 11 août 2022 par EDF DTG. Elle s'est déroulée entre 09h30 et 13h00, pour un débit du Rhône en amont du CNPE de Saint-Alban de l'ordre de 360 m<sup>3</sup>/s (débit mesuré au niveau de l'usine de Vaugris, en moyenne sur la durée de la campagne, et caractéristique d'une situation d'étiage).

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. Environ 800 m en aval du canal de rejet (Pk 49,5)
- T4. Amont de la dérivation (Pk 50,5)
- T5. Amont du canal usinier
- T6. Canal de dérivation : SMP aval

La Figure 50 illustre la localisation des profils de température réalisés :



Figure 50 : Localisation des profils de température réalisés au droit du CNPE de St-Alban le 11 août 2022

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 93/230

Pour la journée du 11 août 2022 :

- la température du Rhône mesurée en **amont** du CNPE (Pont de Chavanay) 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).

Durant la campagne de mesures, les conditions hydrologiques étaient stables et la température du Rhône à l'amont du CNPE a augmenté constamment de façon naturelle, générant une faible évolution temporelle de 0,2°C entre 9h30 et 13h00. De même, au niveau de la station SMP Rejet, très peu de variations de températures ont eu lieu durant la matinée de la campagne (augmentation de l'ordre de 0,2°C).

Ainsi, la campagne de mesures s'étant déroulée sur une période de grande stabilité des débits et des températures du Rhône, l'impact de ces variations sur les résultats de la campagne est donc très faible.

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

Campagnes de suivi thermique St-Alban	Profils de température
<b>Date</b>	11 août 2022
<b>Débit du Rhône en amont du CNPE (donnée à Vaugris sur la période des mesures)</b>	environ 360 m <sup>3</sup> /s
<b>T°amont Rhône (Pont de Chavanay)</b>	26,2°C
<b>Fonctionnement du CNPE</b>	1 réacteur (n°1) à pleine puissance
<b>Mesures réalisées</b>	6 profils de température d'eau
<b>Etat du CNPE / limites thermiques</b>	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 entré en situation exceptionnelle, pour une température du Rhône en amont du CNPE très légèrement supérieure (moins de 0,3°C de plus).

▪ **Analyse des mesures de température de la campagne du 11 août 2022**

Les 6 profils réalisés le 11 août 2022 sont présentés sur la Figure 51. On notera que sur les figures des profils, les échelles verticales et horizontales diffèrent fortement (échelle de largeur du profil réduite en proportion de la hauteur d'eau).

**Le profil T1, en amont du CNPE**, montre une température homogène, de l'ordre de 26°C, en cohérence avec la mesure à la station amont de Pont de Chavanay : l'écart entre les températures minimale et maximale sur ce profil est inférieur à 0,2°C. Ce profil permet d'avoir une « référence » de température d'eau du Rhône et de son homogénéité en amont des rejets du CNPE.

**Profils réalisés en aval des rejets dans la retenue du Rhône (T2 à T4)**

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 94/230

**En aval immédiat du canal de rejet (profil T2)**, on observe une veine chaude localisée en surface, sur les premiers mètres sous la surface (2-3 mètres), les eaux les plus chaudes étant situées à proximité de la rive gauche sur le premier mètre en surface. La température maximale mesurée est de 34,5°C et l'échauffement maximal sur le profil (écart entre les températures minimale et maximale, sachant que la température minimale est égale à la température amont, le fond n'étant pas touché par la veine échauffée) est de 8,5°C (valeur proche de l'échauffement au rejet en sortie du circuit de refroidissement du CNPE). On remarque que la veine de rejet progresse rapidement dans la largeur du Rhône puisque l'échauffement lié au rejet est déjà visible sur toute la largeur du Rhône, ce qui confirme les résultats obtenus lors de précédentes campagnes.

**A environ 800 m en aval du canal de rejet (profil T3)**, la veine échauffée est toujours située sur les premiers mètres en surface (2 à 3 mètres sous la surface) et répartie sur toute la largeur du cours d'eau. L'échauffement maximal mesuré sur le profil est de 7,2°C avec une température maximale mesurée de 33,2°C.

**Au niveau du profil T4**, situé dans la retenue juste en amont de la dérivation (à environ 1,5 km du canal de rejet), l'échauffement maximal mesuré sur le profil est de 6,2°C, avec une température maximale mesurée de 32,2°C. Enfin, le profil T5 situé en amont du canal usinier (à environ 2,2 km du canal de rejet), montre un échauffement de 5,9°C, avec une température maximale mesurée de 31,9°C.

Ainsi, sur les profils T2 à T4, on observe que les échauffements maximaux décroissent. Par rapport au profil T2, où la veine de rejet est plus chaude en rive gauche, on constate une homogénéisation rapide sur toute la largeur du Rhône (sur la couche de surface) : les maxima sont mesurés au centre du cours d'eau pour le profil T3 et la masse d'eau échauffée en surface devient de plus en plus homogène sur la largeur (soit sur les 2 à 3 premiers mètres sous la surface) à mesure que l'on s'éloigne des rejets.

#### **Profils réalisés en aval des rejets dans le canal de dérivation du Rhône (T5 à T6)**

Le **profil T5, situé dans le canal usinier** (à environ 2,2 km du canal de rejet), montre un échauffement de 5,9°C avec une température maximale de 31,9°C.

Au niveau du **profil T6, situé au droit de la station SMP aval** dans le canal usinier (près de 6 km en aval des rejets), la température moyenne est de 27,8°C, très proche de la température du Rhône calculée en aval des rejets après mélange (27,9°C en moyenne journalière sur la journée du 11 août 2022).

Sur ces deux profils, la veine de rejet reste visible sur la couche supérieure du plan d'eau même si l'on observe que l'homogénéisation sur la verticale se réalise progressivement dans le canal usinier, avec une couche échauffée plus importante : environ 3 à 4 m au niveau du profil T5, pour une profondeur de 10 mètres au maximum sur cette section et environ 4 à 5 m au niveau du profil T6, pour une profondeur maximale d'environ 15 mètres sur la section. Au niveau du profil T6, la couche d'eau échauffée est globalement homogène sur la transversale.

La température mesurée à la station SMP aval du CNPE de St-Alban à l'heure de la réalisation du profil (aux alentours de 13h) est de 29,8°C, proche de la température maximale mesurée sur la section (30,6°C). Ainsi, la sonde de température de la station, située à environ 1 à 2 m sous la surface, mesure bien la masse d'eau échauffée.

Sur l'ensemble de ces profils (T2 à T6), la température minimale mesurée est égale à la température en amont du rejet du CNPE (mesurée sur le profil T1 ou à la station amont Pont de Chavanay), indiquant la présence d'une masse d'eau en profondeur non influencée par les rejets thermiques du CNPE.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 95/230

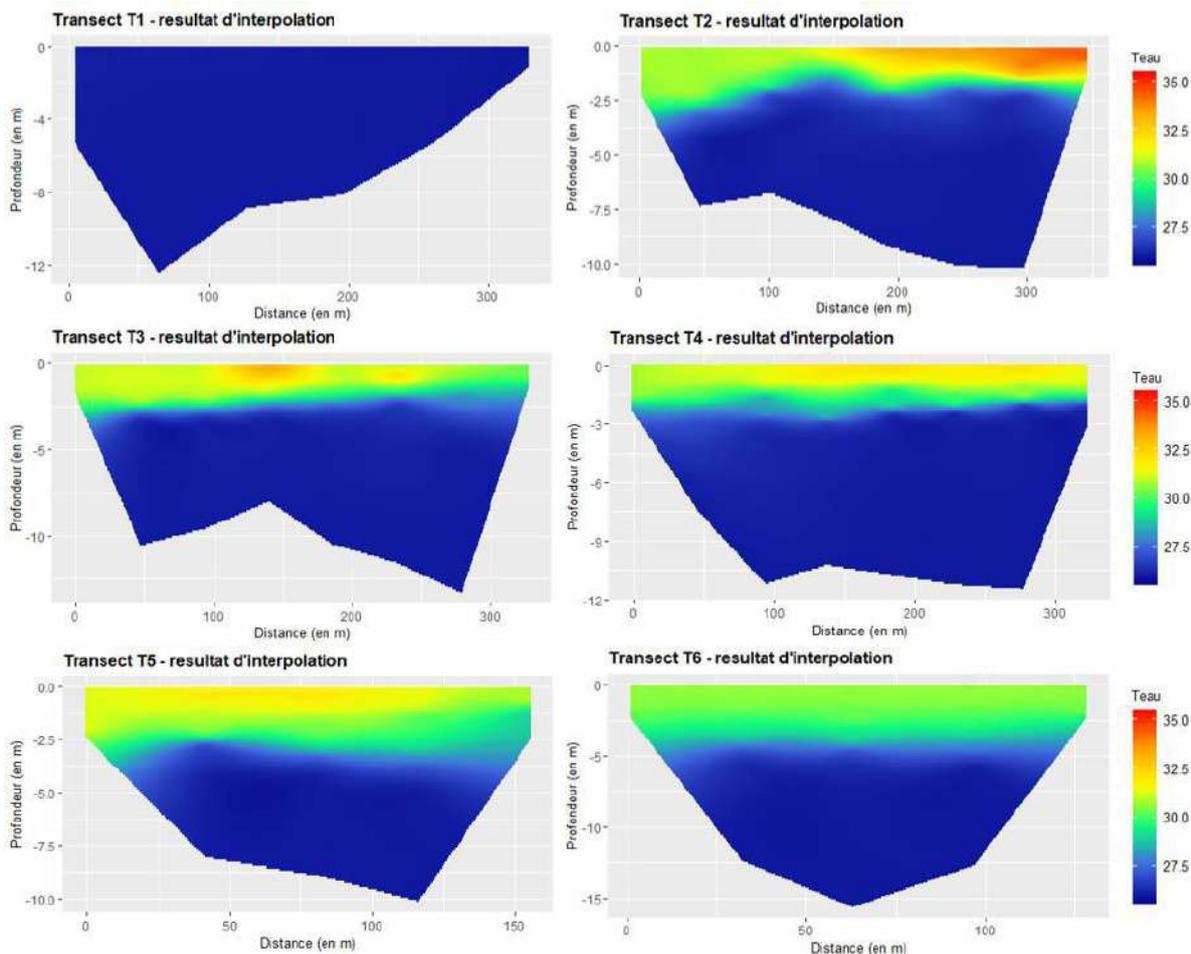


Figure 51 : Profils de température (°C) mesurés lors de la campagne du 11/08/2022

Globalement, le panache thermique conserve une stratification verticale marquée sur l'ensemble des profils réalisés dans la retenue et le canal de dérivation du Rhône.

Cette stratification a déjà été observée lors de précédentes campagnes, en particulier pour des débits plus élevés, et s'explique notamment par des hauteurs d'eau importantes dans les 2 tronçons (de l'ordre de 10 à 15 mètres selon les sections). Néanmoins, pour des débits faibles du Rhône, le mélange homogène était atteint plus rapidement lors des campagnes réalisées au préalable, notamment sur les profils de température réalisés en 2017 et 2018.

La stratification observée ici reste donc plus marquée le long du canal en amont de l'usine des Sablons malgré un débit relativement faible. Une des hypothèses envisagées pour expliquer cette stratification du canal du Rhône serait l'effet probable des modalités de gestion de l'aménagement hydroélectrique sur une période de l'ordre de la journée, avec un débit sortant de l'usine de Sablons plus faible que le débit entrant au niveau de l'usine de Vaugris, engendrant un effet de stockage dans le canal en amont de l'usine et des vitesses d'eau plus faibles dans la retenue et le canal de dérivation. Cette gestion pourrait avoir un impact sur la dilution, qui se ferait moins rapidement sur la verticale que ce qui avait été constaté pour des campagnes antérieures à bas débit.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 96/230

▪ **Bilan de la surveillance du panache thermique en aval de St-Alban lors de l'été 2022**

Les mesures de température réalisées le 11 août 2022 sur 6 profils depuis l'amont du CNPE de St-Alban jusqu'à la SMP aval permettent de rendre compte de l'évolution longitudinale et transversale du panache thermique depuis l'aval immédiat des rejets du CNPE de Saint-Alban jusqu'à la station SMP aval, de caractériser sa stratification verticale et sa dilution progressive vers l'aval.

Elles montrent que :

- La veine d'eau échauffée, influencée par les rejets, se répartit très rapidement sur toute la largeur du Rhône, dès l'aval immédiat des rejets, tout en restant en surface du fait de sa densité plus faible.
- Dans cette masse d'eau échauffée, les températures s'homogénéisent rapidement sur la largeur du Rhône et les valeurs maximales observées diminuent à mesure que l'on s'éloigne des rejets.
- La veine de rejet présente une stratification verticale nette à l'aval des rejets et se mélange progressivement sur la hauteur d'eau, tout en conservant cette hétérogénéité verticale sur l'ensemble des profils réalisés dans la retenue et le canal de dérivation.
- Au niveau de la station SMP aval, la masse d'eau est globalement homogène sur la largeur du canal mais encore hétérogène sur la verticale, avec une veine chaude présente sur les 4 à 5 mètres sous la surface et une masse d'eau non influencée par les rejets thermiques située plus en profondeur.
- Les mesures de température réalisées à la station SMP aval sont représentatives de la masse d'eau échauffée située proche de la surface.

**Ainsi, les données acquises durant la journée du 11 août 2022 confirment la représentativité de la SMP aval et sa capacité à mesurer les températures les plus chaudes atteintes dans la veine de rejet au niveau du canal de dérivation.**

**Malgré une stratification plus marquée observée dans le canal de dérivation pour cette plage de débit du Rhône, cette campagne confirme les caractéristiques globales du panache déjà observées en aval du CNPE de Saint-Alban, avec notamment une veine chaude en surface dans la retenue et une masse d'eau non influencée localisée en profondeur.**

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

**4.5.2.1. MES et ammonium**

Les matières en suspension (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 la seconde meilleure classe d'aptitude du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de la meilleure classe d'aptitude est à 25 mg/L).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 97/230

La présence d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) 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. À titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de classe d'état « bon » en ammonium de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de classe d'état « très bon » 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<sub>3</sub>), 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 : SANDRE) :

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

Avec [NH<sub>3</sub>] la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] 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<sub>3</sub>/L, et la valeur guide associée est de 5 µg NH<sub>3</sub>/L. Ce paramètre n'est pas pris en compte dans les évaluations du SEQ-Eau et de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié.

La surveillance de ces paramètres est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire. Elle est aussi demandée dans le programme de surveillance applicable en CCN, six fois par an.

Les résultats sont présentés dans les Tableau 4-cc et Tableau 4-dd.

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

Matières en suspension (mg/L)	18/07	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	13/09 <sup>a</sup>
Amont – S1	<2	4,4	8,6	32	11	3,2	5,2	6,3
Aval – S3	<2	6,1	4,4	2,0	2,0	4,7	3,3	2,4

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

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 pour la majorité des autres campagnes. Elles sont supérieures à l'amont pour deux campagnes en juillet, tout en restant dans la seconde meilleure classe d'aptitude du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques ».

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.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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

Ammonium (mg NH <sub>4</sub> /L)	18/07	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	13/09 <sup>a</sup>
Amont – S1	< 0,05	< 0,05	0,09	0,09	0,06	0,05	0,13	0,19
Aval – S3	< 0,05	< 0,05	<0,05	0,07	0,07	*	0,08	0,08

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN.

\* Analyse manquante liée à un problème lors du prélèvement.

Les concentrations en ammonium sont du même ordre de grandeur à l'amont et à l'aval et sont inférieures à la limite de classe de très bon état en juillet et août, au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié. Les valeurs mesurées en septembre sont inférieures à la limite de classe de bon état au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié. L'évolution saisonnière des concentrations en ammonium est conforme à ce qui est habituellement observé sur le site de Saint-Alban (consommation des nutriments azotés dont l'ammonium pendant l'été).

Les teneurs en ammoniac non ionisé, déterminées par calcul à partir de la concentration en ammonium sont présentées dans le Tableau 4-ee.

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

Ammoniac (µg NH <sub>3</sub> /L)	18/07	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	13/09 <sup>a</sup>
Amont – S1	<6,7	1,4	4,1	5	2,5	1,6	5,4	9,0
Aval – S3	<10,3	2,3	<3,0	4,1	2,5	*	4,5	4,0

\* Analyse de l'ammonium manquante liée à un problème lors du prélèvement.

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN.

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

Les concentrations calculées en ammoniac non ionisé sont du même ordre de grandeur entre les deux stations pour les campagnes réalisées à l'été 2022. Elles sont très majoritairement inférieures à la valeur guide d'objectif de qualité de 5 µg/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement. Les valeurs sont toutes restées inférieures à la valeur d'objectif de qualité impérative de 25 µg/L. L'ensemble de ces résultats démontrent l'absence de dégradation de la qualité d'eau pour la vie piscicole pendant la période de canicule.

#### 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/L<sup>15</sup>.

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 52 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

<sup>15</sup> 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 99/230

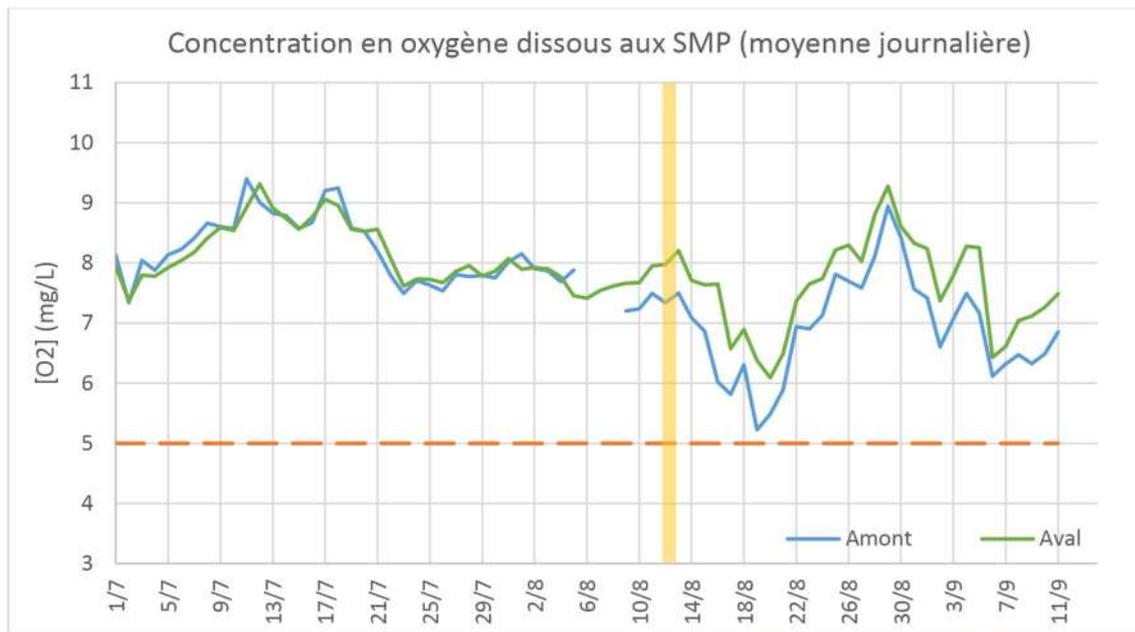


Figure 52 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE de Saint-Alban. La ligne pointillée orange représente la valeur de 5 mg/L (seuil d'information de l'OFB). Les valeurs mesurées à l'amont du 6 au 8 août ne sont pas disponibles en raison de problèmes techniques 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 53 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 100/230

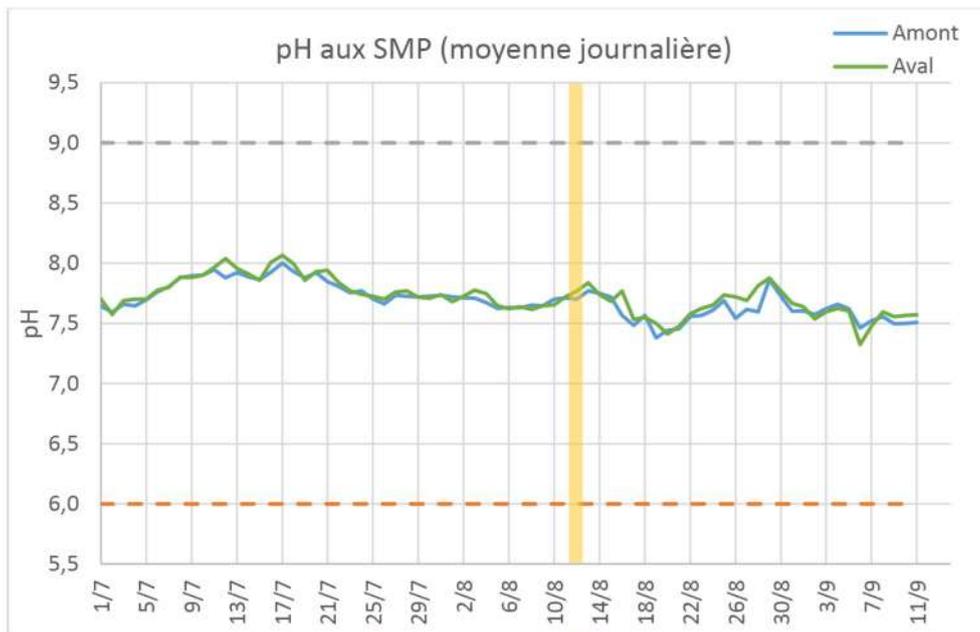


Figure 53 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE de Saint-Alban. Les pointillés représentent, à titre indicatif, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal.

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 d'état 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 54 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

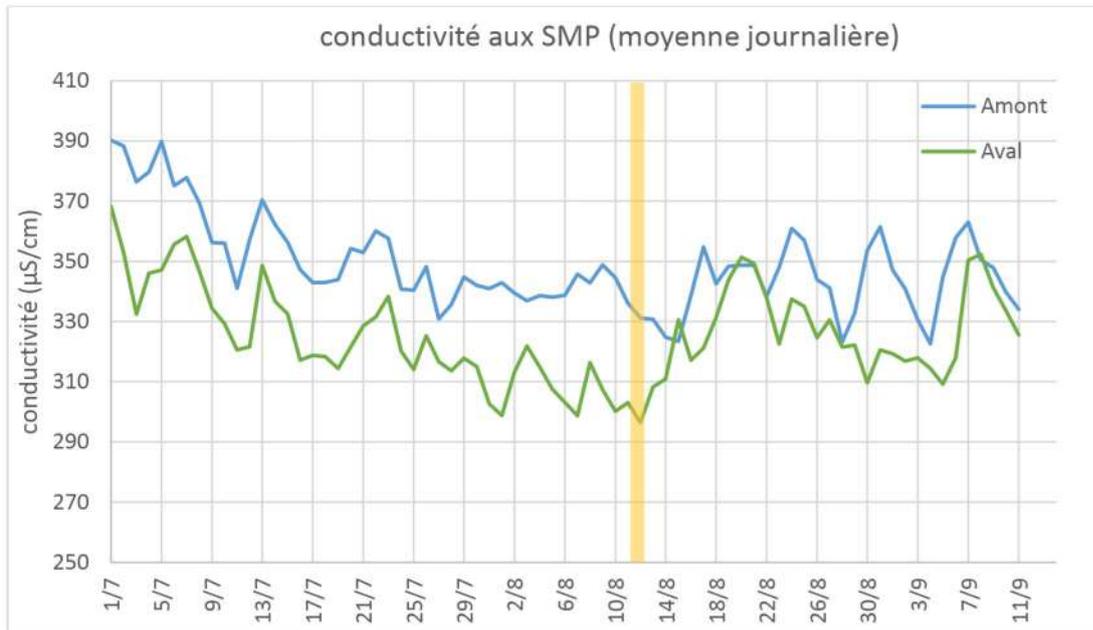


Figure 54 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE de Saint-Alban pendant l'été 2022.

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 à la station aval 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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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

Tableau 4-ff : 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	01/09	08/09
Amont – S1	78	38	544	119	38	1184
Aval – S3	38	163	78	<38	2988	119

Entérocoques (NPP/100mL)	18/7	12/08	18/08	25/08	01/09	08/09
Amont – S1	38	38	78	<38	<38	<38
Aval – S3	<38	115	78	<38	160	38

Les valeurs obtenues pendant les périodes de canicule de juillet et août sont globalement comparables entre l'aval et l'amont du CNPE de Saint-Alban, avec des concentrations en indicateurs de contamination faibles à moyennes. Les valeurs obtenues en septembre montrent une dégradation de la qualité de l'eau, notamment la concentration en *E. coli*, alternativement à l'amont et à l'aval du CNPE, probablement liées à des phénomènes pluvieux dans le secteur d'étude les 30 août et 6-7 septembre (apport de contamination par le lessivage des sols et saturation des capacités de traitement des eaux usés sur le bassin).

#### 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 et une mesure de cyanotoxines en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance spécifique des cyanobactéries est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. De plus, la surveillance du phytoplancton (proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II) permet aussi d'obtenir des données sur les cyanobactéries. L'ensemble de ces résultats sont présentés dans le Tableau 4-gg.

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

Cyanobactéries (cell./mL)	18/07	12/08	18/08 <sup>a*</sup>	30-31/08 <sup>a</sup>
Amont – S1	5	50	199	68
Aval – S3	50	19	138	6

<sup>a</sup> : Résultat acquis dans le cadre du suivi du phytoplancton.

\* Le 18/08 deux prélèvements ont été réalisés aux mêmes stations et analysés par deux laboratoires différents avec des méthodes différentes. Une première analyse est dédiée à la quantification de cyanobactéries, donnant un résultat en quelques jours. Le second prélèvement, dédié à l'analyse qualitative et quantitative du phytoplancton dans son ensemble, dont les résultats sont disponibles plusieurs semaines après prélèvement. Le résultat le plus pénalisant a été retenu pour cette analyse.

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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 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 à la station aval du fonctionnement du CNPE de Saint-Alban sur ces paramètres microbiologiques pendant les périodes de canicule de l'été 2022.

#### 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-hh.

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

Chlorophylle a (µg/L)	18/07	12/08	16/08 <sup>a</sup>	18/08	25/08	01/09	08/09	11/10 <sup>a</sup>
Amont – S1	1	1	2	6	3	3	2	1
Aval – S3	2	4	2	3	3	2	2	<0,5

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

La concentration en chlorophylle a est supérieure à la station aval lors de la campagne du 12/08. 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). Les valeurs obtenues en octobre sont dans cette gamme de valeur. Ce résultat confirme le retour d'expérience des épisodes caniculaires précédents (cf. pièce C du dossier art. R593-40-II) : la qualité des eaux n'a pas été modifiée de manière durable lors des épisodes caniculaires, 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. Un individu peut être unicellulaire ou composé d'une multitude de cellules (colonies ou filaments). C'est pourquoi, la **densité algale** (nombre d'individus phytoplanctoniques dans un volume d'eau) et la **densité cellulaire** (nombre de cellules dans un volume d'eau) sont analysées. La **biomasse algale** totale est exprimée en mg/L (ou mm<sup>3</sup>/L) et est calculée à partir de la somme des biovolumes de chaque taxon. Ce biovolume est évalué à l'aide de formules géométriques appropriées correspondant à la taille et à la forme des cellules considérées.

Des campagnes de mesure ont été réalisées dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule le 18 août et les 30-31 août à l'amont (station 1) et à l'aval (station 3, cf. Figure 49).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 104/230

#### 4.5.4.1.2.1. Richeur taxonomique

La rieur taxonomique exprime le nombre de taxons identifiés dans l'échantillon, quel que soit le niveau d'identification atteint (classe, genre, espèce). Ces valeurs sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-ii : Rieur taxonomique du phytoplancton à Saint-Alban

Rieur taxonomique (nb. de taxons)	18/08	30-31/08
Amont	43	34
Aval	28	30

La rieur taxonomique est moyenne aux deux stations. Ces valeurs sont en accord avec les analyses antérieures du CNPE de Saint-Alban. En effet, la rieur moyenne 2022 est respectivement de 39 espèces en amont (retenue peu courante) et 29 espèces en aval (canal de fuite plutôt courant) alors que la moyenne des campagnes estivales 1991-2000 est de 31 espèces et celle des campagnes effectuées en 2003 est de 44 espèces, à la station amont (ARALEP, 2003<sup>16</sup>). Par ailleurs, quelques différences sont observables entre les deux stations. En effet, lors de la première campagne, la rieur taxonomique est sensiblement plus élevée à la station amont. D'autre part, entre les 2 campagnes, la rieur taxonomique diminue de 9 taxons à la station amont, tandis qu'elle reste relativement stable à la station aval. C'est pourquoi elle est du même ordre de grandeur entre les deux stations lors de la deuxième campagne.

Le graphique ci-dessous présente la répartition des taxons identifiés au sein des différents groupes algaux.

<sup>16</sup> ARALEP, 2003. Suivi hydrobiologique renforcé du rejet thermique de la centrale nucléaire de St-Alban - St-Maurice durant l'été 2003. Rapport à EDF St-Alban, 20 p.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 105/230

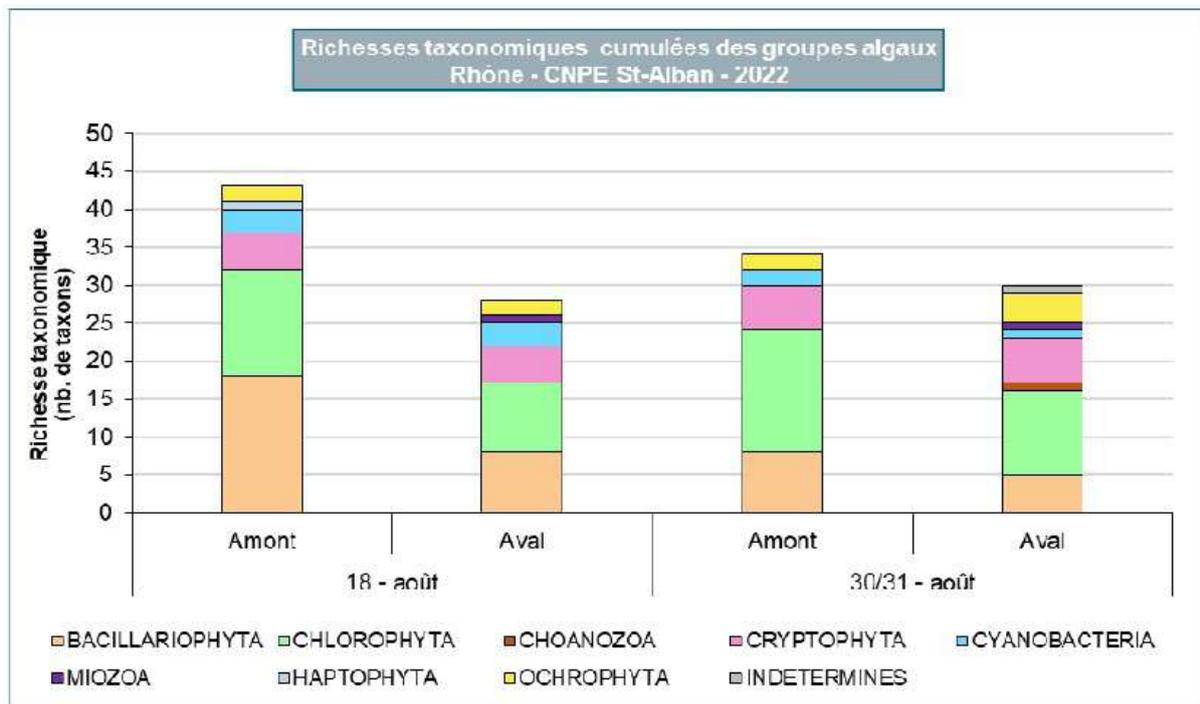


Figure 55 : Richesse taxonomique du phytoplancton à l'amont et à l'aval – Saint-Alban

Quelle que soit la station, les *Chlorophyta* (ou algues vertes) sont bien diversifiées à chaque campagne, (entre 32 à 47 % de la richesse taxonomique). Néanmoins, le nombre d'espèces de ce groupe est légèrement plus élevé à l'amont (15 taxons en moyenne sur les deux campagnes) qu'à l'aval (10 taxons en moyenne). Ces algues se développent préférentiellement en période estivale, lorsque les températures augmentent et que les nutriments sont suffisamment disponibles.

Les *Bacillariophyta* (ou diatomées) présentent une diversité moyenne, voire faible (entre 8 et 5 taxons), sauf à l'amont lors de la campagne du 18 août (18 taxons). Ces algues se développent préférentiellement hors période estivale, lorsque les températures de l'eau ne sont pas trop élevées et que la compétition avec les autres taxons (*Chlorophyta* et *Cyanobacteria*) est moins contraignante.

Les autres groupes algaux sont peu représentés, à l'exception des *Cryptophyta* (5 à 6 taxons) ainsi que quelques *Cyanobacteria* et *Ochrophyta* (1 à 4 taxons).

#### 4.5.4.1.2.2. Densités algales et cellulaires – biomasses

La biomasse algale retranscrit la production algale du peuplement phytoplanctonique. Tandis que les concentrations en phytoplancton s'expriment aussi bien en densité algale (nombre d'individus uni- ou pluricellulaires) qu'en densité cellulaire (nombre de cellules). Ces trois métriques sont complémentaires et sont présentées en parallèle dans le tableau et les graphiques suivants.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 106/230

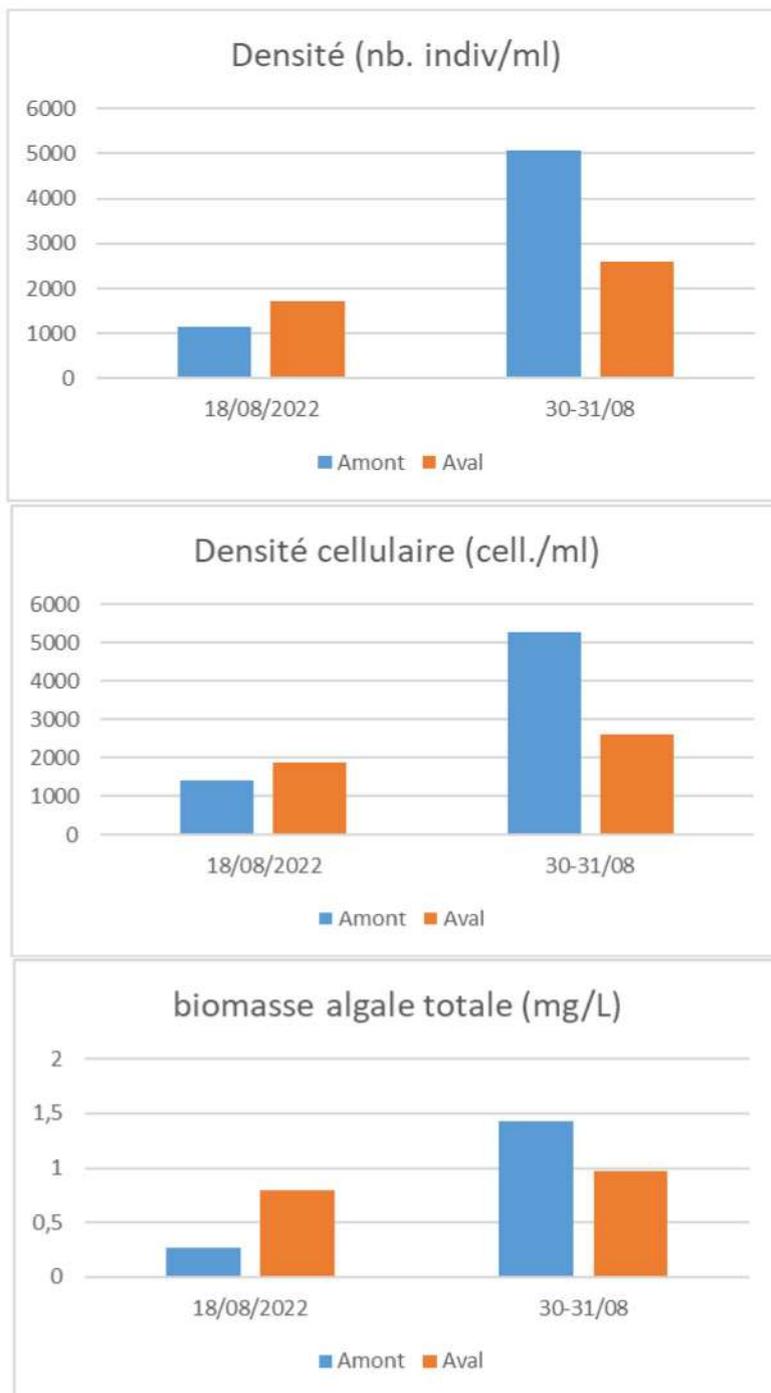


Figure 56 : Phytoplancton – Densité algale (haut), densité cellulaire (milieu) et biomasse algale (bas) à l’amont et à l’aval du CNPE de Saint-Alban en 2022

Les trois métriques présentent une augmentation au cours du mois d’août, particulièrement marquée à la station amont (4 à 5 fois plus élevées fin août, selon la métrique). Cette forte augmentation pourrait expliquer la diminution de la richesse taxonomique observée à la station amont. En effet, le développement important de certains taxons peut limiter celui des autres et diminuer la diversité du peuplement.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 107/230

Les densités algales et cellulaires sont en accord avec les analyses antérieures du CNPE de Saint-Alban (études antérieures à 2000 et réalisées pendant la canicule de 2003) et semblent habituelles pour ce secteur du Rhône. D'autre part, les valeurs de densités algales et cellulaires sont très similaires, témoignant de l'abondance de taxons unicellulaires, quel que soit le prélèvement.

Lors de la première campagne, les densités algales et cellulaires sont légèrement plus faibles à la station amont par rapport à la station aval. Lors de la seconde campagne, à l'inverse, les densités sont deux fois plus élevées à la station amont.

Les biomasses algales sont dans des valeurs habituelles pour ce secteur du Rhône.

Lors de la première campagne, la différence observée pour la densité est d'autant plus importante avec la biomasse. En effet, à cette période, la biomasse est trois fois plus faible dans l'eau de la station amont par rapport à la station aval. Puis au cours du mois d'août, la biomasse est multipliée par cinq dans l'eau de la station amont. Ces trois métriques permettent de qualifier le peuplement phytoplanctonique de faiblement productif au cours du mois d'août 2022. Des différences morphologiques et physico-chimiques entre les deux stations peuvent parfois expliquer les différences observées (influence de la végétation aquatique, vitesse et hauteur de l'eau, présence ou non de substrats benthiques etc...). Par ailleurs, le développement de certains taxons, pouvant présenter des biovolumes très différents, même au sein d'un même genre, peut entraîner de brusques changements dans les métriques sans pour autant être une réponse à une modification de l'environnement ou de la qualité du milieu.

#### 4.5.4.1.2.3. Composition du peuplement

Les histogrammes suivants détaillent la contribution des différents groupes d'algues à la densité cellulaire et à la biomasse phytoplanctonique globale.

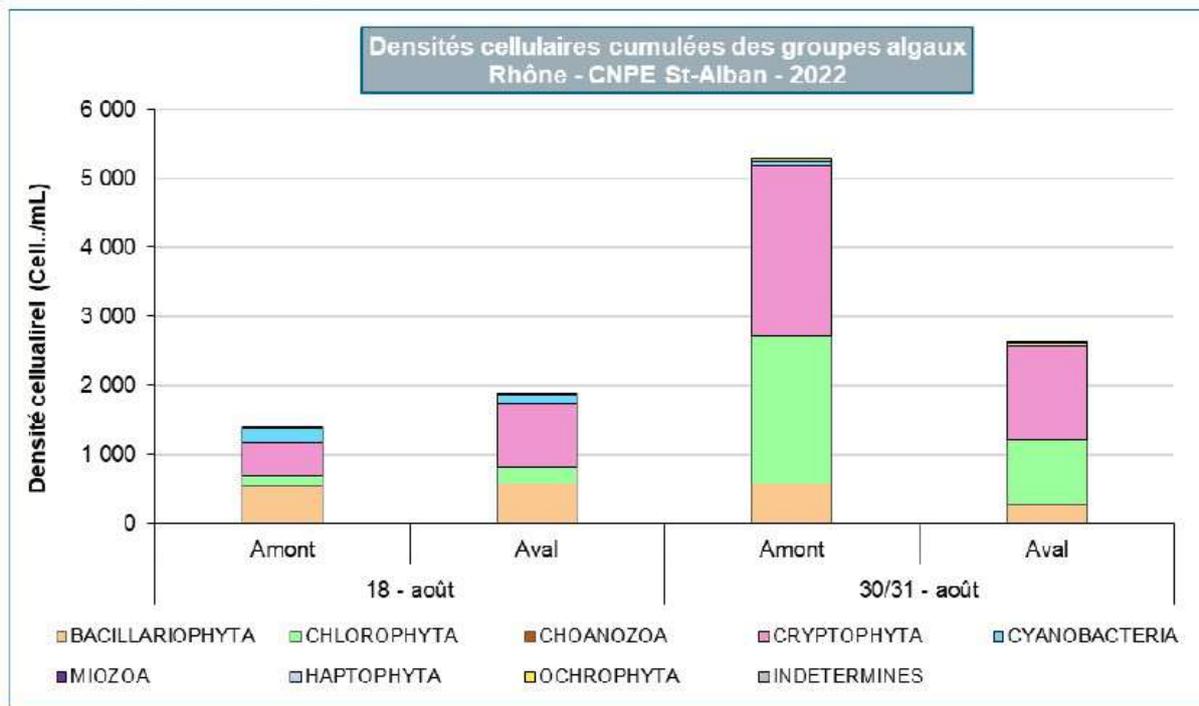


Figure 57 : Evolution des densités cellulaires du phytoplancton selon les groupes d'algues et les stations de prélèvements du CNPE de Saint-Alban en 2022

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 108/230

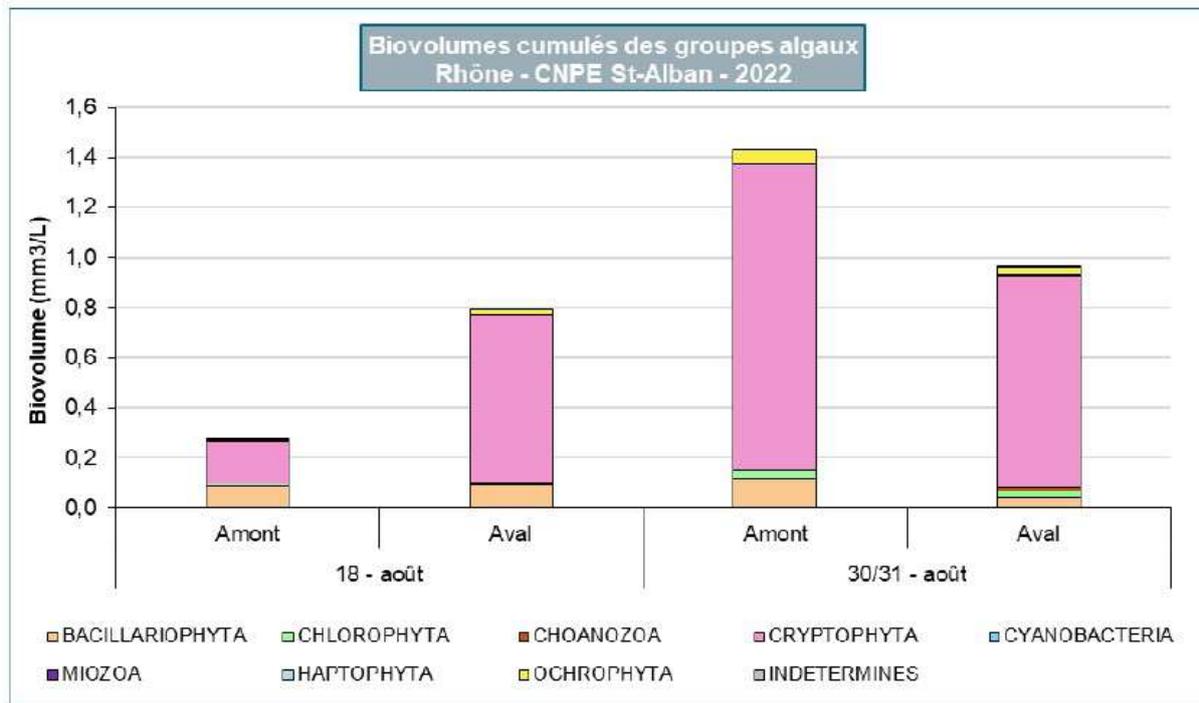


Figure 58 : Evolution des biovolumes algaux du phytoplancton selon les groupes d'algues et les stations de prélèvements du CNPE de Saint-Alban en 2022

Au niveau de la densité cellulaire, et selon la période de prélèvement, les *Cryptophyta*, les *Bacillaryophyta* (les diatomées) et les *Chlorophyta* (les algues vertes) dominent le peuplement phytoplanctonique. Néanmoins, les *Cryptophyta* contribuent en majorité aux biovolumes du peuplement.

**Lors de la première campagne**, les *Cryptophyta* et les diatomées dominent le peuplement phytoplanctonique. Les *Cryptophyta* sont représentées par des *Cryptomonas spp.* (*C. erosa*, *C. ovata* ou *C. marsonii*) et *Plagioselmis nannoplanctica*. Les diatomées sont représentées en grande majorité par *Discostella pseudostelligera* (24 % de la densité cellulaire à l'amont et 25 % à l'aval).

La densité et le biovolume des diatomées sont similaires entre les deux stations, la densité des *Cryptophyta* étant toutefois légèrement supérieure à l'aval. Cette différence est d'autant plus élevée au niveau des biovolumes, les *Cryptophyta* étant quatre fois plus importantes à la station aval, en particulier les grandes *Cryptomonas spp.* (17 % de la densité cellulaire à l'aval contre 5 % à l'amont). La plupart des *Cryptomonas* sont des taxons de grande taille, ce qui augmente d'autant plus la biomasse de cette station. Tandis que *Plagioselmis nannoplanctica* (*Cryptophyta*), espèce de petite taille dont la densité est élevée dans les deux stations (29 % de la densité cellulaire aux deux stations), représente un faible biovolume.

A cette période, les algues vertes et les *Cyanobacteria* (les cyanobactéries) sont également présentes en faible quantité dans les deux stations. Les algues vertes sont représentées par des taxons unicellulaires, comme *Chlamydomonas spp.*, *Monoraphidium tortile* ou encore *Spermatozopsis similis*, cette dernière n'étant présente qu'à l'aval.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 109/230

**Lors de la deuxième campagne**, les algues vertes et les *Cryptophyta* dominent le peuplement des deux stations. Les *Cryptophyta* sont représentées par les mêmes taxons qu'à la première campagne. Au niveau des algues vertes, seule la petite algue flagellée *Spermatozopsis similis* s'est particulièrement bien développée (28 % de la densité cellulaire à l'amont et 30 % à l'aval).

La contribution des algues vertes à la densité cellulaire est similaire entre les deux stations mais les *Spermatozopsis similis* sont toutefois presque deux fois plus nombreuses à l'amont qu'à l'aval. D'autre part, à cette période, la densité des *Plagioselmis nannoplanctica* (*Cryptophyta*) a également augmenté dans les deux stations tout en étant deux fois plus élevée à l'amont qu'à l'aval. Cependant, ce sont des taxons de petite taille, donc ils n'impactent que très peu la biomasse du peuplement. L'augmentation de la biomasse à l'amont est surtout causée par les grandes *Cryptomonas spp.* (1,06 mm<sup>3</sup>/L à l'amont contre 0,75 mm<sup>3</sup>/L à l'aval) qui se sont beaucoup développées.

A cette période, les diatomées, représentées par *Discostella pseudostelligera* et *Skeletonema potamos*, sont toujours présentes dans les deux stations. Des *Ochrophyta* de grande taille (*Mallomonas sp.*) se sont également développées, contribuant un peu à la biomasse du peuplement. Les cyanobactéries sont, quant à elle, encore moins abondantes qu'à la première campagne.

En termes d'écologie, la majorité des taxons présents dans ces prélèvements semblent être préférentiellement rencontrés dans des eaux eutrophes, notamment *Spermatozopsis simili*, *Discostella pseudostelligera* ou encore *Monoraphidium tortile*, voire *Cryptomonas spp.* D'autres semblent moins sensibles à la trophie de l'eau, comme *Plagioselmis nannoplanctica*. La majorité de ces taxons se multiplient rapidement, proportionnellement à leur taille. Ils sont parfois signe d'une modification des conditions environnementales, comme la température de l'eau. Différents auteurs indiquent également que les *Cryptophyta* se développent préférentiellement en fin d'été lorsque l'intensité lumineuse et la température de l'eau commence à diminuer.

D'autre part, les petites *Cryptophyta*, comme *Plagioselmis nannoplanctica*, sont appréciées du zooplancton. Le développement important de *Plagioselmis nannoplanctica*, voire de certaines *Cryptomonas spp.*, pourrait être expliqué par la diminution du zooplancton, lors de la seconde campagne (cf. §4.5.4.2).

#### 4.5.4.1.2.4. Diatomées du phytoplancton

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles sont essentiellement comprises dans le phytobenthos et peuvent se retrouver dans la colonne d'eau sous l'effet du courant. Leur surveillance 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 le 18 août et les 30-31 août à l'amont (station 1) et à l'aval (station 3, cf. Figure 49).

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

Tableau 4-jj : richesse taxonomique des diatomées du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

Richesse taxonomique	18/08	30-31/08
Amont	18	8
Aval	8	5

La richesse taxonomique des diatomées du phytoplancton est supérieure à l'amont par rapport à l'aval aux deux dates de prélèvement.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 110/230

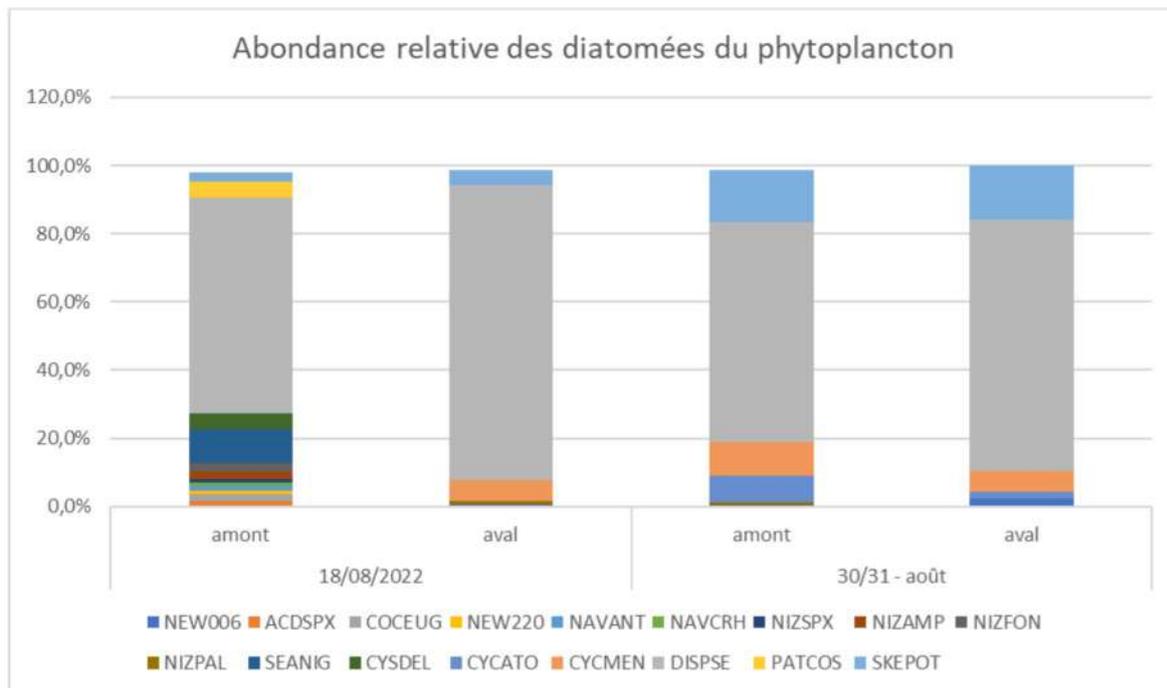


Figure 59 : abondance relative des principales (>1% sur au moins un prélèvement) espèces de diatomées phytoplanctoniques à Saint-Alban

La grande majorité des taxons inventoriés dans les quatre échantillons sont des diatomées benthiques qui se sont décrochées de leur substrat.

Le peuplement des diatomées du phytoplancton est dominé par *Discostella pseudostelligera* à toutes les dates et à toutes les stations (entre 63,3% à l'amont le 18/08 et 86,4% à l'aval le 18/08, cf. Figure 59). Cette espèce est assez ubiquiste, principalement en zone tempérée et est généralement absente des eaux très courantes. Elle tolère un large spectre de niveaux trophiques mais a une préférence pour les eaux eutrophes supporte une charge en matière organique assez élevée. Lors de la campagne du 30-31/08 on retrouve également dans les espèces principales *Skeletonema potamos* avec une abondance autour de 15% pour les deux stations, de même que *Cyclotella meneghiniana* entre 6% (à l'aval) et 10% (à l'amont). *Skeletonema potamos* est une espèce typique des eaux moyennement saumâtres. Elle est présente dans les rivières aux débits lents contenant un niveau modéré en électrolytes.

Le peuplement est plus diversifié à l'amont lors de la campagne du 18/08. La structure du peuplement est similaire entre les deux stations lors de la campagne du 30-31/08.

#### 4.5.4.1.3. Conclusion sur le phytoplancton

Les peuplements de phytoplancton dans l'eau du secteur du CNPE de Saint-Alban sont moyennement diversifiés. Leur densité algale, cellulaire et la biomasse phytoplanctonique ne sont également pas très élevées. Ces quatre métriques sont cohérentes et concordent avec des études antérieures. La composition du peuplement est largement dominée par les *Cryptophyta* (*Cryptomonas spp.* et *Plagioselmis nannoplanctica*), quel que soit le prélèvement. Une évolution temporelle est observable, avec le développement des *Chlorophyta* (notamment *Spermatozopsis similis*) au cours du mois d'août.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 111/230

Malgré des compositions taxonomiques très similaires entre les deux stations, des différences importantes ont été remarquées, au niveau des métriques totales. Les variations spatiales constatées au niveau de la densité cellulaire totale sont dues à des organismes de petites tailles (*Spermatozopsis similis* et *Plagioselmis nannoplanctica*) qui peuvent se multiplier rapidement. Tandis que les différences observées au niveau de la biomasse algale totale sont en grande partie dues aux *Cryptomonas* spp. Ces taxons sont suffisamment grands pour impacter rapidement les biovolumes du peuplement et donc les calculs de biomasses algales. Différents facteurs pourraient expliquer ces variations, comme la température, les changements de débit ou encore une hydro-morphologie différente entre les stations. En effet, les peuplements phytoplanctoniques peuvent évoluer brusquement en particulier dans les cours d'eau.

L'évolution de la communauté taxonomique est similaire entre les deux stations. Les taxons dominants le peuplement (*Cryptophyta*) sont sensibles à une température élevée. Leur présence à l'aval permet de supposer qu'il n'y a pas eu d'influence du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur la communauté.

**Les comparaisons entre la station amont et aval ne mettent pas en évidence l'influence du fonctionnement du CNPE de Saint-Alban en période de canicule sur les peuplements phytoplanctoniques à la station aval au cours de l'été 2022.**

#### 4.5.4.2. Zooplancton

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale, sans capacité natatoire notable, et vivant généralement 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 les 18 août et 30/31 août aux stations à l'amont (station 1) et à l'aval (station 3)

##### 4.5.4.2.1. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique observée lors des deux campagnes est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-kk : richesse taxonomique du zooplancton à Saint-Alban.

Richesse taxonomique	18/08	30-31/08	Moyenne station
Amont	11	4	8
Aval	9	4	7
Moyenne par date	10	4	

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

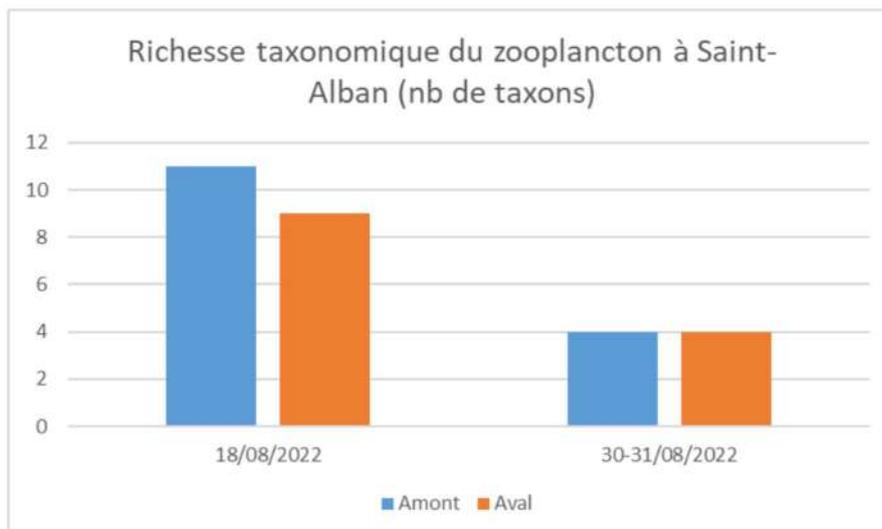


Figure 60 : richesse taxonomique du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban 2022

La richesse taxonomique du zooplancton dans le Rhône à proximité du CNPE de Saint-Alban est faible voire très faible. En effet, quelle que soit la campagne de prélèvement ou la station, 11 espèces au maximum ont été identifiées. Cette faible diversité n'est pas surprenante en tenant compte du milieu et du type de prélèvement réalisé (2L d'eau brute). Bien que ce dernier soit représentatif, à l'avenir un prélèvement résultant de la filtration d'un plus gros volume permettrait de capturer des espèces plus rares. Rappelons également que la station amont est en zone de retenue moyennement courante tandis que la station aval éloigné se trouve dans le canal de fuite en aval de l'usine hydroélectrique, donc dans un contexte plutôt courant.

Les prélèvements réalisés le 18 août apparaissent plus diversifiés que ceux réalisés le 30 et 31 août aux deux stations, avec une diversité moyenne deux fois plus élevée (10 taxons en moyenne le 18 août contre 4 taxons fin août). Globalement, aucune différence notable entre les deux stations concernant la richesse taxonomique (moyenne de 8 taxons à l'amont et de 7 taxons à l'aval) ne peut être mise en évidence.

#### 4.5.4.2.2. **Densité zooplanctonique**

La densité du zooplancton a été calculée à partir d'une aliquote d'un volume concentré et connu du prélèvement d'eau brute. Elle est exprimée en densité d'individus par litre (cf. Tableau 4-II et Figure 61).

Tableau 4-II : dénombrement d'abondance du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

Densité (nb individus/L)	18/08	30-31/08	Moyenne par station
Amont	59	21	40
Aval	74	50	62
Moyenne par date	67	36	

La densité zooplanctonique calculée aux deux stations et aux deux campagnes apparaît comme moyenne et normale pour un cours d'eau comme le Rhône. Elle se situe dans un même ordre de grandeur que la densité de zooplancton observée lors des études antérieures (canicule de 2003). Une plus forte concentration de zooplancton a été relevée dans les prélèvements du 18 août, à l'amont comme à l'aval.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 113/230

En moyenne, la densité zooplanctonique a chuté de moitié entre les deux campagnes de prélèvements, soit en l'espace de 15 jours. Une estimation d'environ 67 individus/L a été calculée dans les prélèvements du 18 août contre 36 individus/L les 30 et 31 août. La baisse de densité est à mettre en relation avec une baisse de l'abondance des *Rotifera*, et en particulier les espèces planctoniques. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette baisse. En effet, l'abondance du phytoplancton, source principale d'alimentation des *Rotifera*, pourrait être l'une des causes. Dans les prélèvements du 18 août, la densité en *Rotifera* est importante, alors que la densité algale du phytoplancton est faible. Cette période pourrait coïncider avec un fort développement du zooplancton, ayant consommé une grande partie de sa nourriture. La situation s'inverse par la suite : après une période avec moins de phytoplancton, la densité de zooplancton chute, puis la concentration en phytoplancton augmente fin août (moins de prédation par le zooplancton en baisse). Une autre explication pour illustrer les écarts de densité entre les deux campagnes de prélèvements est le temps de renouvellement des *Rotifera* qui est relativement faible (quelques jours). Ainsi, en l'espace de deux semaines les densités de zooplancton, principalement représentées par les *Rotifera*, ont pu naturellement fluctuer.

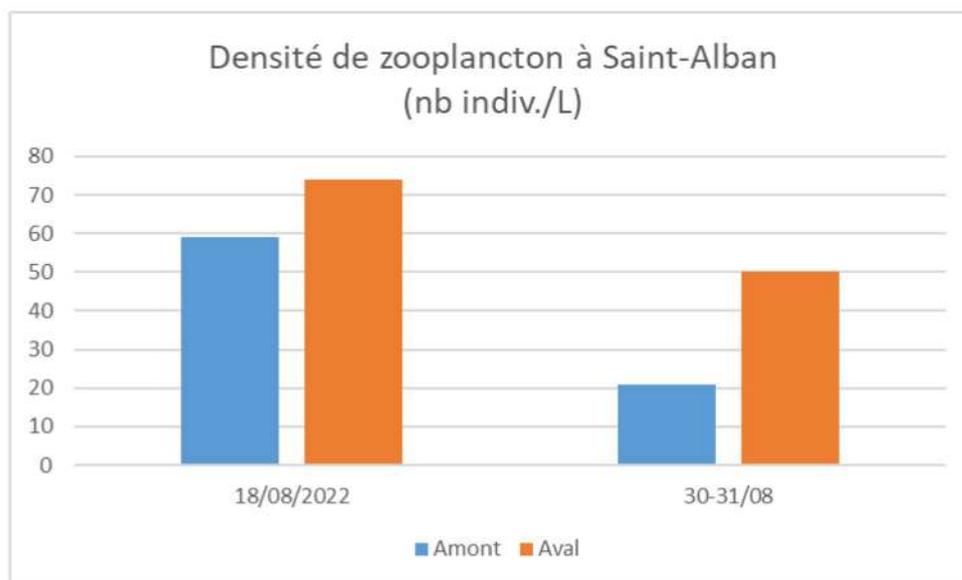


Figure 61 : densité du zooplancton à l'amont et l'aval du CNPE de Saint-Alban

Une variabilité inter-stationnelle, bien que moins importante, est également à noter. En moyenne, 40 individus/L ont été dénombrés à l'amont contre 62 individus/L à l'aval. La différence entre les deux stations est principalement liée à la campagne réalisée fin août où la densité de zooplancton est deux fois plus importante à la station aval (présence plus importante de *Bivalvia* à l'aval).

Néanmoins, **les différences observées sont à relativiser puisqu'elles portent sur des valeurs de densités assez faibles, qui restent *in fine* dans le même ordre de grandeur entre les deux stations (environ 50 individus/L).**

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.5.4.2.3. *Composition du peuplement*

La composition du peuplement du zooplancton est présentée dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 4-mm : Densité du zooplancton par groupe taxonomique à Saint-Alban

Densité (Nb indiv./L)	Rotifera		Copepoda		Bivalvia		Nematoda			Total
	18/8	30/8	18/8	30/8	18/8	31/8	18/8	31/8	18/8	
<b>Amont</b>	45	2	3	2	10	14	3	3	61	21
<b>Aval</b>	45	6	19	2	13	42	0	0	77	50

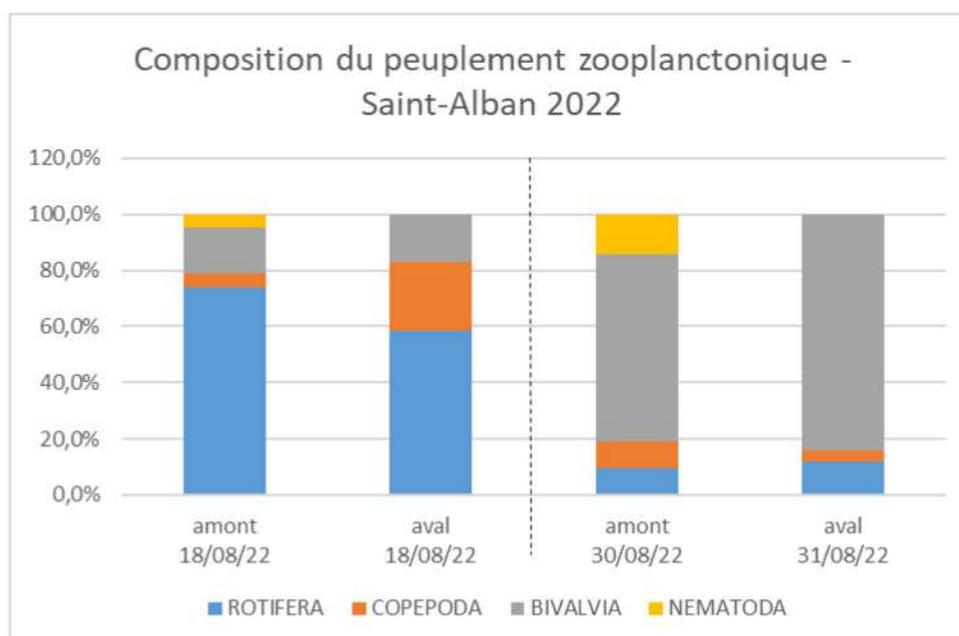


Figure 62 : composition du peuplement de zooplancton (en pourcentage d'abondance) à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

Lors des deux campagnes de prélèvements, deux groupes se démarquent et représentent une part importante de la composition du peuplement zooplanctonique : les Rotifères et les Bivalves.

L'abondance relative des grands groupes est relativement proche entre les deux stations lors des deux campagnes de prélèvements. Les Copépodes semblent cependant plus représentés à la station aval qu'à la station amont dans les prélèvements du 18 août.

Les peuplements de zooplancton évoluent de manière importante, à l'amont comme à l'aval, entre les deux campagnes de prélèvements. En effet, lors de la première campagne du 18 août, les Rotifères sont le groupe le plus représenté ; une abondance relative fluctuant entre 58 et 74% selon les stations ayant été relevée. A contrario, dans les prélèvements du 30 et 31 août, ce sont les Bivalves qui dominent le peuplement (entre 67 et 84% d'abondance relative). A noter que pour la station amont, la densité de Bivalves n'a pas augmenté entre les deux campagnes, mais que la densité de Rotifères a fortement chuté (expliquant ainsi la chute de la densité entre les campagnes et par conséquent l'augmentation de la proportion en Bivalves). A la station aval, l'augmentation de la proportion en Bivalves dans le peuplement résulte à la fois d'une augmentation de la densité en Bivalves et d'une diminution de la densité en Rotifères.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 115/230

Dans l'ensemble, les espèces observées sont principalement benthiques ou épiphytes (*Bdelloidea*, les *Rotifera* *Cephalodella* et *Lecane*, *Bivalvia* et *Nematoda*). Les principaux taxons planctoniques observés (*Polyarthra sp* et *Copepoda*) sont ceux dont la décroissance a été le plus marquée entre les deux campagnes de prélèvements.

#### 4.5.4.2.4. Conclusion sur le zooplancton

Les densités de zooplancton sont aussi variables dans le temps et entre stations sans qu'un lien puisse être fait avec le fonctionnement du CNPE en période de canicule. La composition du peuplement est similaire entre les stations amont et aval.

**Les résultats montrent donc une absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Saint-Alban pendant la période étudiée sur les peuplements de zooplancton à la station aval au cours de l'été 2022.**

#### 4.5.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques

Les diatomées constituent la majorité des algues du périphyton qui colonise les supports naturels (cailloux, galets, branchages, etc.) ou artificiels (enrochements, palplanches, etc.) immergés ou continuellement humides. Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles peuvent être phytoplanctoniques (en suspension dans la colonne d'eau) ou benthiques (fixées sur le substrat). 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.

La surveillance de ce compartiment biologique est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Saint-Alban (2014-DC-0469) au titre des Conditions Climatiques Normales (CCN). Les prélèvements ont été réalisés le 15/06 et le 23/08.

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

Tableau 4-nn : données de surveillance des diatomées benthiques à Saint-Alban

Date de prélèvement	15/06		23/08	
Station	amont	aval	amont	aval
Nombre d'espèces	40	47	46	25
Diversité	4,02	4,30	4,18	2,74
Equitabilité	0,75	0,77	0,76	0,59
Note IBD	14,3	14,1	13,3	12,5
Note IPS	13,4	13,4	11,5	11,1

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 116/230

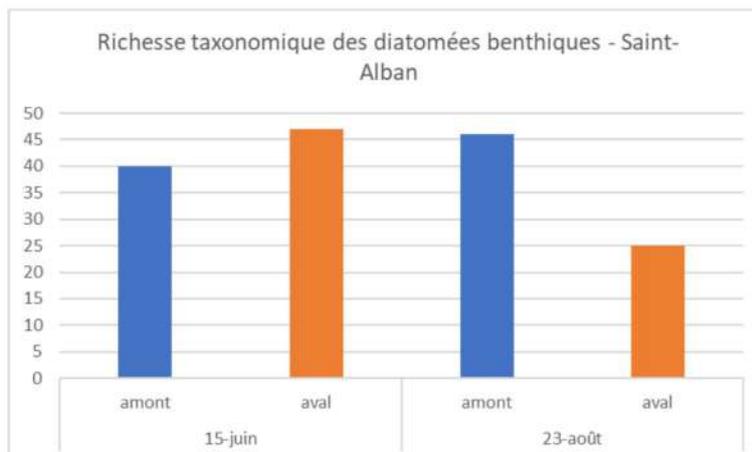


Figure 63 : richesse taxonomique des diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

En juin, si la richesse spécifique est plus élevée en aval (+7 taxons), les différents paramètres et indices sont sensiblement similaires entre les stations et indicatifs d'un peuplement diversifié et équilibré (cf. Figure 64). Au contraire, en août la différence entre ces dernières est marquée, en faveur de l'amont. Si la richesse amont reste dans la gamme de celles de juin, elle est pratiquement divisée par deux en aval, ce qui, avec le caractère particulièrement abondant de NCTV<sup>17</sup> (44% des individus), engendre un déséquilibre du peuplement (cf. Figure 64). Cet état de fait peut en partie s'expliquer par la structure particulière de la station aval, située dans le canal de fuite de l'usine hydroélectrique CNR de Sablons, et ainsi fortement influencée par les éclusées lors des périodes de débit plus faible, ce qui aboutit alors à la mise à sec régulière de la frange littorale où se développe le périphyton.

<sup>17</sup> NCTV : *Navicula caterva*



**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 : 1

Page 117/230



Figure 64 : Diversité (à gauche) et équitabilité (à droite) du peuplement de diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

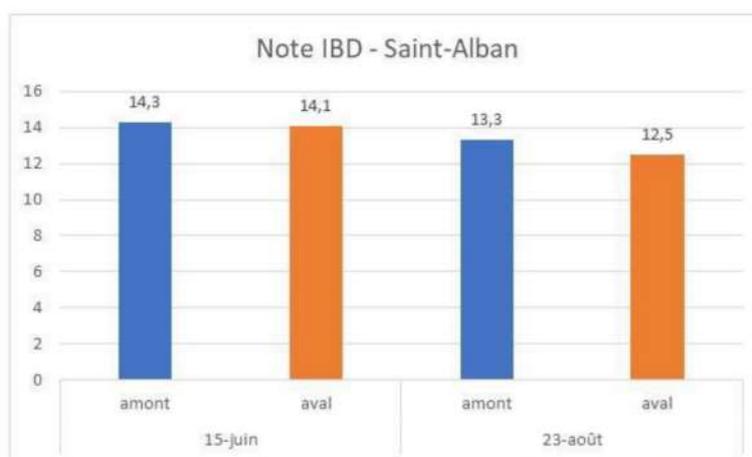


Figure 65 : Notes IBD à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

En première approche, les résultats montrent une note IBD similaire entre les deux stations à chacune des dates mais une dégradation de cette qualité entre les deux dates (cf. Figure 65). Cette évolution est essentiellement liée au changement des espèces dominantes entre les deux campagnes (cf. Tableau 4-00) : CEUG<sup>18</sup> (amont) et NCTV (aval), les deux espèces dominantes en août, sont représentatives de milieux d'eaux plutôt eutrophes à charge organique avérée tandis que NCTE<sup>19</sup>, dominante en juin aux deux stations, est une espèce plutôt béta-mésosaprobe<sup>20</sup> indicatrice de pollution organique faible, toutefois indifférente à la teneur en nutriments. Cet arrangement est classique du Rhône à Saint-Alban (cf. suivi 2021 par exemple – ARALEP, 2022<sup>21</sup>). De la même manière, si les taxons arrivant en seconde position en termes d'abondance (APED<sup>22</sup> et NANT<sup>23</sup> en juin puis SEAT<sup>24</sup> et NCTT<sup>25</sup> en août) apparaissent tous tolérants aux nutriments, SEAT est également très tolérant à une forte teneur en matière organique.

<sup>18</sup> CEUG : *Cocconeis euglypta*

<sup>19</sup> NCTE : *Navicula cryptotenella*

<sup>20</sup> eau modérément polluée à teneur encore élevée en oxygène dissous

<sup>21</sup> Suivi hydrobiologique du Rhône au niveau de la centrale nucléaire de St-Alban – St-Maurice. Année 2021, ARALEP, juin 2022.

<sup>22</sup> APED : *Amphora pediculus*

<sup>23</sup> NANT : *Navicula antonii*

<sup>24</sup> SEAT : *Sellaphora atomoides*

<sup>25</sup> NCTT : *Navicula cataracta*

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 118/230

Tableau 4-00 : proportion des espèces dominantes de diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE de Saint-Alban

Date de prélèvement	15/06		23/08	
Station	amont	aval	amont	aval
Espèces dominantes (%)	NCTE : 25,9	NCTE : 20,1	CEUG : 17,6	NCTV : 44,0
	APED : 14,5	NANT : 8,1	SEAT : 15,9	NCTT : 24,3
	ADEU : 9,2	NDIS : 7,3	APED : 11,7	NCTE : 5,4

Avec : NCTE = *Navicula cryptotenella* ; APED = *Amphora pediculus* ; ADEU = *Achnanthydium eutrophilum* ; NANT = *Navicula antonii* ; CEUG = *Cocconeis euglypta* ; SEAT = *Sellaphora atomoides* ; NCTV = *Navicula caterva* ; NCTT = *Navicula cataracta*

En résumé, si mi-juin la qualité biologique IBD et la structure des peuplements de diatomées benthiques amont et aval sont sensiblement identiques, on assiste à une diminution des indices de qualité fin août quelle que soit la station mais qui se ressent de manière plus marquée sur le peuplement aval (perte de richesse spécifique, déséquilibre du peuplement). Cette dégradation peut s'expliquer pour les deux stations en partie par une eutrophisation plus sensible du milieu avec l'évolution des conditions hydrologiques estivales, et un possible effet d'amplification en aval en lien avec l'échauffement. La station aval, située dans le canal de fuite de l'usine hydroélectrique CNR de Sablons, est, quant à elle, fortement influencée par les éclusées lors des périodes de débit plus faible, ce qui aboutit alors à la mise à sec régulière de la frange littorale où se développe le périphyton.

#### 4.5.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles

##### 4.5.6.1. 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 Saint-Alban.**

##### 4.5.6.2. 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 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 17/08/2022), il a été convenu qu'en cas d'alternance entre CCN et 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 du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite.

Trois campagnes de suivi sanitaire piscicole ont été réalisées le 26/07 et le 09/08, puis les 3 & 7/11, à l'amont (station 1) et à l'aval (station 3) du CNPE de Saint-Alban. Les deux espèces de poissons principalement rencontrées lors de ces pêches dans ce secteur du Rhône ont fait l'objet d'un examen sanitaire : le chevesne et le goujon.

Au total, 228 poissons, représentant 2 espèces, chevesnes et goujons, ont été capturés par pêche électrique (100 à la station amont, 128 à la station aval), ce qui représente un échantillonnage moyen de 76 poissons par campagne.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Les résultats de ces campagnes sont repris dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 4-pp : résultats des examens sanitaires du peuplement piscicole à l'amont et l'aval du CNPE de Saint-Alban

Dates	26/07			09/08			3 & 7/11		
	N	N patho	P (%)	N	N patho	P (%)	N	N patho	P (%)
Amont	30	4	13,3%	32	9	28,1%	38	11	28,9%
Aval	41	3	7,3%	48	4	8,3%	39	7	17,9%

Avec N = nombre total de poissons pêchés ; N patho = nombre de poissons présentant une pathologie ; P = prévalence : proportion de poissons présentant une pathologie

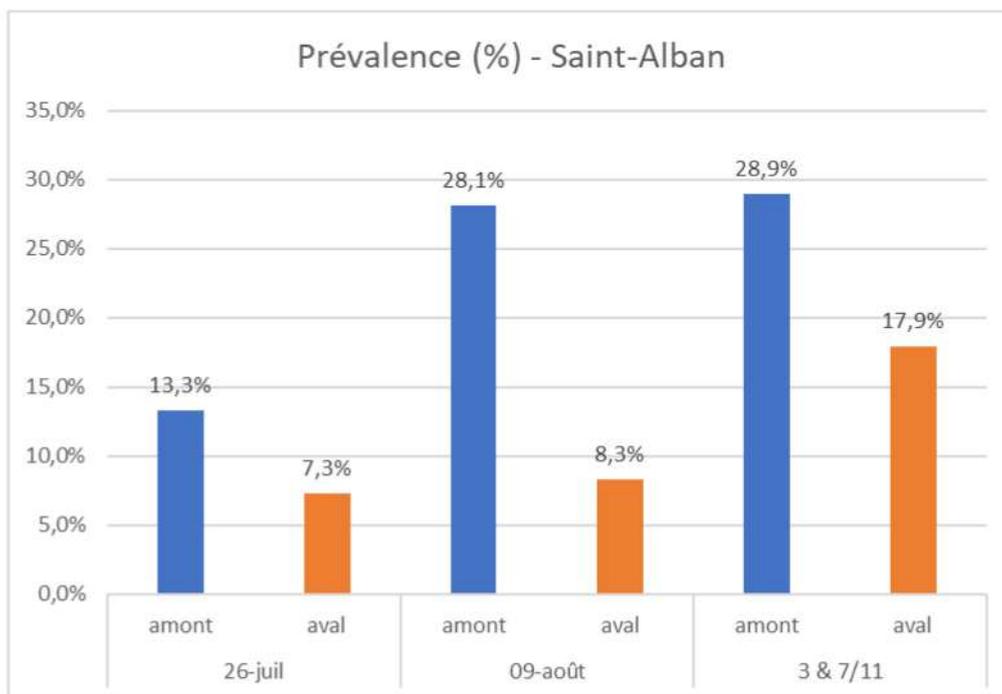


Figure 66 : prévalence (% d'individus présentant une pathologie) du peuplement piscicole à Saint-Alban

Quelle que soit la campagne considérée, la prévalence est supérieure à la station amont par rapport à la station aval, indiquant qu'un plus grand nombre de poissons présentent des pathologies à la station amont (proportionnellement à la population globale). Celle-ci est stable à la station aval entre le 26 juillet et le 9 août (respectivement 7,3% et 8,3%) et elle augmente nettement lors de la campagne de novembre (17,9%). A contrario elle augmente nettement dès la campagne du 9 août à la station amont (de 13,3% le 26/07, elle passe à 28,1%) et reste stable ensuite (28,9% en novembre).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 120/230

Sur l'ensemble des lésions identifiées, 61,2% sont de type érosif et nécrotique, et 31,6% d'entre elles sont de type hémorragique. Elles sont majoritairement de faible (79,8%) intensité (sur une grille comprenant 4 niveaux d'intensité : faible, moyenne, forte et très forte). Ainsi, les lésions pathologiques observées traduisent plutôt des actions ponctuelles et de faibles amplitudes consécutives à l'action soit de microparasites (Protozoaires), soit de bactéries pathogènes opportunistes telles que, par exemple, *Aeromonas sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Flavobacterium sp.*, qu'un phénomène de grande ampleur, type épidémie.

L'indice de condition (Ic) est une relation mathématique entre le poids (P) et la taille (L), révélant l'état physiologique des poissons ( $Ic = [P/L^3] \times 10^5$ , où P = masse en grammes et L = longueur totale exprimée en millimètres). Plus il est élevé et meilleure est la condition physique des individus. Il a été déterminé pour les chevesnes seule espèce systématiquement représentée significativement (> 30 individus) à l'amont comme à l'aval. Les prélèvements comprenaient en effet entre 30 et 36 individus. Les indices de condition pour le chevesne sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-qq : Indices de condition moyens (Icm) des chevesnes, calculés respectivement en amont et en aval du CNPE de Saint-Alban

Date	26/07		09/08		3 & 7/11	
Station	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Effectif	30	41	32	48	38	39
Icm	1,12	1,00	1,11	0,94	0,91	0,86

Les indices de conditions moyens sont supérieurs à l'amont du CNPE sur l'ensemble des campagnes. Ils sont stables entre juillet et août à l'amont puis diminuent en novembre, tandis qu'à l'aval ils diminuent régulièrement entre juillet et novembre.

Des températures de l'eau supérieures à 25°C semblent influencer négativement sur l'indice de condition des chevesnes. Et en novembre, la baisse de la température de l'eau s'est traduite par une baisse importante de l'indice de condition des chevesnes.

L'indice pathologique (Ip) est une relation mathématique entre la prévalence de poissons présentant des lésions externes et l'intensité de chaque lésion observée. Pour une lésion donnée, l'indice pathologie (Ip) s'exprime par la formule :  $IP = P \times Q$ , où P représente le % de poissons présentant des lésions externes, Q représente la sévérité lésionnelle. Pour une population donnée, l'indice pathologie global (IpG) additionne les IP relatifs à chaque lésion observée et s'exprime ainsi :  $IpG = \sum IP$ . Ainsi, plus l'indice pathologique est faible, meilleur est l'état sanitaire du peuplement. Les indices pathologiques globaux par station et par date sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-rr : récapitulatif des Indices pathologiques (IpG) au cours de l'été 2022 à Saint-Alban

Date	26/07		09/08		3 & 7/11	
Station	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Effectif	30	41	32	48	38	39
IpG	0,17	0,07	0,37	0,08	0,40	0,26

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 121/230

Les indices pathologiques sont toujours supérieurs à la station amont par rapport à la station aval. Ils varient en effet de 0,17 à 0,40 à l'amont et de 0,07 à 0,26 à l'aval. Par ailleurs, ils augmentent aux deux stations à partir de juillet, pour atteindre un maximum au mois de novembre, indiquant une dégradation de l'état sanitaire des poissons au cours du temps dans ce secteur du Rhône.

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.

**Les résultats des examens sanitaires montrent que sur l'ensemble de la période d'étude, l'état sanitaire du peuplement piscicole est meilleur à la station aval par rapport à la station amont et que les différents indices tendent à se dégrader entre juillet et novembre pour les deux stations.**

**Ainsi, le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban en période de canicule ne met pas en évidence d'incidence sur l'état sanitaire du peuplement piscicole.**

#### 4.5.6.3. 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 du fait des températures élevées et en corolaire d'une oxygénation variable et potentiellement réduite. Par ailleurs, la structure du peuplement de poissons présente un caractère intégrateur des conditions environnementales sur plusieurs semaines précédant la pêche. Ainsi, une fréquence de pêche mensuelle permet donc de répondre à l'objectif de suivre l'influence éventuelle du fonctionnement du CNPE en période de canicule.

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. La précédente campagne (en CCN) a été réalisée le 14/06.

En premier lieu, il convient de préciser qu'il est communément admis en écologie des milieux aquatiques que **l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale.** En effet, à l'échelle de la communauté de poisson, les effets d'une variation de l'environnement (canicule ou autre) peuvent mettre plusieurs mois ou années avant d'être perceptibles sur les paramètres mesurables (richesse, diversité...), cette communauté intégrant les variations environnementales à minima sur les dernières semaines ou mois précédant la pêche.

Sur l'ensemble des stations étudiées, 14 et 21 espèces ont été capturées respectivement à la campagne pré-estivale et à la campagne post-canicule. Dans le même temps, la richesse spécifique de la station amont est passée de 11 à 14 espèces et celle de la station aval de 7 à 14 espèces (cf. Figure 49).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

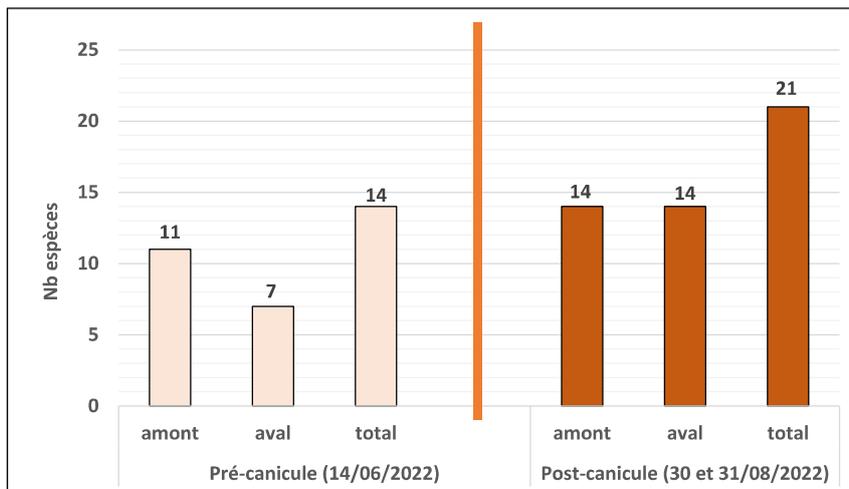


Figure 67 : Richesse du peuplement piscicole à Saint-Alban lors des campagnes pré-estivale et post-canicule

La richesse spécifique est en augmentation que ce soit sur l'ensemble des stations (+ 7 espèces) ou sur la station amont et la station aval (respectivement + 3 et + 7 espèces). Par ailleurs, la richesse spécifique qui est moins élevée à l'aval par rapport à l'amont à la campagne pré-estivale (4 espèces en moins) est alors identique à la campagne post-canicule. La richesse spécifique a donc non seulement systématiquement augmenté mais l'écart en défaveur de la station aval a été comblé.

L'augmentation des richesses spécifiques, est principalement en lien avec l'arrivée, au sein de la communauté, des juvéniles de l'année de la majorité des espèces. A la campagne pré-estivale, soit leur reproduction n'avait pas encore eu lieu, soit les œufs n'avaient pas encore éclos ou les juvéniles étaient d'une taille insuffisante pour être capturés en pêche électrique ( $L \sim < 2 \text{ cm}$ ).

L'analyse des effectifs ne met pas en évidence d'évolution marquée entre les deux campagnes que ce soit au niveau global (359 individus en juin et 363 en août) ou pour les stations prises séparément (pour les stations amont et aval, respectivement, 218 puis 254 individus et 141 puis 109 individus – cf. Figure 68).

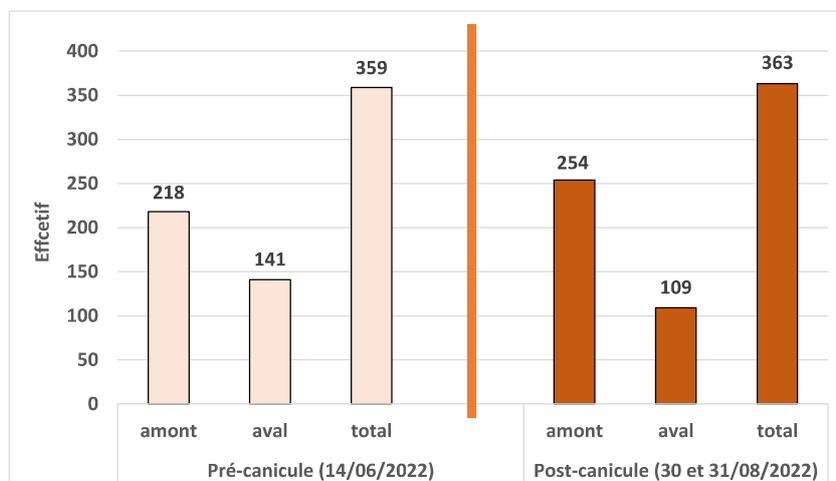


Figure 68 : Effectifs des peuplements piscicoles à Saint-Alban lors des campagnes pré-estivale et post-canicule

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 123/230

Ce constat est plutôt inhabituel puisque que, à la campagne de fin d'été, suite à l'arrivée des juvéniles dans la communauté, les effectifs des deux stations tendent généralement à augmenter de manière significative. Par ailleurs, on observe un écart un peu plus marqué entre les effectifs des stations amont et aval à la campagne post-canicule par rapport à la campagne précédente : respectivement, une différence de 57 % (109 vs 254) et de 35 % (141 vs 218). Cette différence s'explique notamment par un effectif plus important de gardons à l'amont qu'à l'aval (119 vs. 8), possiblement lié à un mécanisme d'évitement de la zone échauffée en période de canicule de cette espèce, plus sensible aux températures élevées que les autres, notamment pour les juvéniles.

Les effectifs observés correspondent à des valeurs basses mais déjà rencontrées à ces stations dans la chronique de données disponible pour le CNPE.

La distinction des juvéniles (individus 0+) et des individus plus âgés (individus > 0+, cf. Figure 69)<sup>26</sup> met en évidence, à la campagne post-canicule, une diminution de la proportion de juvéniles par rapport à ce qui est habituellement observé entre les deux pêches, de manière plus marquée à l'aval. Cette proportion, déjà élevée en juin aurait dû se maintenir voire augmenter. Cela peut s'expliquer par les températures élevées rencontrées sur le secteur d'étude. Cet effet a pu être amplifié à la station aval, qui constitue un milieu peu propice au maintien des juvéniles (aval de l'usine-écluse, trafic fluvial important, peu d'habitats disponibles).

Toutefois, les proportions de juvéniles observés correspondent à des valeurs habituellement rencontrées aux deux stations. Elles sont variables d'une année à l'autre en fonction des conditions hydroclimatiques rencontrées (crues, canicules, etc.)

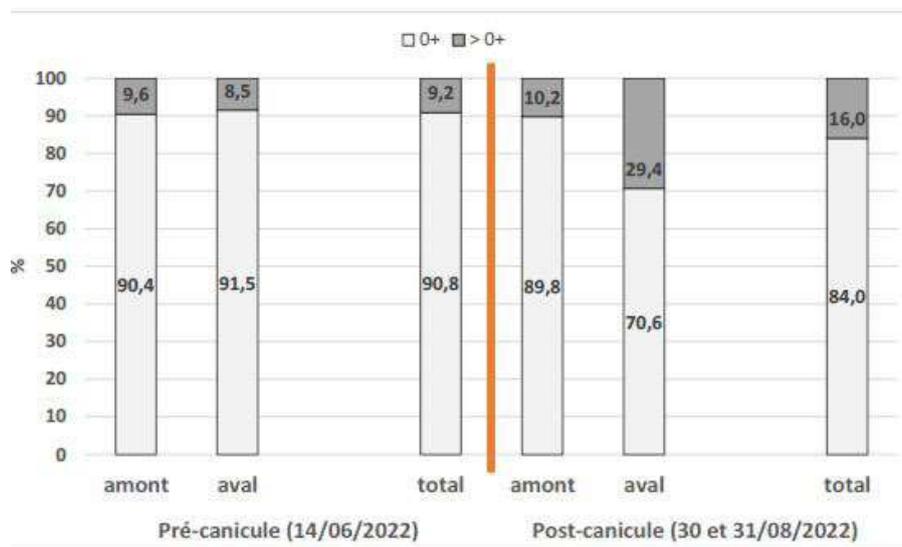


Figure 69 : Proportions de juvéniles (individus 0+) et d'individus plus âgés (individus > 0+) au sein des peuplements piscicoles de l'ensemble des stations et des stations amont et aval lors des campagnes pré et post-canicules à Saint-Alban

<sup>26</sup> En première approche, pour permettre une analyse rapide des données, un seuil de 100 mm a été retenu pour distinguer les juvéniles (taille ≤ 100 mm) des adultes (taille > 100 mm).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Sur l'ensemble des stations, 11 espèces sont présentes à la fois au sein du peuplement de la campagne pré-estivale (14 espèces observées) et de la campagne post-canicule (21 espèces observées). En termes de guildes d'habitat (degré d'affinité pour le courant), il s'agit de 4 espèces lénitophiles (brochet, carassin argenté, carpe commune et gardon), d'une espèce rhéophile (hotu) et de 6 espèces ubiquistes (ablette, anguille, chevesne, grémille, loche franche et perche - Cf. Tableau 4-ss). La majorité des espèces sont eurythermes, c'est-à-dire qu'elles peuvent s'adapter à une large gamme de variation de températures, à l'exception du spirilin qui est sténotherme d'eau froide, c'est-à-dire qu'il supportent plus difficilement des températures élevées.

Tableau 4-ss : Abondance du peuplement piscicole par espèce lors de campagnes pré et post-canicule à Saint-Alban

Peuplement piscicole	Pré-canicule (14/06/2022)						Post-canicule (30 et 31/08/2022)					
	amont		aval		total		amont		aval		total	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Ablette	6	2,8			6	1,7	3	1,2	7	6,4	10	2,8
Anguille			1	0,7	1	0,3			1	0,9	1	0,3
Barbeau fluviatile			2	1,4	2	0,6						
Blennie fluviatile									3	2,8	3	0,8
Bouvière							12	4,7			12	3,3
Brème bordelière							30	11,8	13	11,9	43	11,8
Brochet	1	0,5			1	0,3	2	0,8			2	0,6
Carassin argenté	90	41,3			90	25,1	10	3,9	10	9,2	20	5,5
Carpe commune	1	0,5			1	0,3	1	0,4	1	0,9	2	0,6
Chevesne	17	7,8	10	7,1	27	7,5	36	14,2	51	46,8	87	24,0
Gardon	69	31,7	57	40,4	126	35,1	119	46,9	8	7,3	127	35,0
Goujon									4	3,7	4	1,1
Grémille			2	1,4	2	0,6			3	2,8	3	0,8
Hotu	25	11,5	62	44,0	87	24,2			2	1,8	2	0,6
Ide mélanote									4	3,7	4	1,1
Loche franche	1	0,5	7	5,0	8	2,2			1	0,9	1	0,3
Perche	1	0,5			1	0,3	2	0,8			2	0,6
Perche-soleil							2	0,8			2	0,6
Pseudorasbora							15	5,9			15	4,1
Rotengle							15	5,9			15	4,1
Sandre	6	2,8			6	1,7						
Silure glane							6	2,4	1	0,9	7	1,9
Tanche							1	0,4			1	0,3
Vandoise commune	1	0,5			1	0,3						
<b>Total</b>	<b>218</b>	<b>100</b>	<b>141</b>	<b>100</b>	<b>359</b>	<b>100</b>	<b>254</b>	<b>100</b>	<b>109</b>	<b>100</b>	<b>363</b>	<b>100</b>
Richesse spécifique	<b>11</b>		<b>7</b>		<b>14</b>		<b>14</b>		<b>14</b>		<b>21</b>	

Dix espèces qui n'avaient pas été observées à la campagne pré-estivale ont été capturées à la campagne post-canicule : la blennie fluviatile, la bouvière, la brème bordelière, le goujon, l'ide mélanote, la perche-soleil, le pseudorasbora, le rotengle, le silure glane et la tanche. A l'exception de l'ide mélanote, toutes ces espèces se reproduisent principalement en mai-juin voire jusqu'en juillet (brème bordelière) ou en août (bouvière), ce qui explique très probablement leur absence de la campagne pré-estivale alors qu'elles sont présentes à la fin août. Rappelons que la grande majorité des captures est constituée de juvéniles de l'année en lien avec la faible efficacité de la pêche électrique dans les profondeurs supérieures à 1,5 m, habitat de prédilection des individus plus âgés contrairement aux juvéniles qui affectionnent les faibles profondeurs.

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p align="center">UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 125/230</p>

La quasi-similarité de l'effectif total des campagnes pré et post-canicule (respectivement 359 et 363 individus) n'est donc pas liée à des peuplements identiques mais à des variations d'effectifs au sein des différentes espèces des deux peuplements qui finissent par se compenser. Globalement, à la campagne post-canicule, on constate que l'augmentation de l'effectif liée aux espèces nouvellement capturées (106 individus) est principalement compensée par la forte diminution des effectifs de deux espèces (le hotu et le carassin argenté - 155 individus en moins). L'écart qui demeure, 49 individus en faveur de la campagne post-canicule, est essentiellement lié à l'augmentation, lors de la campagne post-canicule, des effectifs de chevesnes (espèce dont la reproduction s'étale d'avril à septembre<sup>27</sup> - 50 individus en plus).

Quant à la légère augmentation de l'écart d'effectif entre les stations amont et aval lors des deux campagnes (-35% en juin vs -57% en août), elle est principalement liée aux effectifs inhabituellement peu élevés de l'ensemble des espèces à la campagne post-canicule. Généralement, à cette période, on constate qu'au moins deux espèces atteignent des effectifs dépassant la centaine d'individus. Lors des dix dernières années, il s'agit habituellement du gardon et de l'ablette, espèces dont les effectifs sont particulièrement bas en août 2022 (respectivement 8 et 7 individus). Comme déjà mentionné précédemment, ce phénomène pourrait être lié aux températures élevées rencontrées à cette station (*i.e.* évitement de la zone échauffée par les gardons et les ablettes).

En considérant rapidement les résultats des pêches de la 4ème et dernière campagne de l'année (début novembre 2022), qui seront analysés plus finement et développés dans le rapport de suivi réglementaire annuel, on observe une augmentation marquée de la richesse spécifique par rapport à la campagne post-canicule au niveau de la station amont : respectivement de 14 à 17 espèces. L'arrivée d'un nombre important de juvéniles de l'année (0+) semble en être la raison principale. Le nombre d'individus capturés a ainsi fortement augmenté à la station amont : de 254 individus à la campagne post-canicule à 1 781 à la dernière campagne de novembre. Ce phénomène concerne plus particulièrement la brème bordelière (831 individus), le gardon (480 individus) et, dans une moindre mesure, l'ablette et le pseudorasbora (une centaine d'individus). En revanche, à la station aval, le nombre d'espèces a légèrement diminué (de 14 à 13 espèces de la 3ème à la 4ème campagne), ce qui pourrait s'expliquer par la baisse concomitante des effectifs capturés : de 109 à 75 individus. L'évolution de la proportion de juvéniles capturées sur les deux stations lors des deux dernières campagnes semble corroborer cette hypothèse. En effet, la station amont a vu sa richesse et son effectif augmenter, passant de 90 % de juvéniles à 96 % alors que, dans le même temps, la station aval, dont les richesses spécifiques et les effectifs ont diminué, a vu sa proportion de juvéniles passer de 71 % à 39 %. Il est donc possible que la reproduction ait été particulièrement peu importante à cette station ou que les juvéniles qui y sont nés aient dévalé afin d'échapper aux températures élevées, le canal de fuite n'offrant pas de zone « refuge » (d'un point de vue thermique) comparativement à la station amont localisée dans la retenue. Il n'est pas non plus à exclure que les possibilités de recolonisation de la station aval, une fois l'épisode caniculaire terminé, soient plus difficiles du fait des vitesses de courant plus élevées à rapprocher des capacités de nage limitées des jeunes de l'année (0+).

#### 4.5.6.4. Conclusion sur les espèces piscicoles

Les résultats des examens sanitaires montrent que sur l'ensemble de la période d'étude l'état sanitaire du peuplement piscicole est meilleur à la station aval par rapport à la station amont et que les différents indices tendent à se dégrader entre juillet et novembre pour les deux stations. L'effet constaté semble donc lié à la période caniculaire mais ne permet pas de mettre en évidence l'influence cumulée de la canicule et du rejet thermique du CNPE de Saint-Alban sur l'état sanitaire piscicole.

<sup>27</sup> Cf. étude thermique du Rhône, phase IV : [https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/siERM/files/content/migrate\\_documents/ETR-P4-Synthese.pdf](https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/siERM/files/content/migrate_documents/ETR-P4-Synthese.pdf)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 126/230

L'analyse du peuplement piscicole des stations amont et aval lors des campagnes pré et post-canicule, met en évidence des effectifs faibles à la campagne post-canicule notamment à la station aval, mais déjà rencontrés par le passé. L'explication la plus probable semble être un déficit inhabituel de juvéniles (gardons et ablettes en particulier) en lien avec un possible comportement d'évitement des températures élevées rencontrées et/ou l'absence d'habitat permettant d'offrir un refuge thermique à la station aval, contrairement à l'amont. Cette hypothèse semble être confirmée par la diminution de la proportion de juvéniles à la station aval lors de la dernière campagne de novembre alors que leur proportion a augmenté à la station amont. La plus faible tolérance des juvéniles de la majorité des espèces piscicoles par rapport aux individus plus âgés semble conforter cette hypothèse. A titre d'exemple, la limite maximale du préférendum thermique du gardon adulte est de 25 °C alors qu'elle n'est que de 21 °C pour le juvénile (Tissot et Souchon, 2011).

Enfin, 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.

**En conclusion, le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban en période de canicule n'a pas eu d'effet sur le peuplement piscicole en termes d'impact sanitaire ou mortalité. Toutefois, les résultats de la campagne de fin août indiquent que les températures estivales rencontrées ont pu provoquer un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée. Les résultats préliminaires de la campagne de novembre indiquent une évolution différente entre l'amont et l'aval suite à l'épisode caniculaire (augmentation de la richesse, des effectifs et de la proportion de juvéniles à l'amont ; baisse des effectifs, de la richesse et de la proportion de juvéniles à l'aval). Cependant, les valeurs observées (effectifs totaux, proportions de juvéniles), bien qu'appartenant aux valeurs basses connues pour le CNPE de Saint-Alban, restent dans des valeurs déjà rencontrées sur ce secteur d'étude.**

Il est possible que la reproduction ait été particulièrement peu importante à la station aval et/ou que les juvéniles qui y sont nés aient dévalé afin d'échapper aux conditions défavorables (température, habitat, courantologie), le canal de fuite n'offrant pas de zone « refuge » (d'un point de vue thermique) comparativement à la station amont localisée dans la retenue. Pour rappel, l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps pluriannuel. Les résultats des prochaines années apporteront des éléments de compréhension sur les potentiels effets de la canicule 2022 sur la communauté de poissons.

Enfin, les conclusions de l'étude thermique du Rhône<sup>28</sup> ont montré que la température et l'hydrologie interviennent dans la dynamique de la reproduction et sur le développement embryonnaire et post-éclosion des poissons. Les résultats de l'été 2022 sont ainsi cohérents dans le contexte conjoint du changement climatique et d'une situation prolongée de canicule.

#### 4.5.7. Conclusion 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.

<sup>28</sup> [https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierrm/files/content/migrate\\_documents/EtudeThermiqueRhone-Plaquette-Mai2016.pdf](https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierrm/files/content/migrate_documents/EtudeThermiqueRhone-Plaquette-Mai2016.pdf)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 127/230

Le suivi du panache thermique réalisé durant l'été 2022, à savoir la réalisation d'une campagne de mesures de profils de température d'eau, confirme les caractéristiques globales du panache déjà observées en aval du CNPE de Saint-Alban, avec notamment une veine chaude en surface dans la retenue et une masse d'eau non influencée localisée en profondeur. Les mesures dans le canal de dérivation du Rhône montrent une stratification plus marquée en amont de l'usine que lors de précédentes campagnes pour cette plage de débit du Rhône.

Le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les **paramètres physico-chimiques** suivants à la station aval : MES, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité. Les résultats obtenus concernant les **paramètres microbiologiques** : flores « eau de baignade » et cyanobactéries, ne mettent pas en évidence d'influence significative du fonctionnement du CNPE de Saint-Alban pendant l'été 2022.

Aucune incidence n'est non plus notée sur le compartiment **planctonique** à la station aval du CNPE. Concernant les **diatomées benthiques**, ces dernières sont essentiellement influencées en seconde partie de saison par une eutrophisation plus sensible au fil du temps et un possible effet d'amplification en aval en lien avec l'échauffement. Le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban en période de canicule n'a pas eu d'effet sur le peuplement piscicole en termes d'impact sanitaire ou de mortalité. Les résultats du suivi piscicole indiquent un moindre effectif et une moindre proportion de juvéniles à la station aval par rapport à la station amont, tout en restant des valeurs déjà rencontrées à cette station par le passé. Ces résultats peuvent s'expliquer par un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée, couplé à des conditions défavorables d'habitat et de courantologie dans le canal de fuite, n'offrant pas de zone de refuge thermique. Ce type de résultats est cohérent avec les conclusions de l'étude thermique du Rhône dans le contexte du changement climatique et des conditions de canicule prolongée.

**L'analyse des résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique, planctonique et diatomique ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur l'ensemble de ces compartiments. Le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban en période de canicule n'a pas eu d'effet sur le peuplement piscicole en termes d'impact sanitaire ou de mortalité. Les résultats du suivi de la structure du peuplement piscicole indiquent une différence entre les stations amont et aval, pouvant s'expliquer par un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée, couplée à des conditions défavorables d'habitat et de courantologie dans le canal de fuite. Enfin, l'analyse des effets sur le peuplement piscicole doit être menée à un pas de temps plus long que l'année 2022.**

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 128/230

#### 4.6. EVALUATION DES IMPACTS POUR LE CNPE DU TRICASTIN

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



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 130/230

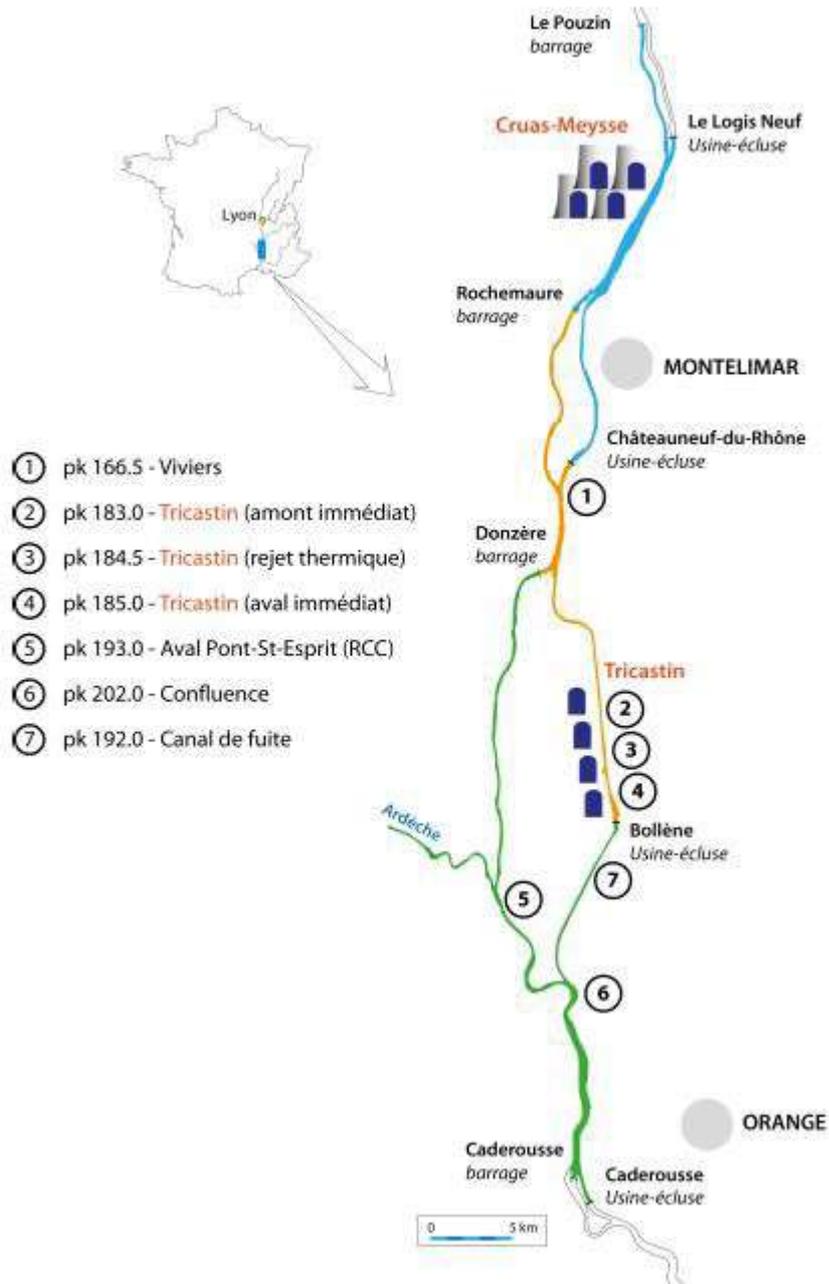


Figure 70 : stations de surveillance hydroécologique du CNPE de Tricastin

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 131/230

#### 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 MWe), 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, le CNPE fonctionnait donc en Situation Exceptionnelle.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 132/230

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 de dérivation). Ce profil est localisé au droit de la station de mesure des températures d'eau située en amont du CNPE à pont de Pierrelatte ;
- 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 71 : Localisation des profils de température réalisés le 10 août 2022

La campagne s'est déroulée entre 09h40 et 17h40 le 10 août 2022. Les débits du canal étaient stables lors de la matinée, avec des valeurs proches de 400 m<sup>3</sup>/s puis une baisse de débit d'environ 50 m<sup>3</sup>/s a été observée à partir du début d'après-midi. Le débit moyen dans le canal de Donzère au niveau de l'usine de Bollène sur la période de mesure est d'environ 380 m<sup>3</sup>/s.

Durant la période de réalisation des profils, la température à l'amont du CNPE de Tricastin a légèrement augmenté de façon naturelle, générant une faible évolution temporelle de l'ordre de 0,1°C. La température moyenne journalière mesurée le 10/08/2022 à l'amont du CNPE est d'environ 24,9°C.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 133/230

Globalement, la campagne de profil s'est déroulée dans une période avec des débits et des températures du canal de Donzère Mondragon en amont du CNPE évoluant assez peu. L'impact de ces variations sur les résultats de la campagne est donc faible.

Campagnes de suivi thermique Tricastin	Profils de température
Date	10 août 2022
Débit du Rhône dans le canal de Donzère (donnée à l'usine de Bollène sur la période des mesures)	350 à 400 m <sup>3</sup> /s (moy. 380 m <sup>3</sup> /s)
T°amont Rhône (Pont de Pierrelatte)	24,9°C
Fonctionnement du CNPE	Réacteurs 1, 2 et 4 en fonctionnement (réacteur 3 à l'arrêt)
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.**

▪ **Analyse des mesures de température de la campagne du 10 août 2022**

Les 6 profils réalisés le 10 août 2022 sont présentés sur la Figure 72. On notera que sur les figures des profils, les échelles verticales et horizontales diffèrent fortement (échelle de largeur du profil réduite en proportion de la hauteur d'eau).

**Le profil T1, en amont du CNPE,** montre une température homogène, de l'ordre de 24,9°C, en cohérence avec la mesure à la station amont de pont de Pierrelatte. Ce profil permet d'avoir une « référence » de température d'eau du Rhône et de son homogénéité avant rejet : l'écart entre les températures minimale et maximale sur ce profil est de l'ordre de 0,1°C.

**Profils réalisés en aval des rejets et en amont de l'usine de Bollène (T2 à T5)**

En aval immédiat des rejets (profil T2), on observe une veine chaude localisée en surface et sur une profondeur de l'ordre de 4 à 9 m, les eaux les plus chaudes étant situées à proximité de la rive droite en surface. On remarque que la veine échauffée est visible sur toute la largeur de la section. La température maximale mesurée est de 32,4°C pour une température minimale très proche de la température amont, donnant un écart entre les températures maximale et minimale de 7,4°C.

Entre les profils T2 et T3 (situé environ 700 m en aval des rejets), la température de la veine échauffée s'homogénéise sur la largeur du canal, tout en restant à proximité de la surface au niveau du profil 3, sur une profondeur de 4 à 5 mètres.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 134/230

Les profils T3 à T5 permettent de visualiser l'évolution de la dilution de la veine échauffée en amont de l'usine de Bollène. Ces profils sont espacés d'environ 600 m, le profil T5 étant situé à environ 1,8 km des rejets.

Sur ces profils, la veine échauffée est localisée en surface sur une profondeur de l'ordre de 5 m (pour une profondeur totale du canal d'environ 12 m sur ces sections), avec une température de plus en plus homogène sur la largeur du canal.

Les températures maximales mesurées sur ces 3 profils évoluent lentement à la baisse (température maximale de 30,6°C sur les profils T3 et T4, de 30,4°C sur le profil T5), les températures minimales augmentant légèrement (25,0°C sur le profil T3 à 25,2°C sur le T5), soit des écarts min/max légèrement en baisse (passant de 5,6°C pour T3 à 5,2°C pour T5), montrant la lente homogénéisation sur la verticale.

### **Profil réalisé en aval de l'usine de Bollène (T6)**

Le profil T6, situé au droit de la station SMP aval, en aval de l'usine hydroélectrique de Bollène, montre une masse d'eau homogène, ne présentant plus aucune stratification verticale, avec des écarts de températures maximale et minimale de l'ordre de 0,2°C. Cette homogénéisation est largement favorisée par le brassage dû au fonctionnement de l'usine, permettant un mélange des masses d'eau restituées en aval.

La moyenne des températures sur le transect est de 27,9°C (mesure réalisée aux alentours de 17h30), légèrement inférieure à la température calculée en aval après mélange de 28,1°C en moyenne journalière. La température mesurée à la station SMP aval du CNPE de Tricastin aux alentours de cet horaire est de 27,8°C (à 17h), en cohérence avec la valeur moyenne mesurée sur le profil.

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 135/230</p>

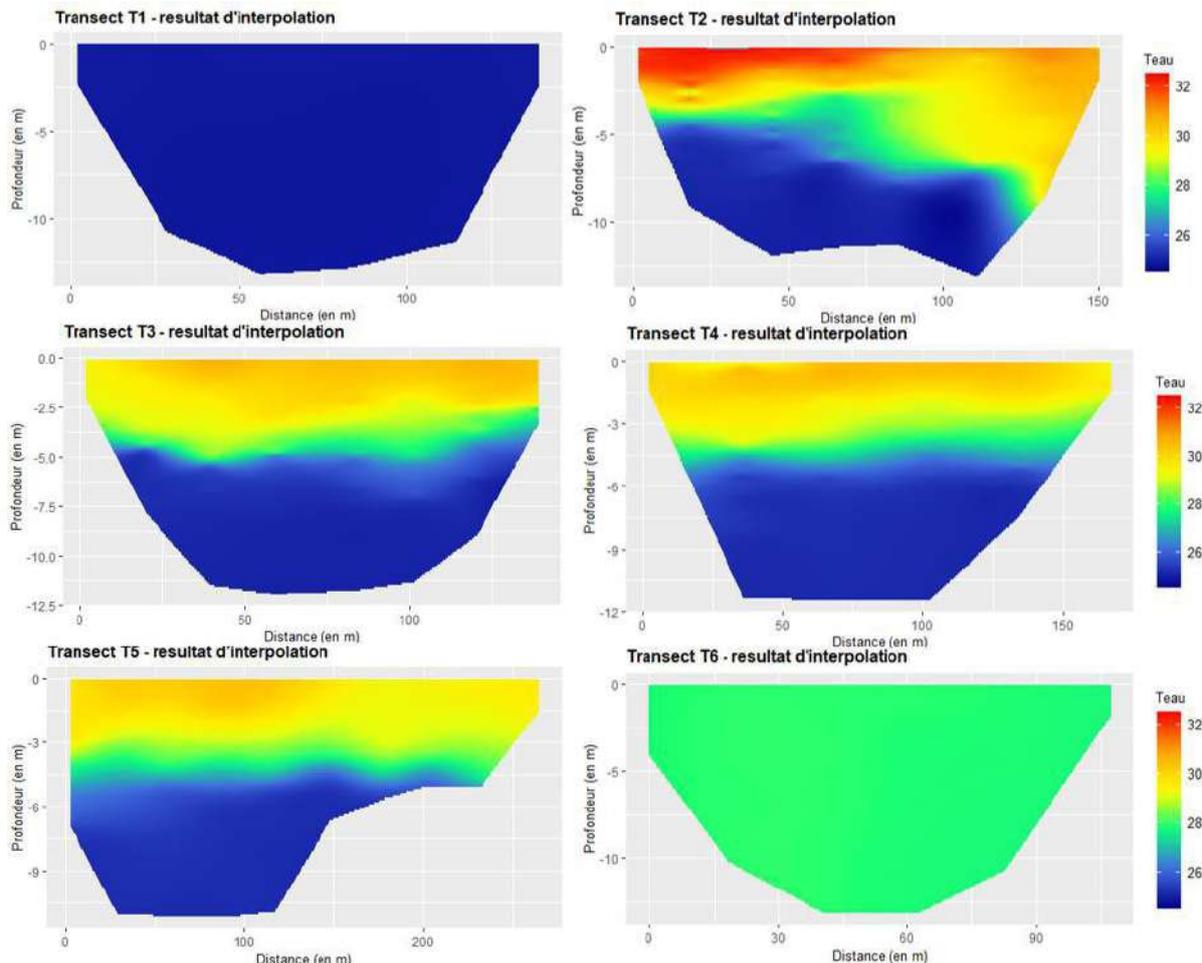


Figure 72 : Profils de température (°C) mesurés lors de la campagne du 10/08/2022

▪ **Bilan de la surveillance du panache thermique lors de l'été 2022**

Les mesures de température réalisées le 10 août 2022 sur 6 profils depuis l'amont du CNPE de Tricastin jusqu'à la SMP aval permettent de rendre compte de l'évolution longitudinale et transversale du panache thermique et de caractériser sa stratification verticale dans le canal du Rhône, depuis l'aval immédiat des rejets du CNPE jusqu'à la station SMP aval du CNPE de Tricastin.

Elles montrent que :

- La veine d'eau échauffée se répartit très rapidement sur toute la largeur du canal. L'échauffement est plus important en rive droite en aval immédiat des rejets, même si la veine chaude est déjà visible sur toute la largeur de la section.
- Dans cette masse d'eau échauffée, les températures s'homogénéisent rapidement sur la largeur du canal et les valeurs maximales observées diminuent à mesure que l'on s'éloigne des rejets.
- La veine de rejet présente une stratification verticale nette à l'aval des rejets et se mélange lentement, en conservant cette hétérogénéité verticale sur l'ensemble des profils situés à l'amont de l'usine de Bollène.
- Au niveau de la station SMP aval, située en aval de l'usine hydroélectrique de Bollène, la masse d'eau est totalement homogène.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Les données acquises durant la journée du 10 août 2022 confirment les observations réalisées dans le passé lors des différentes campagnes de mesures. Elles confirment que la veine chaude est totalement mélangée en aval de l'usine de Bollène, située à 3 km en aval du CNPE, et que les mesures de températures d'eau à la SMP aval sont représentatives des températures moyennes atteintes dans le canal de fuite à l'aval de l'usine de Bollène.

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

##### 4.6.2.1. 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 industriels ou urbains. A titre indicatif afin d'illustrer les résultats obtenus, la limite de la seconde meilleure classe d'aptitude pour la fonction « potentialités biologiques » du SEQ-Eau V1 est de 30 mg O<sub>2</sub>/L (la limite de meilleure classe d'aptitude est à 20 mg O<sub>2</sub>/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 classe d'état « bon » de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 6 mg O<sub>2</sub>/L (la limite de classe d'état « très bon » est de 3 mg O<sub>2</sub>/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) quand la température du canal à l'aval du CNPE dépasse 27°C et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire. Elle est aussi prescrite dans le programme de surveillance applicable en CCN, sept fois par an.

Les résultats sont présentés dans les Tableau 4-uu et Tableau 4-vv.

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

DCO (mg O <sub>2</sub> /L)	04/07 <sup>a</sup>	18/07	25/07	01/08 <sup>a</sup>	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09 <sup>a</sup>
Amont	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Rejet	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aval	<10	<10	<10	12,8	<10	<10	<10	<10	<10

*a : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN. Le 1<sup>er</sup> août et le 5 septembre, deux prélèvements ont été réalisés par deux laboratoires différents, un dans le cadre du programme CCE, et le second dans le cadre du programme CCN. La valeur la plus pénalisante a été retenue pour cette analyse.*

L'ensemble des valeurs mesurées en DCO étaient inférieures à la limite de quantification, sauf le 1<sup>er</sup> août à la station aval, où une mesure sur les deux réalisées à cette date était proche de la limite de quantification. L'ensemble de ces résultats sont inférieures à la limite de la meilleure classe d'aptitude pour la fonction « potentialités biologique » du SEQ-Eau V1, fixée à 20 mg O<sub>2</sub>/L.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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

DBO5 (mg O <sub>2</sub> /L)	04/07 <sup>a</sup>	18/07*	25/07*	01/08 <sup>a</sup>	08/08*	16/08	22/08	29/08	05/09 <sup>a</sup>
Amont	0,7	1,5	0,5	<0,5	<0,5	2,4	0,6	<0,5	<0,5
Rejet	0,6	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,6	<0,5	<0,5
Aval	0,6	0,9	0,6	6,6	2,9	1,3	<0,5	<0,5	<0,5

a : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN. Le 1<sup>er</sup> août et le 5 septembre, deux prélèvements ont été réalisés par deux laboratoires différents, un dans le cadre du programme CCE, et le second dans le cadre du programme CCN. La valeur la plus pénalisante a été retenue dans cette analyse.

\*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 O<sub>2</sub>/L, à l'exception du résultat obtenu à l'aval le 01/08. Ce résultat n'est pas lié à une concentration élevée dans le rejet du CNPE et présentait un caractère ponctuel, avec un retour à une concentration inférieure à 3 mg/L lors du prélèvement suivant.

#### 4.6.2.2. MES et ammonium

Les matières en suspension 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 la seconde meilleure classe d'aptitude du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de la meilleure classe d'aptitude est à 25 mg/L).

La présence d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) est le traceur des eaux usées. C'est la forme ionisée de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) 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. À titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de classe d'état « très bon » en ammonium de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de classe d'état « bon » 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<sub>3</sub>), 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 : SANDRE) :

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

Avec [NH<sub>3</sub>] la concentration en ammoniac non ionisé en mg/L ; [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] la concentration en ions ammonium en mg/L ; pH le potentiel hydrogène ; T la température en °C.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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<sub>3</sub>/L, et la valeur guide associée est de 5 µg NH<sub>3</sub>/L. Ce paramètre n'est pas pris en compte dans les évaluations du SEQ-Eau et de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié.

La surveillance de ces deux paramètres est demandée par la Décision Modalités du CNPE de Tricastin (2008-DC-0101) quand la température du canal en aval du CNPE dépasse 27°C et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire. Elle est aussi prescrite dans le programme de surveillance applicable en CCN, sept fois par an.

Les résultats collectés sont présentés dans le Tableau 4-ww et Tableau 4-xx.

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

MES (mg/L)	04/07 <sup>a</sup>	18/07	25/07	01/08 <sup>a</sup>	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09 <sup>a</sup>
Amont	2,9	19	5,8	6,4	7,8	2,1	6,0	4,1	<2,0
Rejet	3,3	7,0	<2,0	9,8	4,1	6,6	5,6	6,2	2,8
Aval	<2,0	7,8	3,5	36	59	150	2,9	3,2	2,5

a : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN. Le 1<sup>er</sup> août et le 5 septembre, deux prélèvements ont été réalisés par deux laboratoires différents, un dans le cadre du programme CCE, et le second dans le cadre du programme CCN. Pour chaque date et chaque station, la valeur la plus pénalisante a été retenue pour cette analyse.

Les concentrations en MES sont variables entre les stations et les campagnes. Elles sont globalement inférieures à la limite de la meilleure classe d'aptitude pour la fonction « potentialités biologiques » 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 O<sub>2</sub>/L (Figure 73). 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-xx : résultats des mesures d'ammonium pendant la période estivale à Tricastin

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg NH <sub>4</sub> /L)	04/07 <sup>a</sup>	18/07	25/07	01/08 <sup>a</sup>	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09 <sup>a</sup>	05/09
Amont	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	<0,05
Rejet	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Aval	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	<0,05

a : Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN. Le 1<sup>er</sup> août et le 5 septembre, deux prélèvements ont été réalisés par deux laboratoires différents, un dans le cadre du programme CCE, et le second dans le cadre du programme CCN.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 inférieures à la limite de très bon état de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié, fixé à 0,1 mg/L.

Les concentrations en ammoniac non ionisé (NH<sub>3</sub>) calculées à partir des concentrations en ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) sont présentées dans le tableau suivant.

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

Ammoniac non ionisé (µg NH <sub>3</sub> /L)	04/07 <sup>a</sup>	18/07	25/07	01/08 <sup>a</sup>	01/08	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09 <sup>a</sup>	05/09
Amont	<1,0	<7,3	<2,7	<0,7	<2,1	<2,6	<1,8	1,5	<2,0	<2,1	<2,1
Rejet	<2,9	<8,8	<2,3	<1,8	<1,1	<2,1	<1,3	1,5	<1,5	<2,0	<2,0
Aval	<2,1	<7,4	<2,6	<2,1	<2,6	<2,5	<2,1	1,8	<2,5	<2,4	<2,4

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 µ/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement. Ces résultats démontrent l'absence de dégradation de la qualité d'eau pour la vie piscicole pendant la période de canicule.

#### 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/L<sup>29</sup>.

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 73 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

<sup>29</sup> 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 140/230

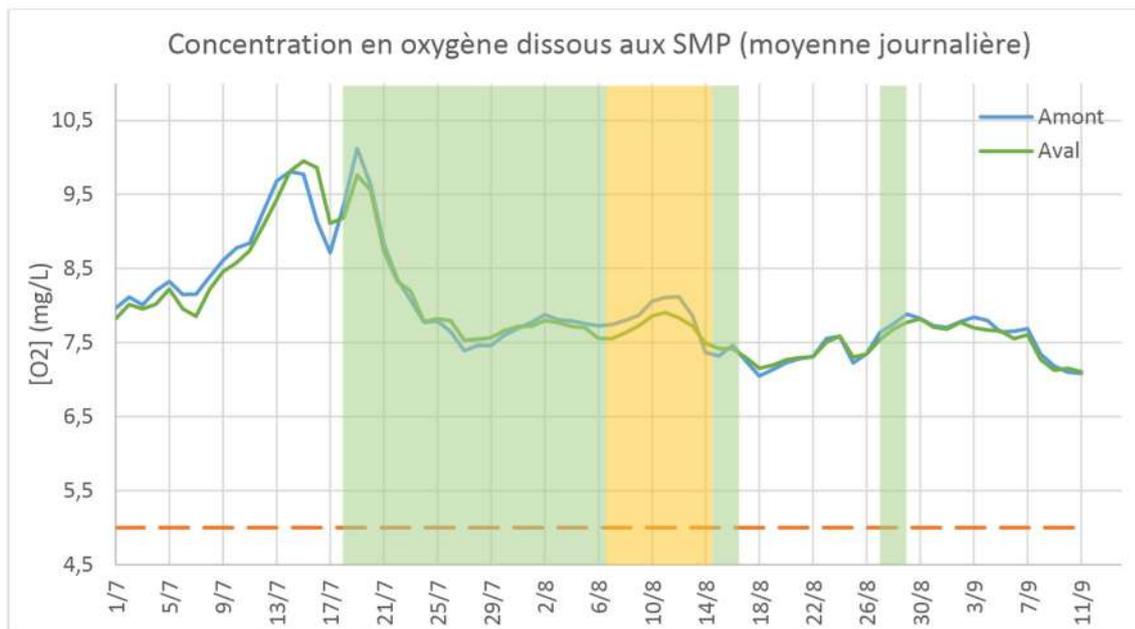


Figure 73 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE de Tricastin. La ligne pointillée orange représente la valeur de 5 mg/L (seuil d'information de l'OFB)

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 74 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 141/230

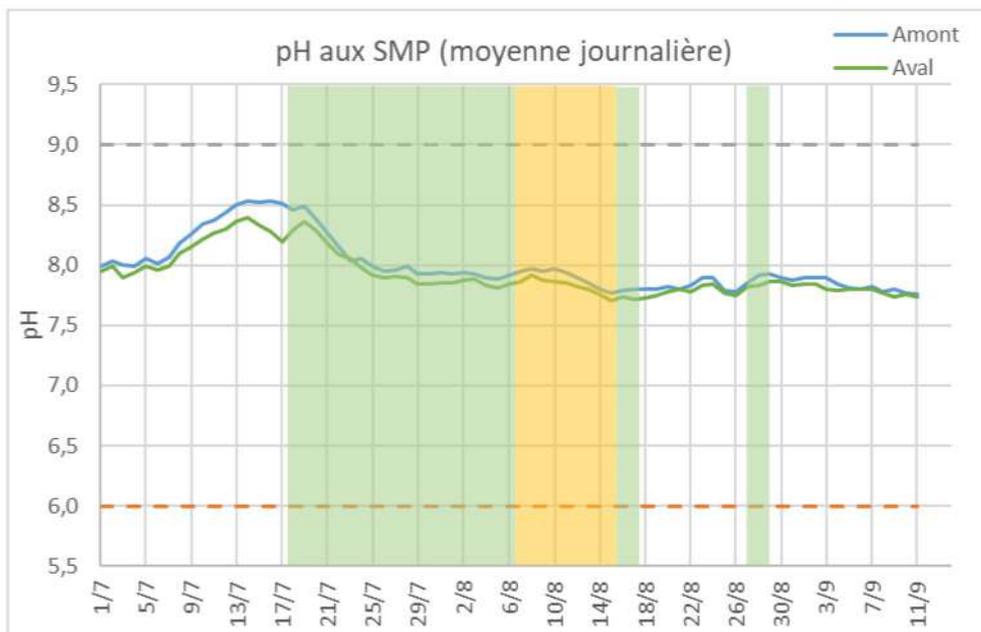


Figure 74 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE de Tricastin. Les pointillés représentent, à titre indicatif, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal.

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 75 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 142/230

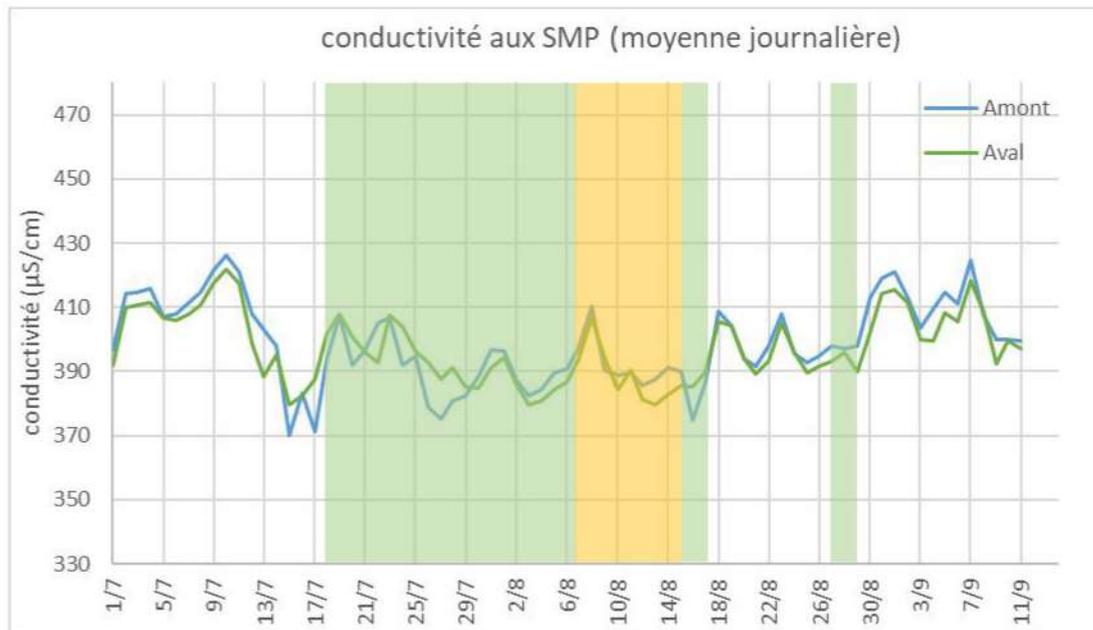


Figure 75 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE de Tricastin pendant l'été 2022.

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, DCO, DBO5, 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 sont présentés dans le Tableau 4-zz.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-zz : 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	15
Aval	<15	<15	15	61	15	15	30	15

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	<15
Aval	<15	<15	< 15	<15	<15	15	15	<15

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 Tricastin, avec des valeurs alternativement plus élevées à l'amont et à l'aval (une différence inférieure à une unité logarithmique n'est pas significative en microbiologie).

#### 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'espèce *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 du CNPE, pour les eaux des circuits de refroidissement équipés de tours aéroréfrigérantes, 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 sont présentés dans le.

Tableau 4-aaa : 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	<10
Aval	<100	<10	<10	<10

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.

#### 4.6.3.3. Amibes thermophiles

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.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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-bbb.

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

Amibes thermophiles (NPP/L)	28/07
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 et une mesure des cyanotoxines en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance spécifique 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. De plus, la surveillance du phytoplancton (proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II) permet aussi d'obtenir des données sur les cyanobactéries. L'ensemble de ces résultats sont présentés dans le Tableau 4-ccc.

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

Cyanobactéries (cellules./mL)	05/07 <sup>a</sup>	19/07 <sup>a</sup>	25/07	09/08 <sup>a</sup>	11/08	25/08 <sup>a</sup>	06/09 <sup>a</sup>	06/10 <sup>a</sup>
Amont	279	<1	<1	214	<1	31	<1	5
Aval	132	9	<1	4	<1	<1	120	27

<sup>a</sup>: Résultat acquis dans le cadre du suivi du phytoplancton.

Les concentrations mesurées en cyanobactéries sont très faibles, toutes très inférieures à 20 000 cellules/mL. Elles sont alternativement plus élevées à l'amont ou à l'aval du CNPE.

#### 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.

### 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 145/230

#### 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), quand la température du canal dépasse 27°C, et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. Elle a été réalisée à fréquence hebdomadaire. Elle est aussi prescrite dans le programme de surveillance applicable en CCN, sept fois par an.

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

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

Chlorophylle a (µg/L)	06/07 <sup>a</sup>	18/07	25/07	01/08	03/08 <sup>a</sup>	08/08	16/08	22/08	29/08	05/09	06/09 <sup>a</sup>
Amont	5,1	6	2	<1	2,8	1	<1	<1	1	1	2,0
Rejet	2,8	5	<1	<1	2,1	1	<2	<1	1	<1	1,3
Aval	2,0	20	6	2	2,4	2	4	2	2	<1	1,2

<sup>a</sup> mesure réalisée dans le cadre de la surveillance applicable en CCN

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). Par ailleurs, les résultats de dénombrement du phytoplancton (cf. §4.6.4.1.2) montrent que les densités algale et cellulaire ainsi que la biomasse algale sont équivalentes entre l'amont et l'aval pour le prélèvement réalisé le 19/07, ce qui n'apparaît pas cohérent avec la concentration en chlorophylle a nettement plus élevée à l'aval le 18/07. Ainsi, la valeur obtenue à l'aval le 18/07 semble présenter un caractère ponctuel, et n'est pas confirmée par les résultats du dénombrement du phytoplancton. Enfin, 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 ont permis 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 les 5 juillet, 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre.

Un individu peut être unicellulaire ou composé d'une multitude de cellules (colonies ou filaments). C'est pourquoi, la **densité algale** (nombre d'individus phytoplanctoniques dans un volume d'eau) et la **densité cellulaire** (nombre de cellules dans un volume d'eau) sont analysées. La **biomasse algale** totale est exprimée en mg/L (ou mm<sup>3</sup>/L) et est calculée à partir de la somme des biovolumes de chaque taxon. Ce biovolume est évalué à l'aide de formules géométriques appropriées correspondant à la taille et à la forme des cellules considérées.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.6.4.1.2.1. Richesse taxonomique

Tableau 4-eee : Richesse taxonomique du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

Richesse taxonomique (nb. de taxons)	05/07	19/07	09/08	25/08	06/09	06/10
Amont	25	16	21	35	17	30
Aval	29	18	19	33	19	28

La richesse taxonomique est du même ordre de grandeur entre les stations pour chaque date, tantôt légèrement supérieure à l'amont (le 9/08, 25/08 et le 6/10), tantôt à l'aval (le 05/07, 19/07 et 06/09). Celle-ci a tendance à diminuer entre le 05/07 et le 09/08, puis atteint son maximum le 25/08. Elle fluctue ainsi au cours de la période, et n'est pas très élevée.

Le graphique ci-dessous présente la répartition des taxons identifiés au sein des différents groupes algaux.

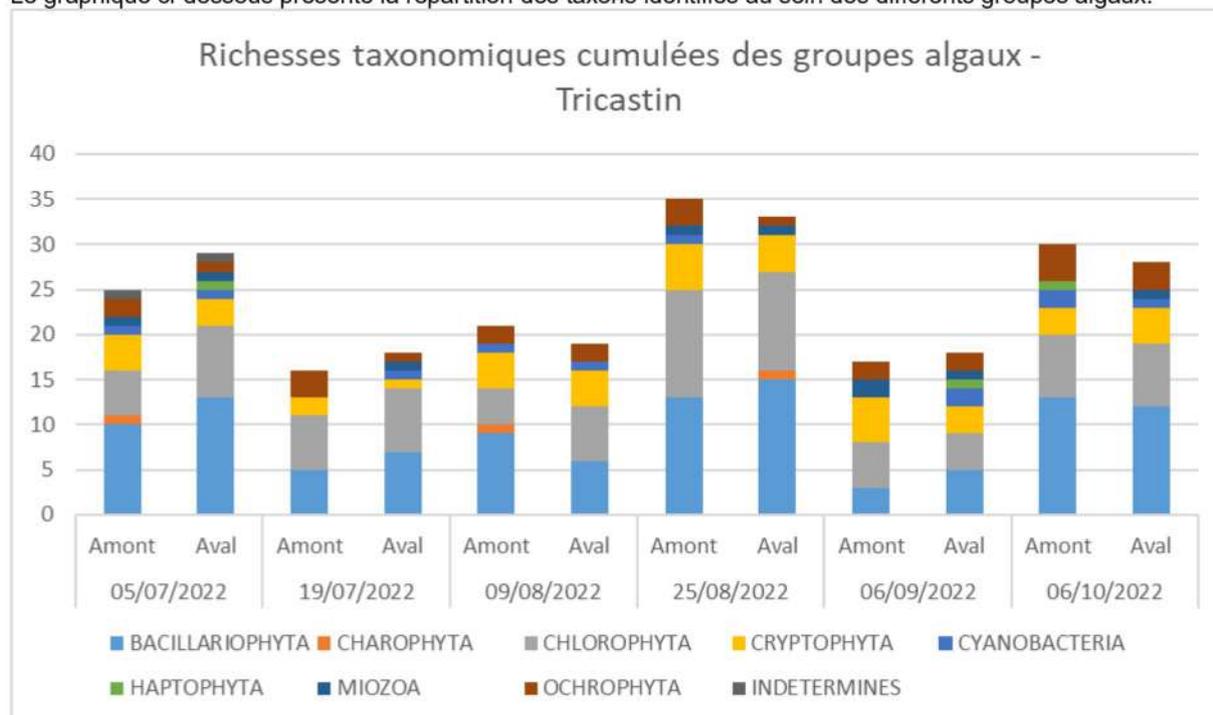


Figure 76 : Richesse taxonomique des groupes algaux du phytoplancton - Tricastin

Pour l'ensemble des stations et dates de prélèvement, les *Chlorophyta* (algues vertes) et les *Bacillariophyta* (ou diatomées) sont bien diversifiées. Elles représentent respectivement 17 à 45% et 19 à 39% de la richesse taxonomique. Les autres groupes algaux sont peu diversifiés, à l'exception des *Cryptophyta* (1 à 5 taxons) et des *Ochrophyta* (1 à 4 taxons). Ces résultats sont cohérents avec le fait que les *Chlorophyta* se développent préférentiellement en période estivale, lorsque les températures augmentent et que les nutriments sont suffisamment disponibles.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 147/230

#### 4.6.4.1.2.2. Densités algales et cellulaires – biomasses

Les résultats de densité algale, cellulaire et de biomasse algale sont présentés dans le Tableau 4-fff et la Figure 77.

Tableau 4-fff : Densités algale, cellulaire et biomasse algale du phytoplancton à Tricastin

Métrique	Station	05-juil	19-juil	09-août	25-août	06-sept	06-oct
Densité algale (ind./mL)	Amont	6050	11900	7260	910	960	300
	Aval	5220	11660	7450	970	1660	360
Densité cellulaire (cell./mL)	Amont	6220	12290	7570	1010	990	310
	Aval	5710	11760	7520	1010	1820	420
Biomasse algale (mg/L)	Amont	0,88	1,7	0,59	0,34	0,15	0,04
	Aval	0,97	1,36	0,48	0,36	0,17	0,05



**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 : 1

Page 148/230

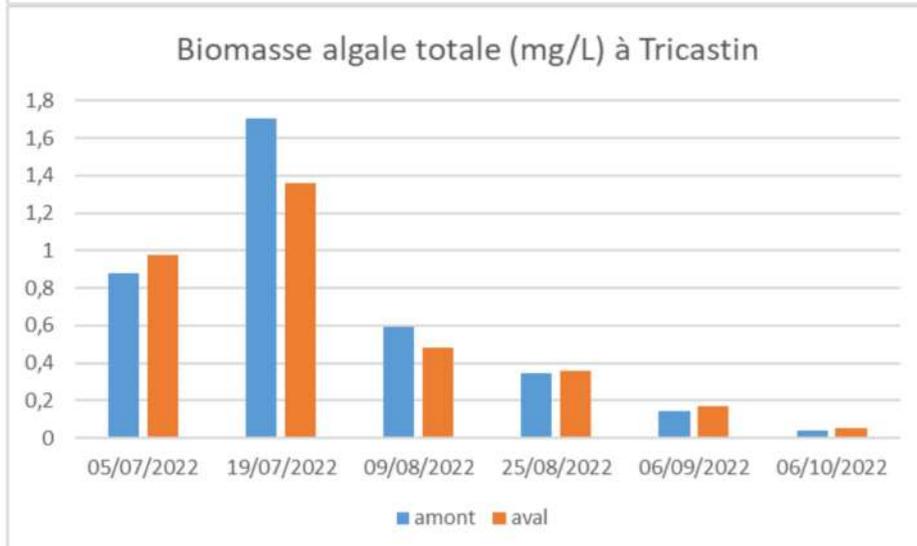
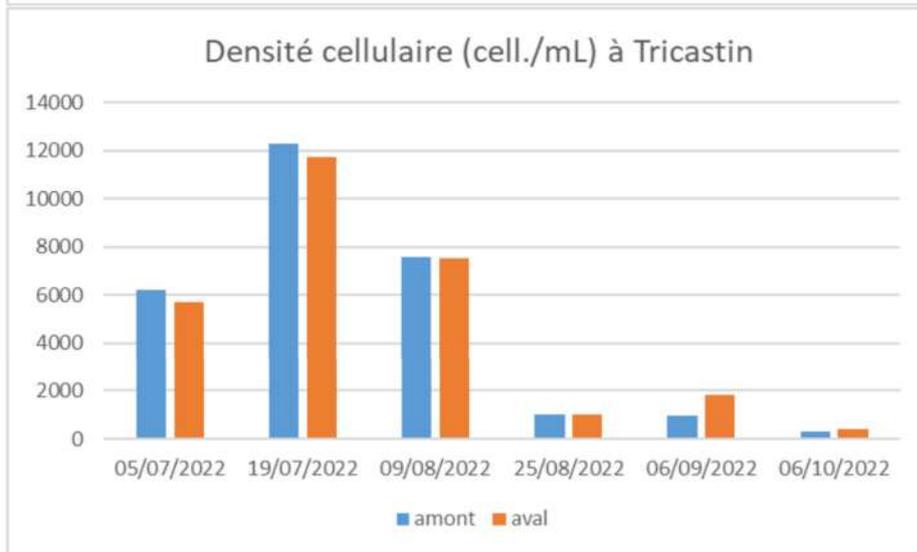
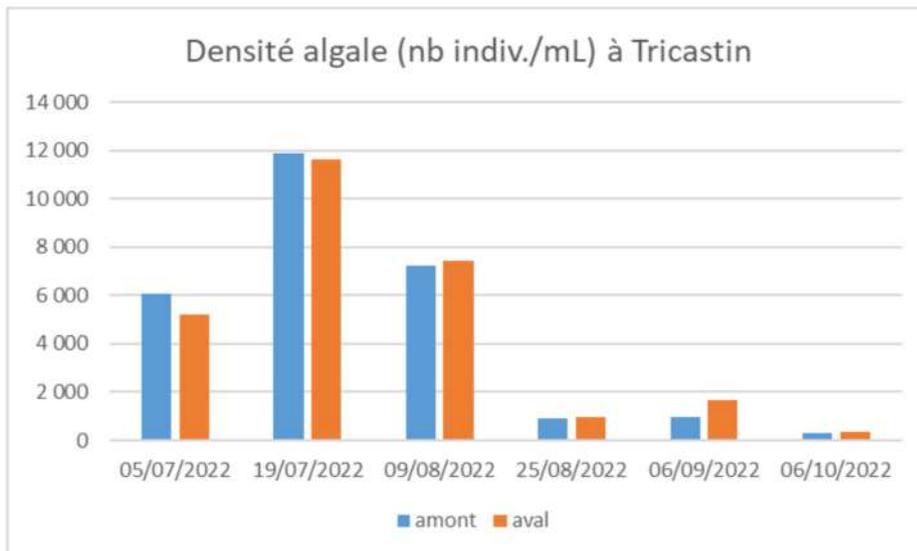


Figure 77 : Densité algale (haut), densité cellulaire (milieu) et biomasse algale (bas) du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin en 2022

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Les densité algale et cellulaire sont équivalentes entre les deux stations, hormis le 6/09 où elles sont notablement plus élevées à l'aval. Néanmoins, à cette période les biomasses sont similaires.

L'évolution temporelle de la production algale fluctue beaucoup. Elle atteint sa valeur maximale au milieu du mois de juillet, notamment suite à la multiplication importante de *Discostella pseudostelligera*. La dominance de ce taxon pourrait avoir causé la diminution de la richesse taxonomique.

#### 4.6.4.1.2.3. Composition du peuplement

La figure ci-dessous présente la densité algale relative des différents groupes algaux.

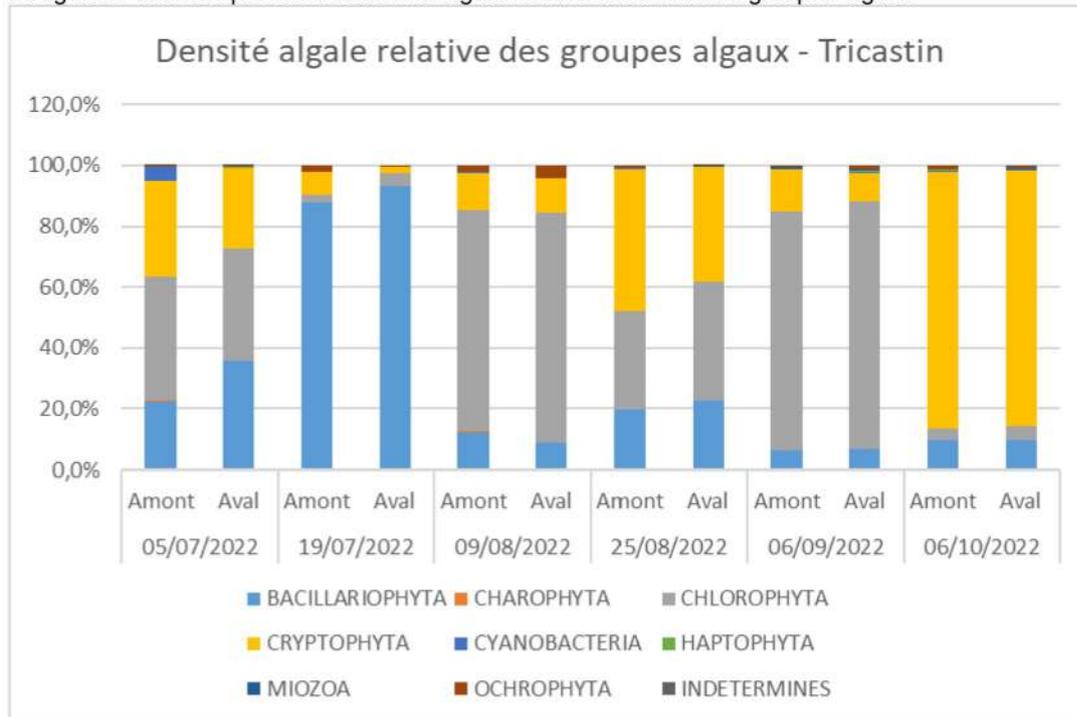


Figure 78 : densité algale relative des groupes algaux à Tricastin

La répartition de la densité algale selon les groupes algaux est équivalente entre l'amont et l'aval sur toute la période de suivi. De la même manière son évolution est similaire entre les deux stations, mais fluctue au cours du temps :

- le 05/07 et le 25/08 le peuplement est dominé par le trio Chlorophytes, Diatomées, Cryptophytes.
- le 19/07 le peuplement est largement dominé par les diatomées (84% à l'amont et 92% à l'aval) ;
- le 09/08 et le 06/09, le peuplement est dominé par les Chlorophytes ;
- le 06/10, ce sont les Cryptophytes qui représentent la majorité du peuplement (84% à l'amont comme à l'aval). Cela semble cohérent puisque différents auteurs indiquent que les *Cryptophyta* se développent préférentiellement en fin d'été lorsque l'intensité lumineuse et la température de l'eau commence à diminuer.

Les cyanobactéries, qui font l'objet d'une vigilance particulière (cf. §4.6.3.4), sont présentes sporadiquement pour les campagnes du 19/07 au 06/10 (entre 1 et 9 indiv./mL). Elles sont ensuite plus présentes lors de la campagne du 05/07, en particulier à l'amont (279 indiv./mL, contre 13 indiv./mL à l'aval).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

En termes d'écologie, la majorité des taxons présents dans ces prélèvements semblent être préférentiellement rencontrés dans des eaux eutrophes, notamment *Spermatozopsis simili*, *Discostella pseudostelligera*, voire *Cryptomonas spp.* D'autres semblent moins sensibles à la trophie de l'eau, comme *Plagioselmis nannoplanctica*. La majorité de ces taxons se multiplient rapidement, proportionnellement à leur taille. Ils sont parfois signe d'une transition des conditions environnementales, comme une modification de la température de l'eau. Différents auteurs indiquent également que les Cryptophyta se développent préférentiellement en fin d'été lorsque l'intensité lumineuse et la température de l'eau commence à diminuer.

#### 4.6.4.1.2.4. Diatomées du phytoplancton

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles sont essentiellement comprises dans le phytobenthos et peuvent se retrouver dans la colonne d'eau sous l'effet du courant. 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 les 5 juillet, 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre.

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

Tableau 4-ggg : richesse taxonomique des diatomées du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

Richesse taxonomique (nb. de taxons)	05/07	19/07	09/08	25/08	06/09	06/10
Amont	10	5	9	<b>13</b>	3	13
Aval	13	7	6	<b>15</b>	5	12

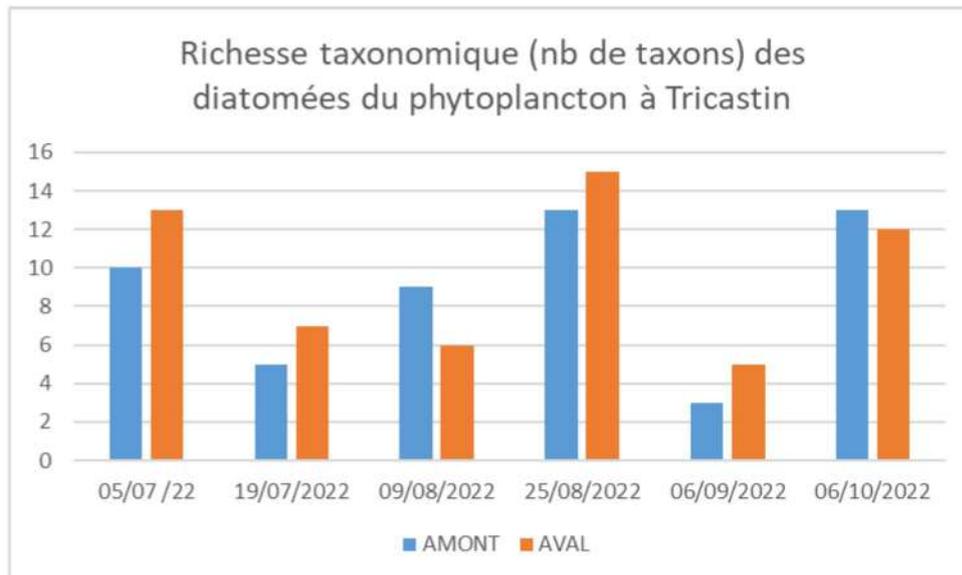


Figure 79 : richesse taxonomique des diatomées du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

La richesse taxonomique est supérieure à la station aval par rapport à la station amont pour 4 campagnes sur 6, le 5/07, le 19/07, le 25/08 et le 6/09. Elle est équivalente lors de la campagne d'octobre. Bien qu'elle soit inférieure à l'aval lors de la campagne du 9/08, ce résultat présente un caractère ponctuel car dès la campagne suivante la tendance habituelle (aval > amont) est retrouvée.



**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 : 1

Page 151/230

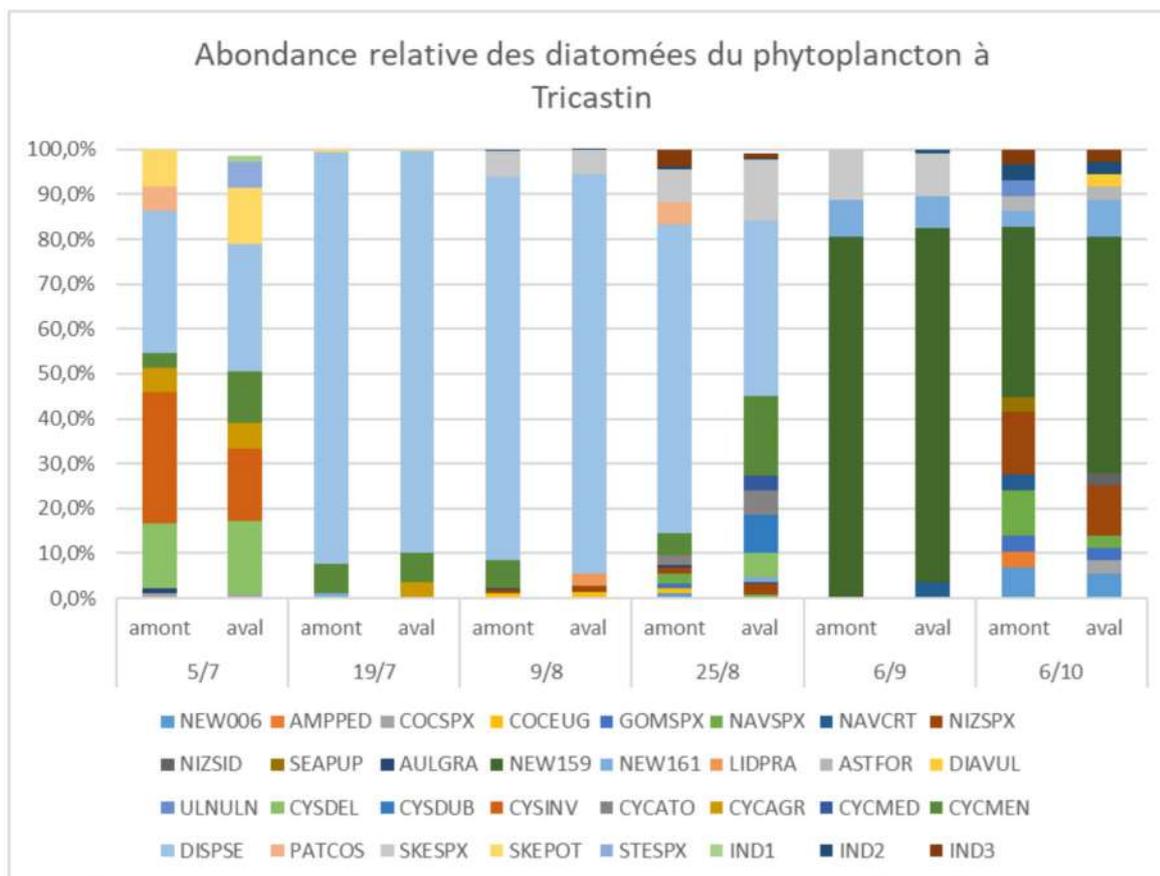


Figure 80 : abondance relative des diatomées du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

Concernant la structure du peuplement des diatomées du phytoplancton, celle-ci est similaire entre les deux stations quel que soit le prélèvement considéré. Trois périodes différentes peuvent être distinguées :

- La campagne du 5/07 : le peuplement est diversifié et dominé par *Discostella pseudostelligera* (DISPSE) à hauteur de 30% environ à l'amont et à l'aval, *Cyclostephanos invisitatus* (CYSINV : 29,5% à l'amont et 16,3% à l'aval), *Cyclostephanos delicatus* (CYSDEL : 14,2% et 16,3%), *Skeletonema potamos* (SKEPOT : 8,2% et 12,5%).
- Pendant la période caniculaire (campagnes du 19/07, du 09/08 et dans une moindre mesure du 25/08) : le peuplement est largement dominé par *Discostella pseudostelligera* à l'amont comme à l'aval, ce qui est cohérent avec les résultats obtenus lors du suivi des diatomées benthiques (cf. § 4.6.5). Ces observations montrent que les diatomées inventoriées sont très certainement issues de la dérive provenant du benthos. Cette espèce est assez ubiquiste, principalement en zone tempérée et est généralement absente des eaux très courantes. Elle tolère un large spectre de niveaux trophiques mais a une préférence pour les eaux eutrophes.
- Après la période caniculaire, une phase de transition s'observe le 6/09 où le peuplement est largement dominé par des diatomées centriques de diamètre inférieur à 10 µm de la classe des coscinodiscophyceae (NEW159), autour de 80% aux deux stations. A la campagne d'octobre ces diatomées restent dans le cortège des espèces dominantes, mais qui s'est diversifié avec plusieurs autres espèces présentes de manière relativement abondante (*Nitzschia* - NIZSPX autour de 12%, une algue de la famille des *Achnanthidiaceae* – NEW006 autour de 6%, etc.).

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p align="center">UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 152/230</p>

La majorité des taxons inventoriés sont des diatomées benthiques (*Discostella pseudostelligera*, *Skeletonema potamos*, *Cyclostephanos invisitatus* notamment).

L'analyse des peuplements de diatomées, prélevées dans le phytoplancton au niveau des stations amont et aval du CNPE de Tricastin, nous montre qu'ils sont similaires entre les stations à une date donnée et évoluent de la même manière sur la période. **Ainsi, les résultats montrent une absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur les peuplements de diatomées du phytoplancton au cours de l'été 2022.**

#### 4.6.4.1.3. **Conclusion sur le phytoplancton**

La richesse taxonomique du phytoplancton fluctue au cours de la période et n'est pas très élevée. Elle est équivalente entre les deux stations de suivi.

L'évolution temporelle de la production algale fluctue beaucoup. Elle atteint sa valeur maximale le 19/07 suite à la multiplication importante de *Discostella pseudostelligera*. La répartition de la densité algale entre les différents groupes algaux évolue au cours de la période estivale (dominance des diatomées en juillet, des chlorophytes en août et des cryptophytes en octobre) pour les deux stations.

La majorité des taxons présents dans les prélèvements sont rencontrés dans des eaux eutrophes.

L'ensemble des métriques étudiées sont similaires entre les deux stations et suivent une évolution également similaire sur la période d'étude. **Par conséquent, les résultats montrent une absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur le phytoplancton.**

#### 4.6.4.2. **Zooplancton**

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale, sans capacité nataoire notable, et vivant généralement 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 les 5 juillet, 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre.

#### 4.6.4.2.1. **Richesse taxonomique**

La richesse taxonomique observée lors du suivi est présentée dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 4-hhh : Richesse taxonomique du zooplancton à Tricastin

Richesse taxonomique (nb. de taxons)	05-juil	19-juil	09-août	25-août	06-sept	06-oct
Amont	5	17	12	7	7	15
Aval	7	11	9	6	8	9

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

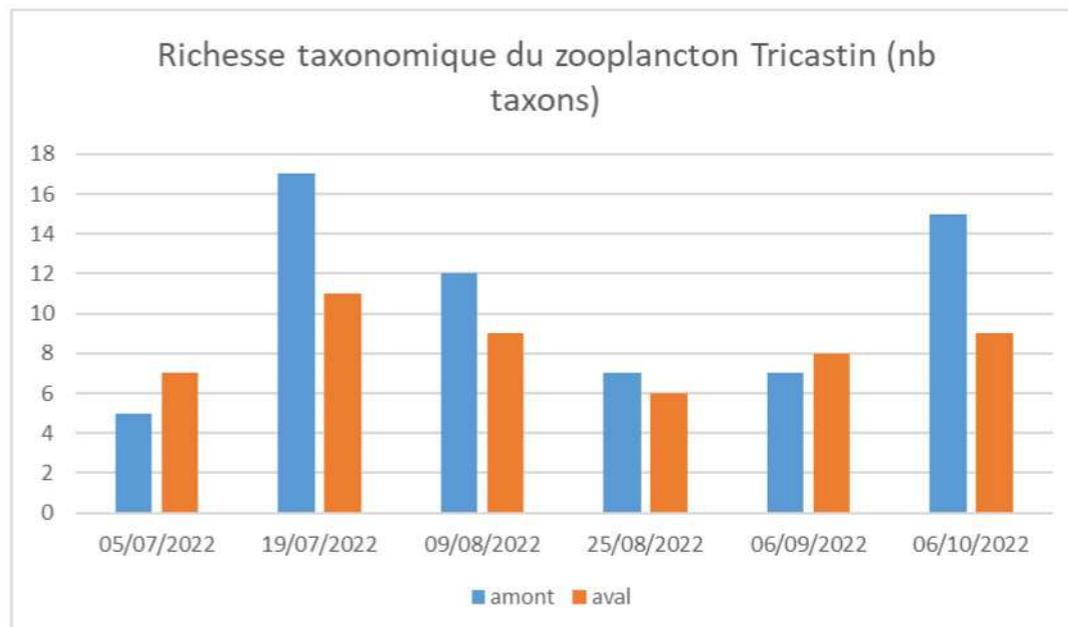


Figure 81 : Richesse taxonomique du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin en 2022

La richesse taxonomique est variable au cours de la période, de manière similaire entre l'amont et l'aval : augmentation entre début et mi-juillet puis diminution pour atteindre un minimum fin août et enfin à nouveau une augmentation jusqu'à octobre. Elle est globalement supérieure à la station amont, sauf pour les campagnes du 05/07 et du 06/09. Les différences sont plus marquées en juillet et en octobre, en lien avec une densité nettement supérieure à la station amont (cf. §4.6.4.2.2), et donc une probabilité plus importante de rencontrer des taxons plus rares.

#### 4.6.4.2.2. **Densité zooplanctonique**

La densité zooplanctonique est présentée dans le Tableau 4-iii et la Figure 82.

Tableau 4-iii : Densité zooplanctonique à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin en 2022

Densité zooplanctonique (ind/L)	05/07	19/07	09/08	25/08	06/09	06/10
Amont	2	32	6	5	6	12
Aval	2	8	7	10	5	1

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

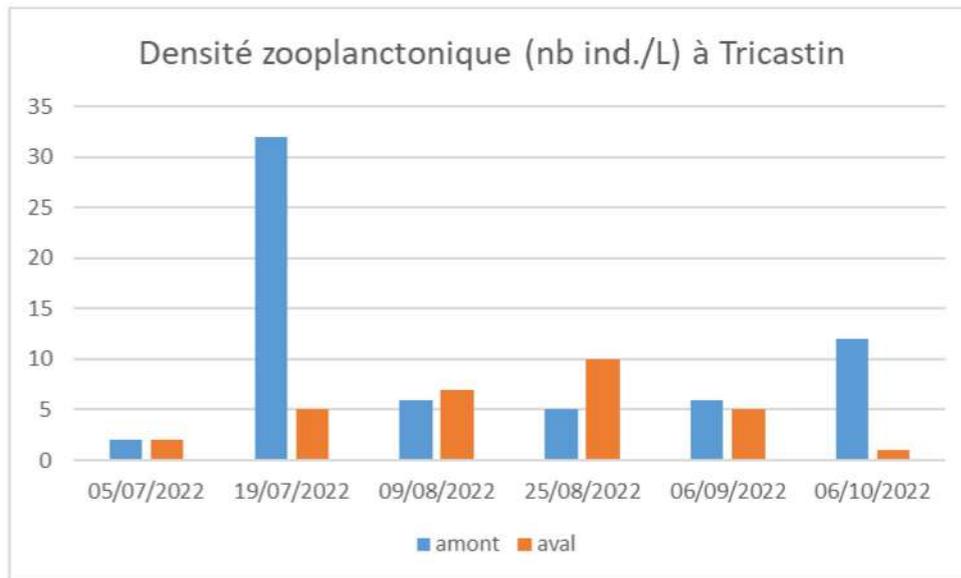


Figure 82 : Densité zooplanctonique à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin en 2022

La densité zooplanctonique est équivalente aux deux stations, voire légèrement supérieure à l'aval (le 9 et le 25 août), hormis pour les campagnes du 19/07 et du 06/10 où la densité est très supérieure à l'amont (respectivement 32 ind./L à l'amont contre 8 indiv./L à l'aval le 19/07 et 12 ind./L à l'amont contre 1 ind./L à l'aval le 06/10). Ces densités importantes à l'amont le 19/07 sont en lien avec une densité très supérieure de rotifères et de bivalves à l'amont. Le 19/07 la densité algale est importante à l'amont comme à l'aval, tandis que le 06/10 elles sont plutôt faibles et équivalentes entre les deux stations.

#### 4.6.4.2.3. Composition du peuplement

La composition du peuplement du zooplancton est présentée dans la figure ci-dessous.

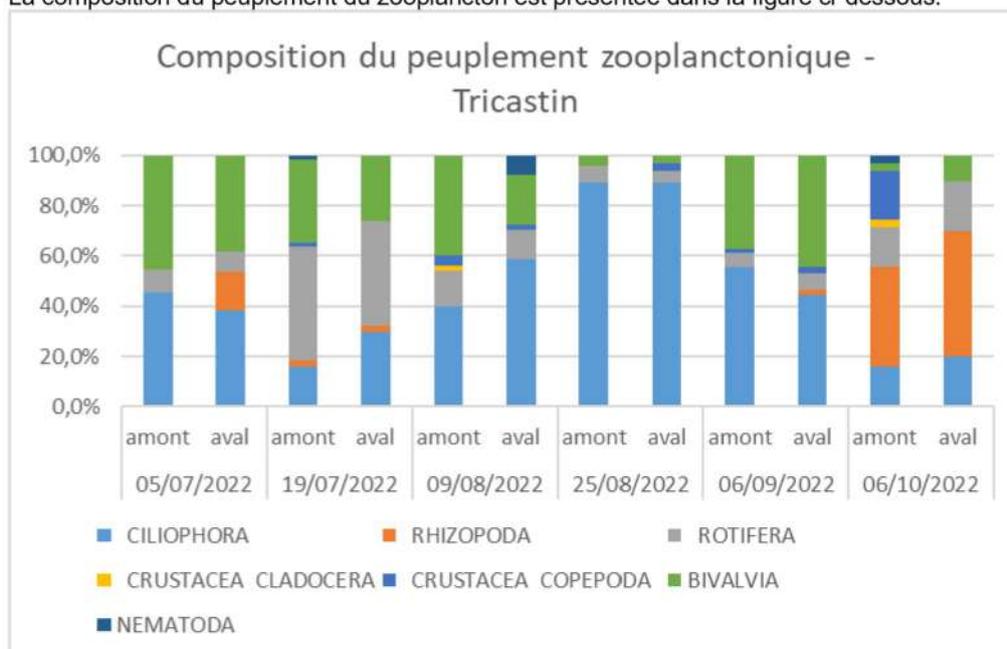


Figure 83 : composition du peuplement de zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 155/230

La répartition des différents taxons est similaire entre les stations amont et aval pour l'ensemble des campagnes et suit la même évolution au cours de l'été.

Les ciliés (*Ciliophora*) et les bivalves sont majoritaires à la campagne du 05/07 (respectivement 46% à l'amont et 39% à l'aval pour les deux taxons). Le 19 juillet 2022, les principaux contributeurs à la densité zooplanctonique sont les bivalves et un rotifère du genre *Synchaeta*. Le 25 août 2022 ce sont les ciliés qui constituent près de 90% du peuplement zooplanctonique aux deux stations. Dans le dernier prélèvement du suivi (6 octobre 2022) les contributeurs sont nombreux et diversifiés, en particulier à l'amont.

#### 4.6.4.2.4. **Conclusion sur le zooplancton**

Le peuplement du zooplancton est variable dans le temps et entre stations en termes de densité et de composition du peuplement, avec notamment une densité et une richesse ponctuellement plus élevée à l'amont qu'à l'aval en juillet et octobre, sans qu'un lien puisse être fait avec le fonctionnement du CNPE en période de canicule. La structure du peuplement est restée comparable entre les deux stations tout au long du suivi.

**Les résultats montrent donc une absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur les peuplements de zooplancton au cours de l'été 2022.**

#### 4.6.5. **Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques**

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles peuvent être phytoplanctoniques (en suspension dans la colonne d'eau) ou benthiques (fixées sur le substrat). 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.

La surveillance des diatomées benthiques (périphyton) 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 les 5 juillet, 19 juillet, 9 août, 25 août et 6 septembre.

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

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-jjj : données de surveillance des diatomées benthiques à Tricastin

Métrique	Station	05/07	19/07	09/08	25/08	06/09	06/10
Nombre d'espèces	amont	37	33	46	45	38	87
	aval	51	31	58	57	60	40
Diversité	amont	3,98	3,48	4,14	4,12	3,64	5,59
	aval	4,45	2,52	4,8	4,86	4,93	4,01
Equitabilité	amont	0,76	0,69	0,75	0,75	0,69	0,87
	aval	0,78	0,51	0,82	0,83	0,83	0,75
Note IBD	amont	13,9	15,2	13,9	13,5	13,6	13,8
	aval	13,5	12,1	12,5	12	13,5	12,6
Note IPS	amont	12,3	14	12,2	11,7	11,8	12,4
	aval	12,6	12	11,2	11	12,6	11,2

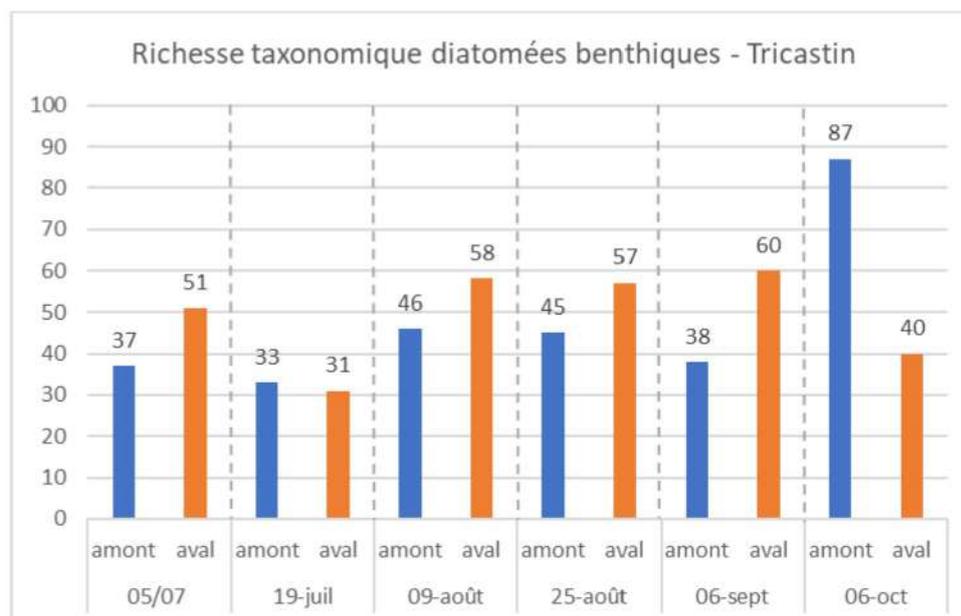


Figure 84 : Richesse taxonomique des diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

La richesse taxonomique est globalement plus élevée à l'aval qu'à l'amont du CNPE, sauf pour la campagne du 19/07 où elle est légèrement plus importante à l'amont (33 à l'amont et 31 à l'aval) et pour la campagne du 06/10 où elle est nettement supérieure à l'amont (87 à l'amont contre 40 à l'aval).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

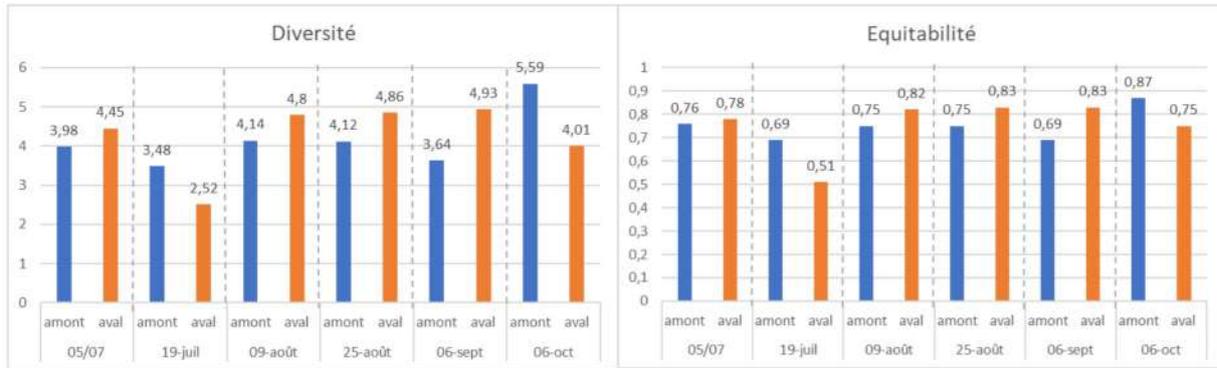


Figure 85 : Diversité (à gauche) et équitabilité (à droite) du peuplement de diatomées benthiques à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

Les valeurs de diversité et d'équitabilité témoignent d'un peuplement bien diversifié (diversité autour de 4) et équilibré (équitabilité autour de 0,75), avec des valeurs qui sont meilleures à l'amont qu'à l'aval, hormis pour les campagnes du 19/07 et du 06/10. Le 19/07, un nombre plus faible d'espèces est rencontré à l'aval et le peuplement est largement dominé par *Discostella pseudostelligera* (que l'on retrouve également dans le phytoplancton, cf. §4.6.4.1.2.4), un taxon préférentiellement rencontré dans les eaux eutrophes.

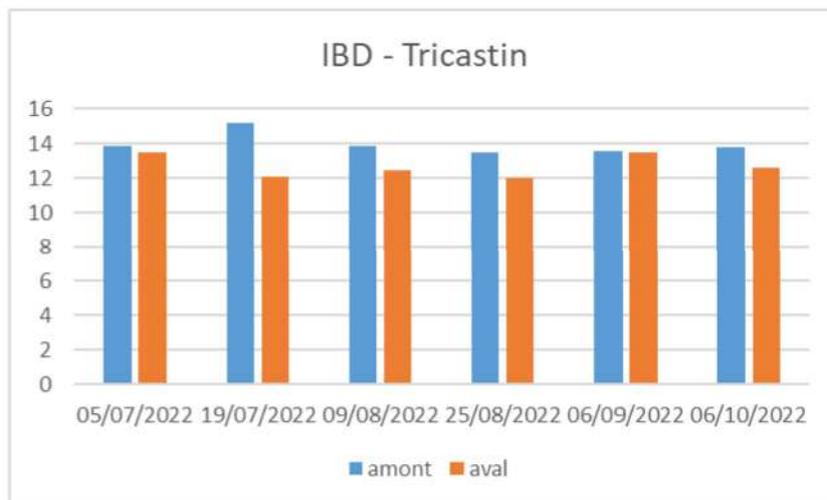


Figure 86 : Notes IBD à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin

L'observation des notes IBD fait apparaître le même constat, une différence entre l'amont et l'aval le 19/07. Lors de cette campagne, la station amont présente un cortège plus sensible à la présence de matières minérales. Néanmoins, cette situation ne se retrouve pas à la station aval. Il s'agirait ainsi d'une situation ponctuelle au niveau de cette station.

Par ailleurs, les notes IBD sont comprises entre 12 et 15,2/20 toutes stations confondues, qui sont des valeurs conformes à celles observées depuis 2016 et la note IBD est classiquement supérieure à la station amont lors du suivi estival.

Les espèces dominantes se retrouvent généralement d'une campagne à l'autre : *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Gomphonema minutum*, *Navicula cryptotenella* et *Sellaphora nigri*, *Amphora pediculus* est une espèce d'eau modérément minéralisée et peu à moyennement impactée par les nutriments. Sa forme prostrée lui permet de se maintenir sur les substrats (pierres, végétaux ...) et de résister aux événements hydrologiques, lui permettant de recoloniser assez rapidement les supports laissés vacants.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 158/230

*Navicula cryptotenella* est une diatomée très commune dans des milieux pauvres en matière organique. Elle est indifférente au niveau trophique.

*Sellaphora nigri* se rencontre préférentiellement dans les milieux à pH optimal proche de la neutralité à alcalin. Elle tolère de faibles taux d'oxygène et est fréquente dans des milieux aux niveaux élevés tant en pollutions organiques qu'en teneurs en nutriments.

En conclusion, les peuplements observés présentent globalement peu de différences, excepté pour les campagnes du 19/07 et du 6/10 qui présentent ponctuellement une richesse, une diversité et une équitabilité plus favorables à l'amont. Toutefois, cette différence n'est pas constatée lors des campagnes en août et septembre. **Cette analyse démontre l'absence d'incidence du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur les peuplements de diatomées benthiques à Tricastin en 2022.**

#### 4.6.6. Evaluation de l'impact sur les espèces piscicoles

##### 4.6.6.1. 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.**

##### 4.6.6.2. 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.

Huit campagnes de suivi sanitaire piscicole ont été réalisées les 4, 11, 18 et 25 juillet, ainsi que le 1<sup>er</sup> et le 8 août, le 5 et le 26 septembre. Les deux espèces de poissons principalement rencontrées lors de ces pêches dans ce secteur du Rhône ont fait l'objet d'un examen sanitaire : le chevesne et le goujon.

Les résultats de calcul de la prévalence (proportion de poissons présentant une pathologie) sont repris dans le tableau et la figure ci-dessous.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-kkk : résultats des examens sanitaires du peuplement piscicole à l'amont et l'aval du CNPE de Tricastin

Métrique	Station	04/07	11/07	18/07	25/07	01/08	08/08	05/09	26/09
Effectif	amont	70	68	54	53	39	40	60	66
	aval	33	35	36	33	35	30	61	66
Prévalence (%)	amont	5,7	2,9	5,6	3,8	5,1	7,5	5	4,5
	aval	12,1	8,6	8,3	12,1	11,4	10	3,3	4,5

La prévalence est supérieure à l'aval par rapport à l'amont pour toutes les campagnes de juillet et août. En septembre, la tendance s'inverse et elle est identique entre les deux stations, voire inférieure à l'aval (le 5/09). Elle ne suit pas de tendance linéaire pendant la période d'étude. Elle est importante début juillet (par rapport au reste de la période), diminue mi-juillet et repart à la hausse fin juillet/début août pour rester dans des valeurs relativement élevées au mois d'août. Après la période de canicule (campagnes de septembre), elle baisse à nouveau. Cette évolution est similaire entre les deux stations et les prévalences sont faibles aux deux stations.

En complément, l'étude menée à partir de données de surveillance sanitaire estivale à Tricastin entre 2008 et 2013<sup>30</sup> a montré qu'il n'y avait pas de différence significative des prévalences des lésions externes moyennes des poissons entre l'amont et l'aval après mélange. L'effet combiné température et débit (quelle que soit la station) pourrait expliquer la variation interannuelle des prévalences de lésions observées au cours de l'étude. Le maximum de lésions est observé lors des années chaudes et à faible débit (2009) alors que les années froides et à fort débit sont caractérisées par des prévalences de lésions plus faibles (2013).



**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 : 1

Page 160/230

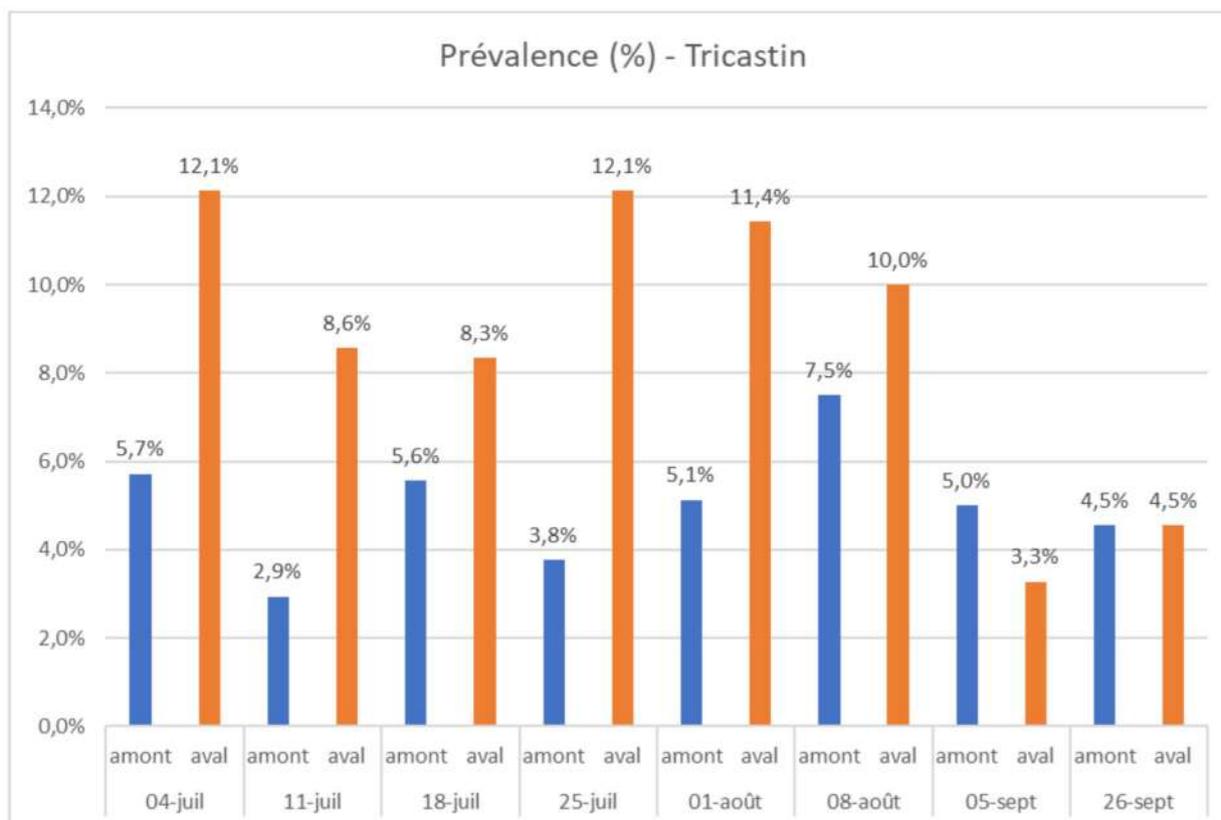


Figure 87 : prévalence (% d'individus présentant une pathologie) du peuplement piscicole à Tricastin

Plus de 85% des lésions sont représentées par des nécroses (NE), des érosions (ER), des hémorragies (HE) et des ulcères hémorragiques (UH) qui sont des lésions d'intérêt écopathologique. Toutefois, en analysant les données, on constate que :

- 62,5 % de l'ensemble des lésions – et ce quelle que soit leur nature – sont localisées au niveau des nageoires, organes « secondaires » sur le plan physiologique,
- Plus de 50% des lésions sont d'intensité faible (= 1),
- Aucun individu ne présentait simultanément 2 lésions ou plus. Par conséquent, aucun d'entre eux ne pouvait être considéré comme malade, et il est possible de supposer que les individus atteints ont survécu et que les lésions constatées se sont résorbées avec le temps (à, peut-être, quelques rares exceptions près).

De ce fait, il est possible d'affirmer d'après les connaissances actuelles que, à quelques rares exceptions près, le risque en termes d'impact sur la survie pour le peuplement – ou les populations concernées – est quasiment nul.

L'indice de condition (Ic) est une relation mathématique entre le poids (P) et la taille (L), révélant l'état physiologique des poissons ( $Ic = [P/L^3] \times 10^5$ , où P = masse en grammes et L = longueur totale exprimée en millimètres). Plus il est élevé et meilleure est la condition physique des individus. Il a été déterminé pour les chevesnes, seule espèce systématiquement représentée significativement (> 30 individus) à l'amont comme à l'aval. Les prélèvements comprenaient en effet entre 30 et 37 individus.

Les indices de condition pour le chevesne sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-III : Indices de condition moyens (lcm) des chevesnes, calculés respectivement en amont et en aval du CNPE de Tricastin

Métrique	Station	04/07	11/07	18/07	25/07	01/08	08/08	05/09	26/09
Effectif	amont	70	68	54	53	39	40	60	66
	aval	33	35	36	33	35	30	61	66
lcm	amont	1,04	0,95	1,11	1,03	0,95	0,93	1,01	0,98
	aval	1	1,01	1,05	0,95	0,94	0,9	0,94	0,88

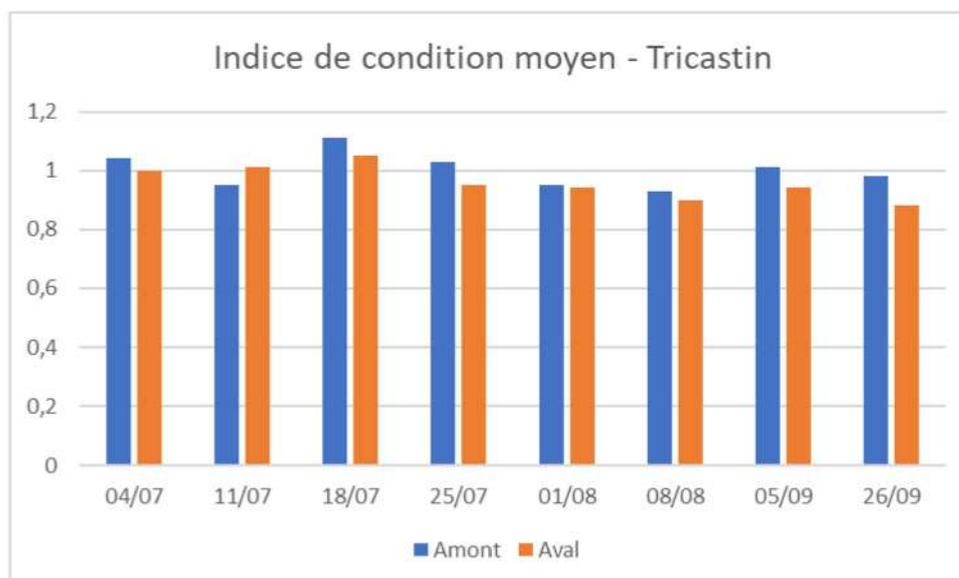


Figure 88 : indices de condition moyens (lcm) des chevesnes, calculés en amont et en aval du CNPE de Tricastin

Les indices de condition sont légèrement supérieurs à l'amont par rapport à l'aval (sauf pour la campagne du 11 juillet) sur toute la période d'étude. Ils ont tendance à être légèrement plus faibles à partir du 25/07, et ce aux deux stations. Les fluctuations de l'indice de condition peuvent s'expliquer par plusieurs hypothèses, soit la fluctuation aléatoire due à l'échantillonnage, soit par la diminution de la ressource trophique due aux variations hydrologiques ou thermiques du milieu, soit par une diminution du métabolisme basal des poissons lorsque les températures de l'eau s'éloignent de leur préférendum thermique. Plus on s'éloigne de cette plage thermique optimale, plus les activités métaboliques, biochimiques et physiologiques des individus sont affectées. Ces dernières ayant un coût énergétique non négligeable, elles sont ralenties en fonction des exigences thermiques des espèces (P. Girard, J.-Y. Brana et J.-F. Fruget, 2018<sup>30</sup>). Néanmoins, ces hypothèses sont à prendre avec précaution car il n'existe à ce jour pas d'échelle de valeur sur cet indicateur (qui n'a pas été repris dans le cadre de la DCE et fait encore l'objet de travaux de recherche), qui permettrait notamment d'évaluer si les variations observées sont préjudiciables au peuplement ou des variations naturelles pour ce type de peuplement.

Enfin, l'étude menée à partir de données de surveillance sanitaire estivale à Tricastin entre 2008 et 2013<sup>30</sup> a montré que les lcm du chevesne fluctuent, sans tendance amont/aval claire ; ils sont parfois supérieurs à l'amont (en 2008, 2009 et 2013) et parfois supérieurs à l'aval (2010, 2011, 2012).

<sup>30</sup> Surveillance sanitaire estivale des populations piscicoles du Rhône au voisinage du Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) du Tricastin. Synthèse 2008–2013 ; P. Girard, J.-Y. Brana et J.-F. Fruget, Hydroécol. Appl. (2018) Tome 20, pp. 103 - 129

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

L'indice pathologique (Ip) est une relation mathématique entre la prévalence de poissons présentant des lésions externes et l'intensité de chaque lésion observée. Pour une lésion donnée, l'indice pathologie (Ip) s'exprime par la formule :  $IP = P \times Q$ , où : P représente le % de poissons présentant des lésions externes, Q représente la sévérité lésionnelle. Pour une population donnée, l'indice pathologie global (IpG) additionne les IP relatifs à chaque lésion observée et s'exprime ainsi :  $IpG = \sum IP$ . Ainsi, plus l'indice pathologique est faible, meilleur est l'état sanitaire du peuplement. Les indices pathologiques globaux par station et par date sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-mmm : récapitulatif des Indices pathologiques globaux (IpG) au cours de l'été 2022 à Tricastin

Date	04/07		11/07		18/07		25/07		01/08		08/08		05/09		26/09	
	Am.	Av.	Am.	Av.	Am.	Av.	Am.	Av.	Am.	Av.	Am.	Av.	Am.	Av.	Am.	Av.
Effectif	70	33	68	35	54	36	53	33	39	35	40	30	60	61	66	66
IpG	0,072	0,212	0,044	0,114	0,093	0,112	0,038	0,242	0,052	0,2	0,1	0,233	0,07	0,07	0,060	0,090

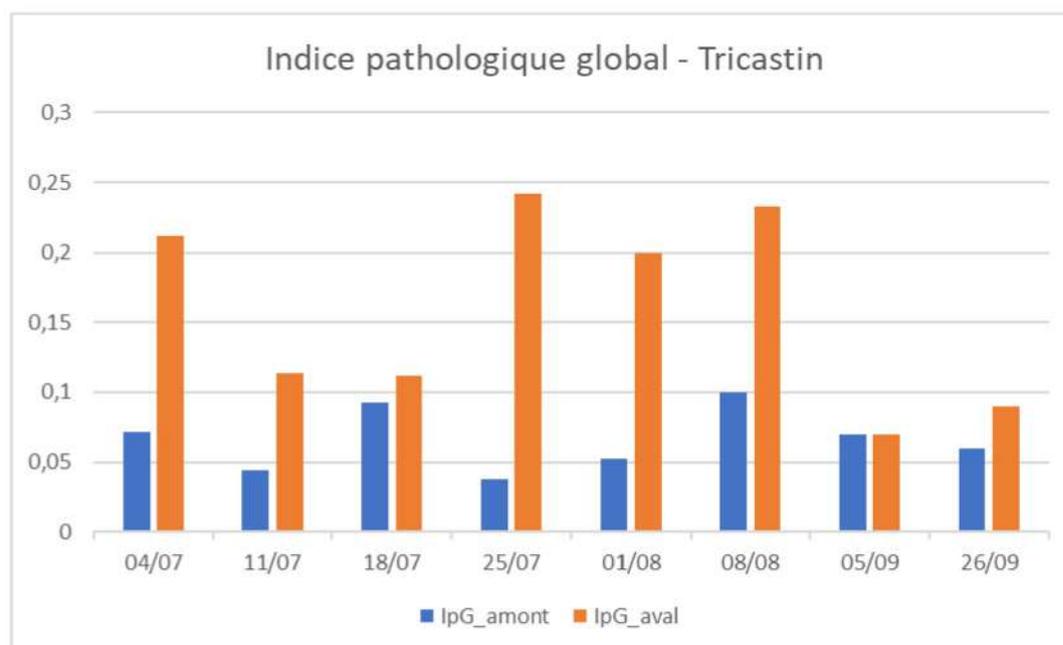


Figure 89 : Indices pathologiques (IpG) au cours de l'été 2022 à Tricastin

Les indices pathologiques sont supérieurs à l'aval par rapport à l'amont pour l'ensemble des campagnes, hormis celle du 5 septembre, indiquant que l'état sanitaire piscicole est légèrement meilleur à l'amont qu'à l'aval du CNPE sur l'ensemble de la période estivale. Toutefois, la différence entre les valeurs amont et aval ne présente pas, à dire d'expert<sup>31</sup>, de caractère inquiétant. Cet écart se résorbe ensuite lors des campagnes post-canicule. Enfin, l'examen des résultats des suivis sanitaires menés entre 2015 et 2021 montre que les résultats sont fluctuants selon les années, tantôt meilleurs à l'amont (2018 à 2021), tantôt meilleurs à l'aval (2016 et 2018) et parfois équivalents (2015 et 2017).

<sup>31</sup> Dr Patrick Girard (Vétérinaire, Association Santé Poissons Sauvages)

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 163/230

Toutefois, 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.

**Les résultats des examens sanitaires montrent que sur l'ensemble de la période estivale l'état sanitaire du peuplement piscicole est légèrement meilleur à la station amont par rapport à la station aval, sans toutefois présenter de risque vis-à-vis de la survie des individus concernés et sans que la différence observée n'apparaisse comme significative. Par ailleurs, les résultats obtenus au mois de septembre présentent peu, voire pas, de différences entre les stations.**

**Ainsi, l'ensemble des résultats obtenus ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur l'état sanitaire piscicole à l'aval du CNPE.**

Enfin, l'étude menée à partir de données de surveillance sanitaire estivale à Tricastin entre 2008 et 2013<sup>30</sup> a montré qu'il n'y avait pas de différence significative des indices de condition moyens (Icm) ainsi que des prévalences des lésions externes moyennes des poissons entre l'amont et l'aval après mélange. L'effet combiné température et débit (quelle que soit la station) pourrait expliquer la variation interannuelle des prévalences de lésions observées au cours de l'étude. Le maximum de lésions est observé lors des années chaudes et à faible débit (2009) alors que les années froides et à fort débit sont caractérisées par des prévalences de lésions plus faibles (2013).

#### 4.6.6.3. 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 aux stations 1 à 6 (cf. Figure 70).

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. Par ailleurs, la structure du peuplement de poissons présente un caractère intégrateur des conditions environnementales sur plusieurs semaines précédant la pêche. Ainsi, une fréquence de pêche mensuelle permet donc de répondre à l'objectif de suivre l'influence éventuelle du fonctionnement du CNPE en période de canicule.

Deux campagnes de pêche pour le suivi de la structure du peuplement piscicole ont été réalisées les 25-26 juillet et les 5-6 septembre. Une campagne précédant l'événement a été réalisée les 27-28/06.

En premier lieu il convient de préciser qu'il est communément admis en écologie des milieux aquatiques que **l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale**. En effet, à l'échelle de la communauté de poisson, les effets d'une variation de l'environnement (canicule ou autre) peuvent mettre plusieurs mois ou années avant d'être perceptibles sur les paramètres mesurables (richesse, diversité...), cette communauté intégrant les variations environnementales à minima sur les dernières semaines ou mois précédant la pêche.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.6.6.3.1. **Campagnes pré-estivale et post-canicule**

Sur l'ensemble des stations, 21 et 27 espèces ont été capturées respectivement à la campagne pré-estivale et à la campagne post-canicule. Dans le même temps, la richesse des stations amont est passée de 12 à 19 espèces pour la station 1 (amont éloigné) et de 8 à 11 espèces pour la station 2 (amont proche), celle de la station rejet est passée de 12 à 14 espèces, et celle des stations aval est passée de 10 à 11 espèces pour la station 4 (aval proche), de 17 à 18 espèces pour la station 5 (RCC<sup>32</sup>) et de 13 à 16 pour la station 6 (aval éloigné, cf. Figure 70). Au sortir de la période estivale, la richesse spécifique est donc en augmentation sur l'ensemble des stations.

La majorité des espèces capturées sont eurythermes, c'est-à-dire qu'elles peuvent s'adapter à une large gamme de variation de températures, à l'exception du vairon, du blageon et du spirilin qui sont sténothermes d'eau froide, c'est-à-dire qu'ils supportent plus difficilement des températures élevées.

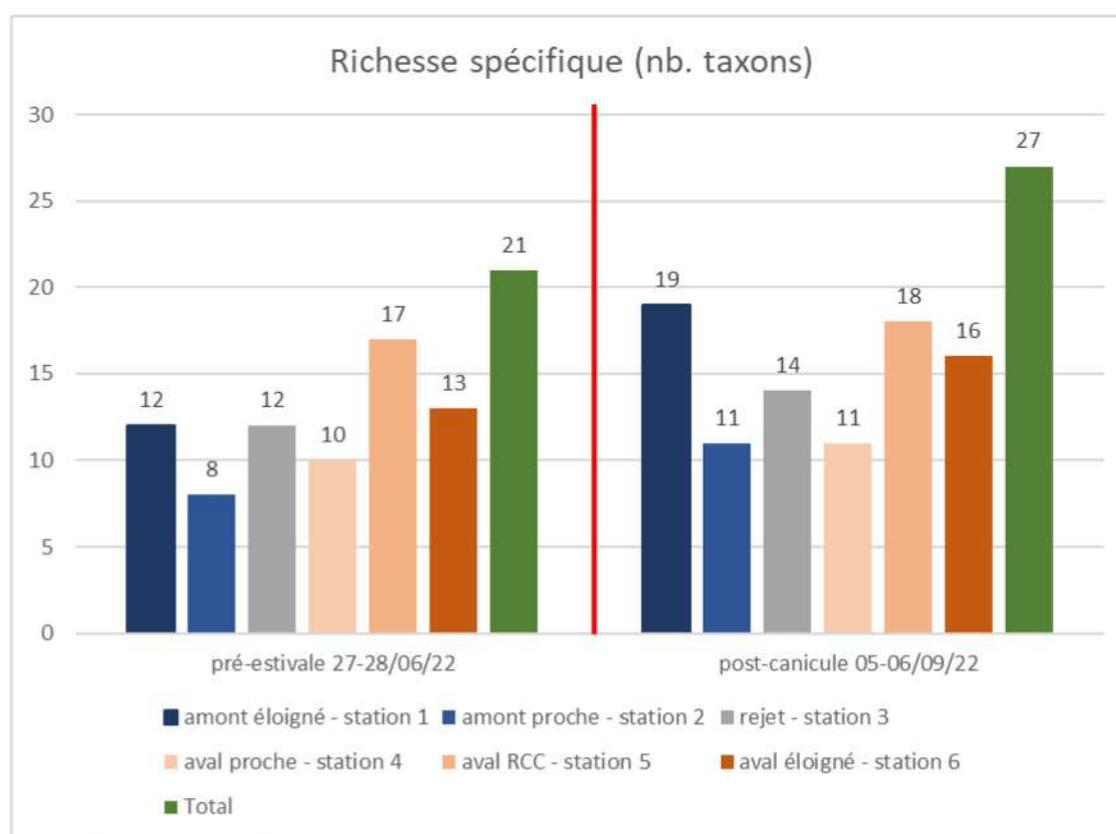


Figure 90 : Richesse spécifique totale et par station du peuplement piscicole lors des campagnes pré-estivale et post-canicule à Tricastin

La richesse spécifique est du même ordre de grandeur aux stations 1 (amont éloigné), 3 (rejet) et 6 (aval éloigné) à la campagne pré-estivale (autour de 12). Elle est plus faible aux stations 2 et 4 (amont et aval proche) et est la plus élevée à la station 5 (RCC). Lors de la campagne post-canicule elle est du même ordre de grandeur entre les stations 1 (amont éloigné), 5 (RCC) et 6 (aval éloigné) et elle est du même ordre de grandeur pour les stations 2,3 et 4 (amont proche, rejet et aval proche). A noter que sur la période 1996<sup>33</sup>-2020, les richesses spécifiques enregistrées aux trois stations du canal d'amenée de l'usine de Bollène (stations 2,3 et 4) sont statistiquement plus faibles que les trois autres stations, en particulier à la station 4 (aval proche). Ces trois stations sont situées dans le canal CNR de Donzère-Mondragon, présentant très peu d'abris littoraux pour la faune piscicole. Seule la station

<sup>32</sup> Rhône Court-Circuité

<sup>33</sup> Année d'ajout des stations 1, 5 et 6 au suivi piscicole du CNPE de Tricastin

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 165/230

3 (rejet), caractérisée par la présence de blocs (abris), abrite plus d'espèces que les deux autres. Ces tendances sont confirmées par les résultats obtenus en particulier lors de la campagne post-canicule.

De même, la station 5 (RCC) caractérise l'aval de la section court-circuitée du Rhône, sous la double influence des apports de l'Ardèche et du remous de la retenue de Caderousse. Le peuplement piscicole de ces anciens tracés du fleuve est potentiellement plus riche du fait de la complexité du chenal, de la présence de îlons relictuelles et des casiers Girardon (Etude thermique du Rhône, Rapport de synthèse, mai 2016<sup>34</sup>). C'est ce qui est également constaté dans les résultats obtenus en 2022.

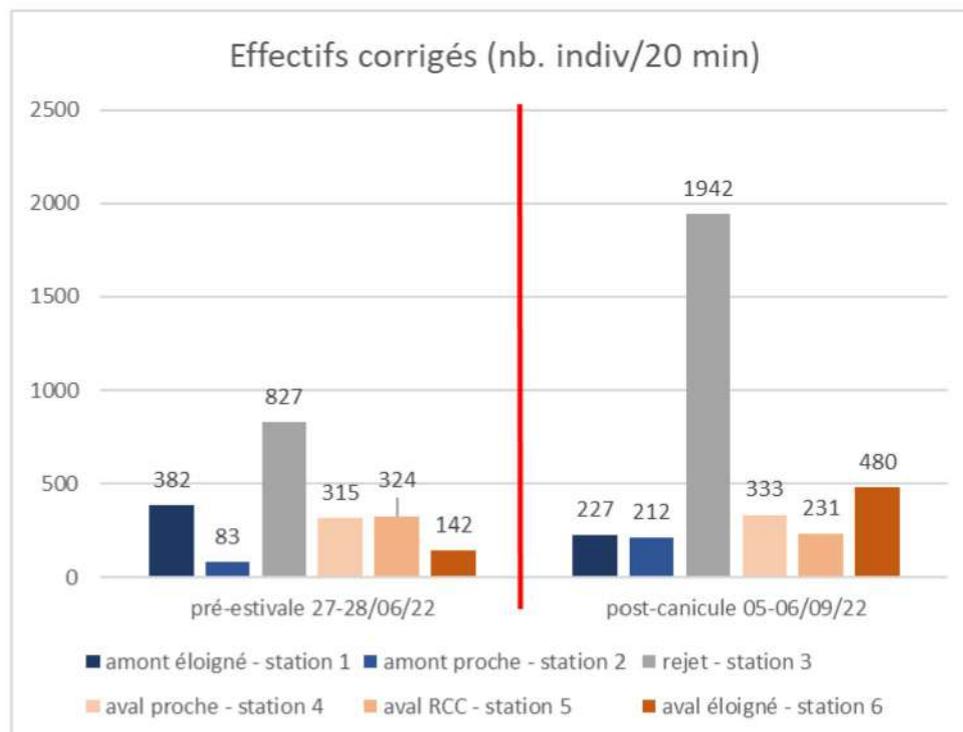


Figure 91 : effectifs piscicoles corrigés (ramenés au temps de pêche en nb.indiv/20 min<sup>35</sup>) des stations amont et aval du CNPE de Tricastin pour les campagnes pré-estivale et post-canicule

L'abondance est maximale pour la station 3 (rejet), que ce soit lors de la campagne pré ou post-canicule. Pour les stations 2 (amont immédiat), 5 (RCC) et 6 (aval éloigné) on constate une augmentation des effectifs entre les deux campagnes, tandis que pour la station 1 (amont éloigné) les effectifs diminuent entre les deux campagnes et pour la station 4 (aval immédiat) ils sont stables. Les effectifs minimaux sont rencontrés à la station amont immédiat lors de la campagne pré-estivale (83 individus/20min), tandis que les effectifs maximaux sont rencontrés à la station rejet lors de la campagne post-canicule (1942 individus/min). Aucune tendance d'évolution particulière ne se dessine d'un point de vue des effectifs entre la campagne pré-estivale et la campagne post-canicule.

<sup>34</sup> [https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierrm/files/content/migrate\\_documents/EtudeThermiqueRhône-Plaquette-Mai2016.pdf](https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierrm/files/content/migrate_documents/EtudeThermiqueRhône-Plaquette-Mai2016.pdf)

<sup>35</sup> Le protocole de pêche utilisé est de type Linéaire Continu de Rive qui consiste à pêcher en continu pendant une certaine durée tandis que le bateau progresse le long de la rive. Ainsi, afin de rendre les données comparables d'une station à l'autre, l'abondance est ramenée sur 20 min, selon le temps de pêche (qui varie de 15 à 40 min selon les campagnes et stations).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Sur l'ensemble des stations, 19 espèces sont présentes à la fois au sein du peuplement de la campagne pré-estivale (21 espèces observées) et de la campagne post-canicule (27 espèces observées). Le carassin argenté, la carpe commune, le toxostome, le rotengle, le blageon, la tanche et l'épinoche ne sont pas observées à la campagne de juin alors qu'ils le sont en septembre. A l'inverse, une seule espèce observée en juin ne l'a pas été en septembre (la brème commune). Leurs faibles effectifs (< 2 % voire < 1 %) ne permettent cependant pas d'élaborer des hypothèses solides quant à leur absence à la campagne post-canicule.

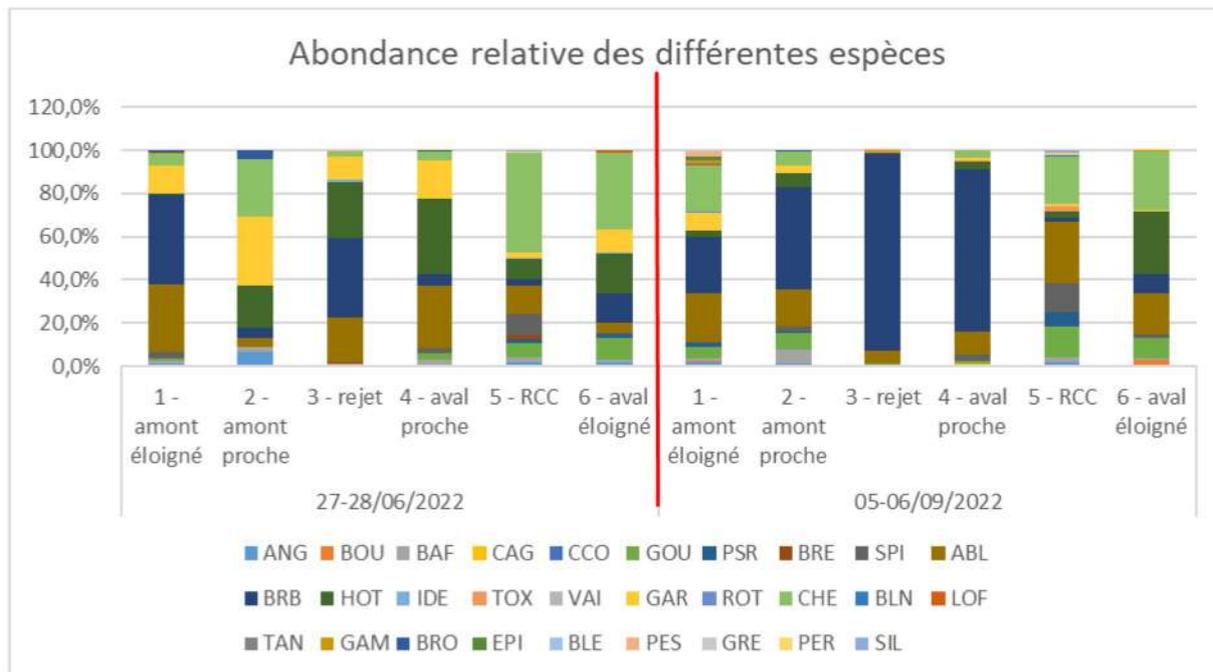


Figure 92 : abondance relative des espèces piscicoles à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin lors des campagnes pré et post-canicule

L'abondance relative des espèces est variable d'une station à l'autre lors de la campagne pré-estivale. A titre d'exemple, le peuplement est dominé par la brème bordelière (41,2%), l'ablette (31,4%), et dans une moindre mesure le gardon (12,7%) à la station 1 (amont éloigné), tandis qu'il est dominé par le chevaïne (46,1%) à la station 5 (RCC), et viennent ensuite l'ablette (13,4%), le spirilin (10,1%) et le hotu (9,7%).

La répartition relative des espèces évolue nettement lors des campagnes post-canicule où on observe une dominance de la brème bordelière aux 3 stations du canal d'amenée de l'usine de Bollène : 47,7% à la station 2 (amont proche), 75,2% à la station 4 (aval proche), et plus particulièrement au rejet (91,5%). Pour l'ensemble des stations, le duo d'espèces dominantes habituellement rencontrées (en moyenne sur 1996-2020) est constitué par l'ablette et le chevaïne. Le gardon arrive souvent en troisième position des espèces les plus abondantes. La brème bordelière présente, quant à elle, en moyenne sur 1996-2020 entre 3 et 5% d'abondance relative selon les stations. Cette espèce se reproduit principalement en mai-juin voire jusqu'en juillet, ce qui explique très probablement leur plus forte présence à la campagne post-canicule. Cela peut également expliquer plus forte présence à certaines stations lors de la campagne de fin juin, les températures ayant été plutôt élevées dès le printemps.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 167/230

Les conditions de stabilité hydrologique rencontrées en 2022 (modicité des débits tous les mois de l'année, installation durable d'un étiage prononcé, précocité thermique printanière, automne chaud et prolongé, températures estivales élevées et épisodes successifs caniculaires) se sont avérées favorables pour la reproduction des poissons, la survie des jeunes stades, et la croissance estivale des juvéniles des espèces phytophiles (exemple : le brochet), phyto-lithophiles (brème bordelière, gardon) et lithophiles (chevaine, hotu, spirilin, toxostome). Si la croissance des jeunes poissons a été remarquable, notamment en comparaison avec l'année 2021 plus froide, des données complémentaires acquises dans le cadre de travaux de recherche ont permis de montrer que les tailles atteintes en septembre par les jeunes chevaines ont été moindres en regard de la longue période de températures supérieures à 12°C. Il est probable que les fortes températures de l'été et le nombre de jours successifs pendant lesquels la température a excédé 25°C ont été des facteurs de stress au cours de cette période de croissance.

#### 4.6.6.3.2. **Suivi canicule du 25-26 juillet**

La richesse totale des quatre stations atteint 19 espèces et elle varie de 7 aux stations rejet et aval proche à 17 à l'aval éloigné. Elle est de 11 espèces à la station amont proche (cf. Figure 93).

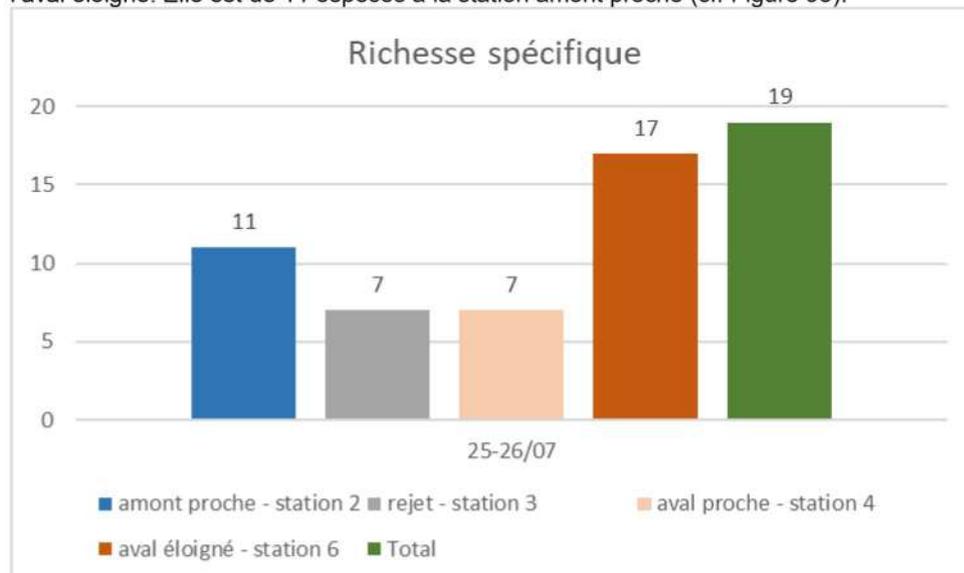


Figure 93 : richesse spécifique du peuplement piscicole à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin pendant la canicule

Par rapport aux valeurs moyennes de richesse observées sur la période 1996-2020 (sur la base de 3 pêches annuelles réalisées en mai, juillet et septembre sur cette période), les valeurs observées aux stations 2 (amont proche) et 4 (aval proche) sont dans la moyenne, la richesse observée à la station 6 est supérieure à la moyenne 1996-2020 et celle à la station rejet est inférieure à la moyenne 1996-2020.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 168/230

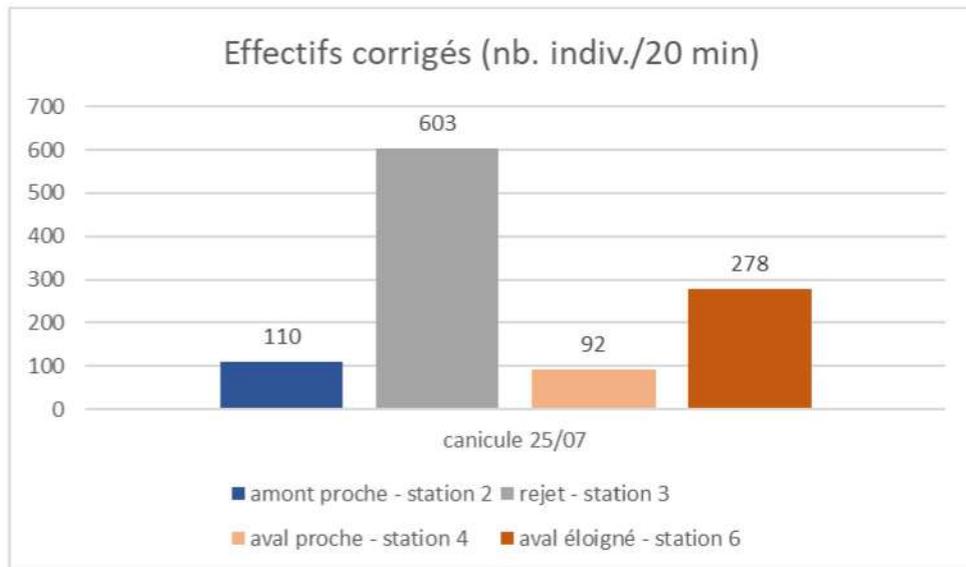


Figure 94 : effectifs piscicoles corrigés (ramenés au temps de pêche en nb.indiv/20 min) des stations amont et aval du CNPE de Tricastin lors de la campagne canicule

Du point de vue des effectifs (cf. Figure 94), la station rejet présente les effectifs les plus importants (603 individus/20min), vient ensuite la station aval éloigné (278 indiv./20min) et enfin les stations amont proche et aval proche qui ont des effectifs du même ordre de grandeur (110 et 92 indiv./20 min). Ces effectifs sont cohérents avec ce qui est habituellement observé sur les campagnes de juillet/début août de ces dernières années.

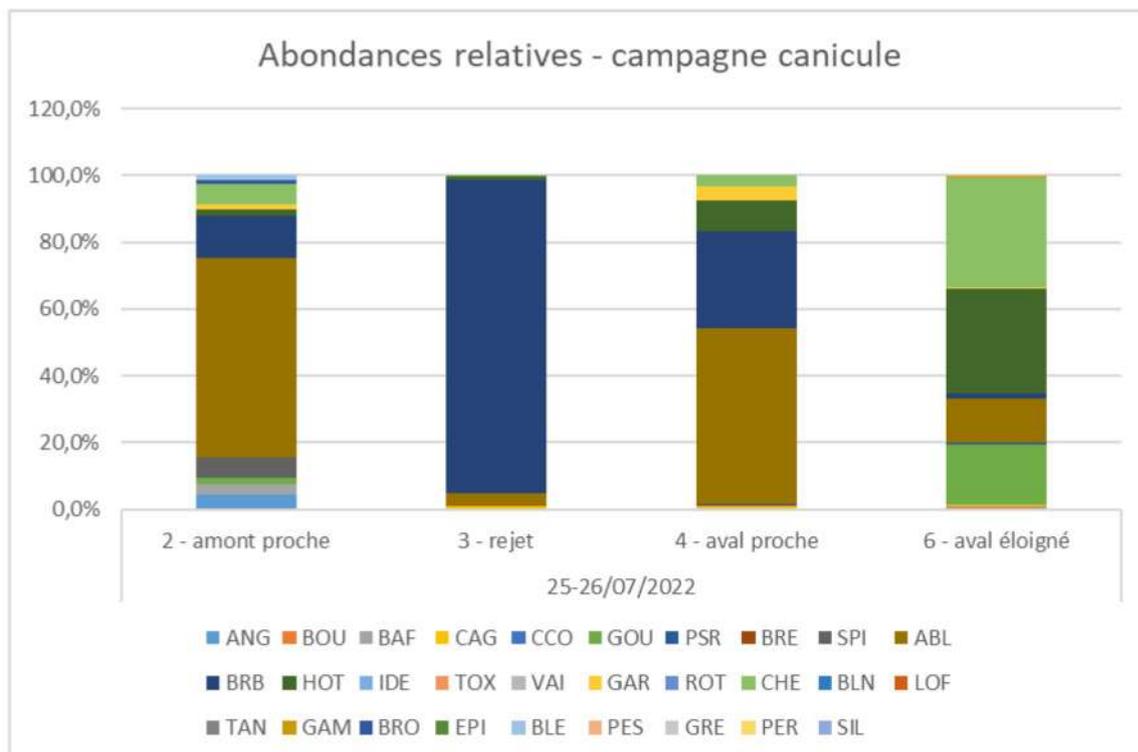


Figure 95 : abondance relative des espèces piscicoles à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin lors de la campagne canicule

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 169/230

En termes d'abondance relative (cf. Figure 95), lors de la campagne canicule l'ablette est majoritaire à la station amont proche (59,7%) tandis que la brème bordelière est déjà largement dominante à la station rejet (93,9%), proportion qui s'est conservée à la campagne post-canicule. A l'aval proche le peuplement est dominé par l'ablette (52,5%) et la brème bordelière (29,2%). A l'aval éloigné le peuplement est réparti de manière plus équitable entre le chevaine (32,6%), le hotu (31,4%), le goujon (18%) et l'ablette (13%).

Pour l'ensemble des stations la répartition des effectifs des différentes espèces est similaire à ce qui est observé lors de la campagne post-canicule, hormis pour la station 2 (amont proche).

En considérant les résultats des pêches de la campagne d'octobre, la richesse spécifique est équivalente (amont et aval éloigné, station 1 et 6) ou supérieure à celle du mois de septembre (amont proche, rejet et RCC), hormis pour l'aval proche où elle diminue légèrement. En comparaison avec les 6 dernières années (2016-2020), la richesse pour l'ensemble des stations est dans les valeurs maximales rencontrées.

Les effectifs (ramenés à 20 min de pêche), quant à eux, augmentent entre les campagnes de septembre et octobre pour les stations 1 (amont éloigné), station 2 (amont proche), station 5 (RCC) et station 6 (aval éloigné). A la station aval proche, dans le canal de Donzère, les effectifs sont stables. A la station rejet, dans le canal de Donzère, les effectifs sont en diminution, ils passent de 1942 à 826 individus/20min, en lien avec une diminution importante des effectifs de brème bordelière. Toutefois, ce sont les effectifs maximaux rencontrés à cette période de l'année ces dernières années (entre 2016 et 2022). Les effectifs de brème bordelière à la station rejet étaient exceptionnellement importants à l'été 2022.

#### 4.6.6.3.3. **Conclusion sur la structure du peuplement piscicole**

La richesse spécifique du peuplement piscicole est en augmentation pour l'ensemble des stations entre la campagne pré-estivale et la campagne post-canicule. Lors de la campagne réalisée en période caniculaire, celle-ci est équivalente ou supérieure à la moyenne 1996-2020 à la même période de l'année, hormis pour la station rejet où elle est inférieure. Les valeurs relatives de richesse entre les stations sont conformes à ce qui est habituellement rencontré aux stations de suivi de Tricastin.

Aucune tendance d'évolution particulière ne se dessine d'un point de vue des effectifs entre la campagne pré-estivale et la campagne post-canicule. On peut tout de même noter une nette augmentation des effectifs à la station rejet lors de la campagne post-canicule. Lors de la campagne canicule les effectifs rencontrés sont cohérents avec ce qui est habituellement observé sur les campagnes de juillet/début août de ces dernières années.

Les résultats d'abondance relative des espèces mettent en avant le fait que la répartition des espèces dans le peuplement évolue au cours de l'été, et semble se stabiliser à partir de la campagne réalisée en période de canicule. La brème bordelière est particulièrement abondante lors des campagnes de juillet et de septembre (et pour certaines stations dès la campagne de fin juin), contrairement à ce qui est habituellement rencontré à ces mêmes périodes. Cette espèce se reproduit principalement en mai-juin voire jusqu'en juillet, ce qui explique très probablement leur plus forte présence à la campagne post-canicule. Son effectif diminue à la campagne d'octobre à la station rejet, tout en restant exceptionnellement important par rapport aux dernières années de suivi.

**L'ensemble de ces résultats ne met pas en évidence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur la structure du peuplement piscicole au cours de l'été 2022.** Les éventuelles différences observées semblent être plutôt attribuables au contexte particulièrement chaud et sec de l'été 2022.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 170/230

#### 4.6.6.4. Conclusion sur les espèces piscicoles

Les résultats des examens sanitaires montrent que sur l'ensemble de la période d'étude l'état sanitaire du peuplement piscicole est légèrement meilleur à la station amont par rapport à la station aval, sans toutefois présenter de risque vis-à-vis de la survie des individus concernés et sans que la différence observée n'apparaisse comme significative. Par ailleurs, les résultats obtenus au mois de septembre présentent peu, voire pas, de différences entre les stations. Ainsi, l'ensemble des résultats obtenus ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur l'état sanitaire piscicole à l'aval du CNPE.

Les résultats de la surveillance de la structure du peuplement piscicole montrent que les valeurs de richesse et les effectifs sont cohérents avec ce qui est habituellement observé sur les campagnes estivales. La répartition des espèces dans le peuplement évolue au cours de l'été, et semble se stabiliser à partir de la campagne réalisée en période de canicule, avec notamment des effectifs plus importants qu'à l'accoutumée de brème bordelière (espèce qui se reproduit principalement en mai-juin voire jusqu'en juillet). L'ensemble des résultats obtenus ne met pas en évidence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur la structure du peuplement piscicole au cours de l'été 2022.

Enfin, 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 Tricastin.

**En conclusion, l'ensemble des résultats du suivi piscicole démontrent l'absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur les peuplements piscicoles au cours de l'été 2022.**

#### 4.6.7. Conclusion 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.

Le suivi du panache thermique réalisé durant l'été 2022, à savoir la réalisation d'une campagne de mesures de profils de température d'eau, confirme les caractéristiques globales du panache déjà observées dans le passé lors de précédentes campagnes de mesures, avec une veine chaude totalement mélangée en aval de l'usine de Bollène, située à 3 km en aval du CNPE.

Le fonctionnement du CNPE de Tricastin pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les **paramètres physico-chimiques** suivants : MES, DCO, DBO5, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

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.

Aucune incidence n'est non plus notée sur le compartiment **planctonique** ainsi que sur les **diatomées benthiques**.

Enfin, l'ensemble des résultats du **suivi piscicole** démontrent absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur les peuplements piscicoles au cours de l'été 2022.

**L'analyse des résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur le milieu récepteur.**

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 171/230

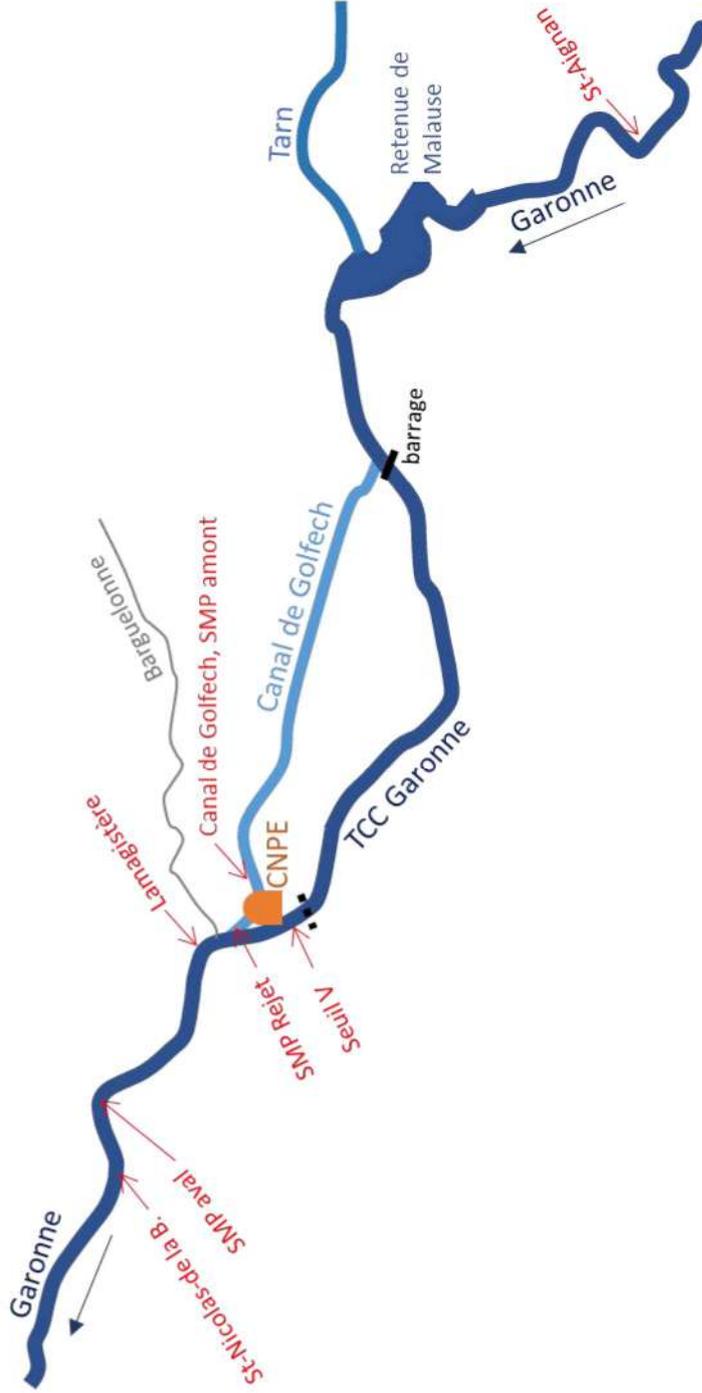
#### 4.7. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DE GOLFECH

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



	<b>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</b>	
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Page : 173/230
	Indice : 1	

Figure 96 : cartographie simplifiée des stations de surveillance du CNPE de Golfech.



	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 174/230

#### 4.7.1. Surveillance du panache thermique

##### 4.7.1.1. Situation du CNPE

Le CNPE de Golfech est équipé de 2 tranches 1300 MWe 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 97 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 mètres 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'eau 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 le canal de fuite, le tronçon court-circuité de la Garonne et l'aval immédiat des rejets du CNPE de Golfech.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 175/230

Les bouées ont été dénommées « canal », « TCC », « aval rejet » et positionnées suivant les points indiqués Figure 97:

- La bouée «TCC» est située dans le tronçon court circuité de la Garonne, en aval du seuil V, au niveau de l'île, dans le bras situé côté rive droite ;
- 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 proche 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) et à la SMP aval (située en rive droite à Laspeyres, à environ 6 km en aval de l'ouvrage de rejet du CNPE).

Les sondes ont été installées le 25 juin 2022 et retirées le 11 septembre 2022, opération réalisée par un prestataire et suivie par EDF DTG.

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 176/230</p>

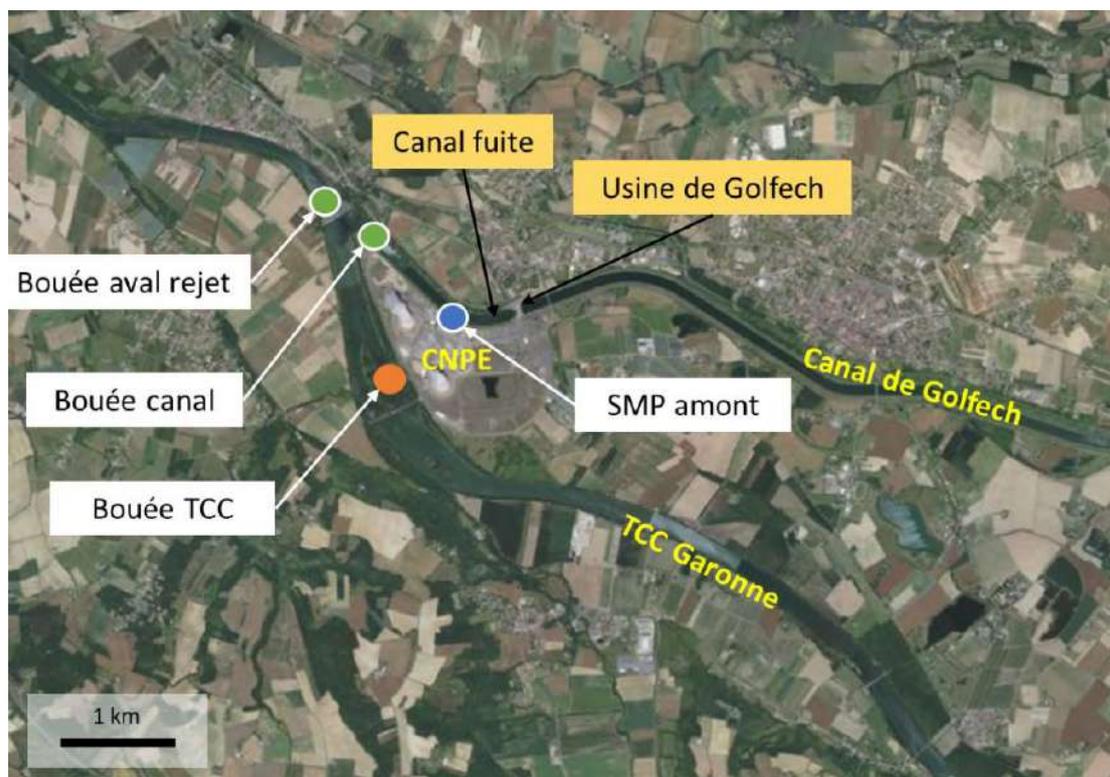


Figure 97 : Suivi de la température de la Garonne et localisation des bouées

Le point de mesures dans le canal est constitué de deux capteurs positionnés à deux profondeurs différentes - 1m et - 3m (cf. type D - Figure 98) . Du fait du faible tirant d'eau, les deux points de mesures dans le TCC et en aval proche des rejets sont constitués d'un seul capteur positionné à environ - 1 m sous la surface pour un débit moyen de la Garonne (cf. type A - Figure 98) . En réalité, durant l'été, la bouée « aval rejet » était plutôt positionnée autour de 30 cm de profondeur en raison des faibles hauteurs d'eau en période d'étiage.

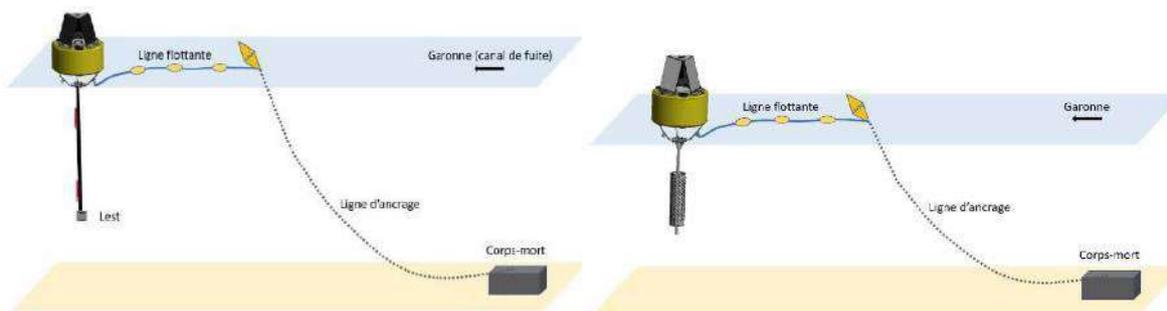


Figure 98: Type de matériel installé à chaque bouée (à gauche : bouée de type D, à droite : bouée de type A)

**L'objectif de ces mesures est de :**

- décrire l'évolution globale des températures d'eau sur l'ensemble de la période estivale ;
- caractériser les différences de température entre les différents tronçons de la Garonne, entre l'amont de l'ouvrage de rejet, notamment dans le tronçon court circuité, et l'aval des rejets.

Il s'agit donc de mesures ponctuelles mais s'inscrivant dans la durée et couvrant les différents épisodes de canicule de l'été 2022 (en juillet et août).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 177/230

▪ **Thermographie aérienne**

Une thermographie infrarouge aérienne des rejets d'eau échauffée a été réalisée le jeudi 21 juillet 2022. 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 et afin de recalibrer correctement les températures de la thermographie. 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.

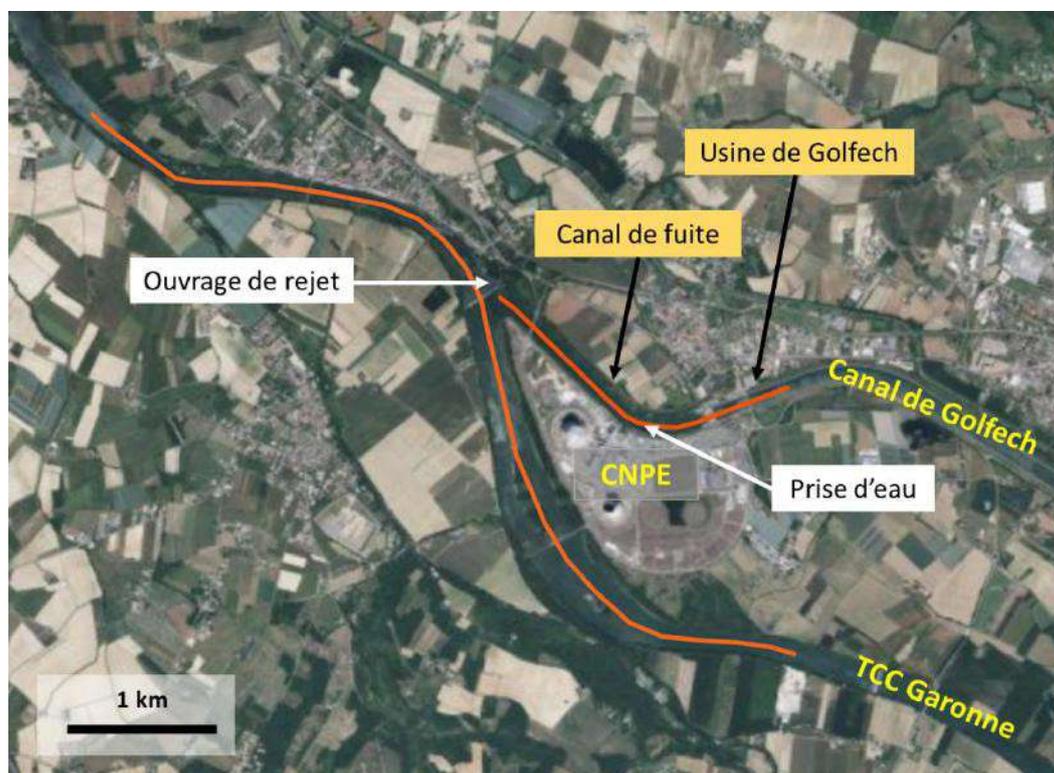


Figure 99 : Emprise de la thermographie aérienne du 21/07/2022

Le jour de la thermographie, le 21 juillet 2022, la température aval calculée en moyenne après mélange était d'environ 28,5°C (en moyenne journalière), avec un échauffement horaire calculé après mélange variant sur la journée de 0,03°C à 0,1°C (échauffement moyen journalier de 0,06°C). A l'heure du vol (vers 16h), la température mesurée à la prise d'eau était d'environ 29°C et l'échauffement calculé après mélange de 0,06°C.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Campagnes de suivi thermique Golfech	Mesures en points fixes	Thermographie aérienne
<b>Date</b>	du 25 juin au 11 septembre 2022	21 juillet 2022
<b>Débit moyen journalier de la Garonne à Lamagistère</b>	Voir § 3.6.4	66 m <sup>3</sup> /s
<b>T° amont Garonne (moyenne journalière)</b>	Voir § 3.6.4	28,5°C
<b>Fonctionnement du CNPE</b>	Fonctionnement réel du CNPE (1 réacteur en fonctionnement) Voir §0	1 réacteur en fonctionnement à 100 % puissance Voir §0
<b>Mesures réalisées</b>	T° mesurée en continu sur 3 bouées + SMP amont et SMP aval	TCC Garonne ~ 3,5 km Canal de Golfech ~ 2,5 km Garonne aval restitution ~ 3 km
<b>Etat du CNPE / limites thermiques</b>	Alternance CCN/ CCE/ SE (voir § 3.6.4)	CCE

L'objectif de cette thermographie est 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.

#### ▪ Résultats obtenus

#### Évolutions temporelles des températures mesurées aux bouées durant l'été 2022

Compte tenu de la période des mesures et pour faciliter la lecture, les figures présentent les valeurs moyennes journalières mesurées à chaque bouée du 25 juin au 11 septembre 2022.

#### Température dans le canal de fuite

La figure ci-dessous présente l'évolution des températures d'eau dans le canal de fuite et permettent de comparer les températures atteintes à la prise d'eau (SMP amont) et les températures atteintes en fin de canal de fuite à 2 profondeurs différentes (-1 m et -3 m sous la surface).

Les résultats montrent une évolution dans le temps très similaire entre les différentes mesures. Ils montrent aussi une faible stratification au niveau de la bouée dans le canal de fuite, avec 0,1°C d'écart en moyenne entre les 2 profondeurs, ponctuellement de l'ordre de 0,2°C à 0,7°C. Les températures au niveau de la prise d'eau du CNPE (SMP amont) sont globalement supérieures à celles mesurées en fin de canal, avec des écarts moyens de l'ordre de 0,2°C, ponctuellement de 0,4 à 0,7°C.

Ces écarts restent donc proches de la précision des mesures (0,3°C), ce qui montre que les températures à la prise d'eau, dans les conditions de l'été 2022, sont similaires à celles atteintes en fin de canal de fuite avant la restitution dans la Garonne et à celles atteintes dans le tronçon court-circuité (voir figure ci-dessous). Ce résultat est cohérent avec celui observé sur la thermographie (voir ci-dessous Figure 100).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 179/230

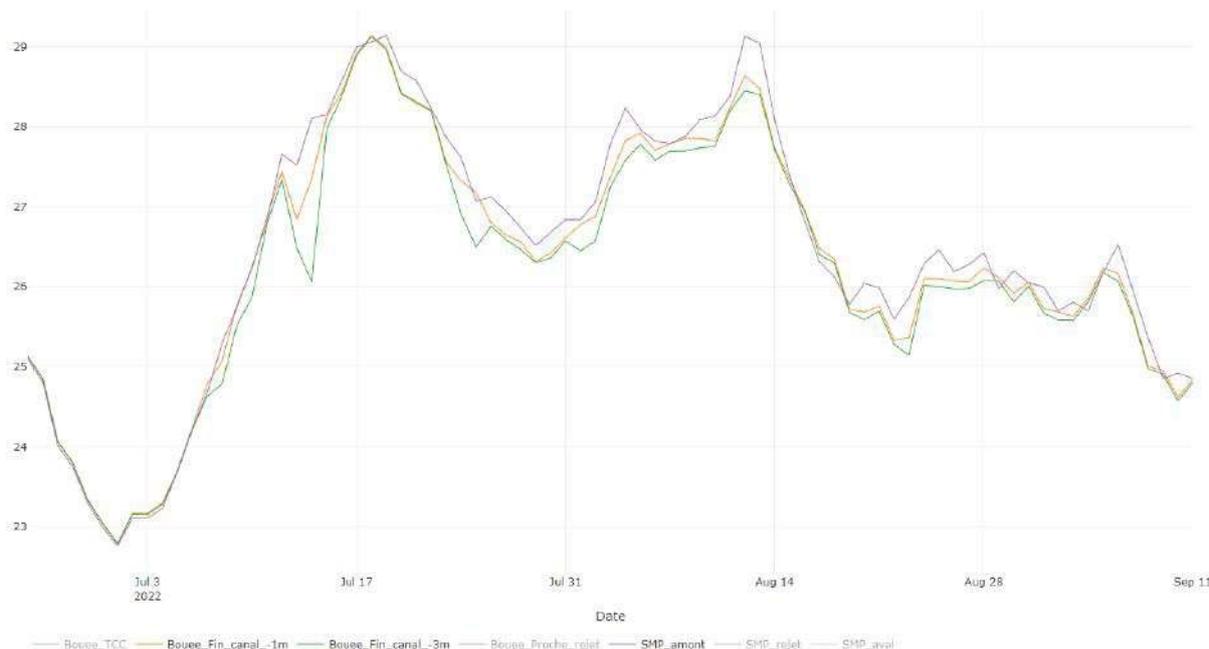


Figure 100 : Températures d'eau mesurées dans le canal de fuite du 25 juin au 12 septembre 2022

### Mesures en amont et en aval immédiat de l'ouvrage de rejet

Les températures mesurées aux 2 bouées situées en amont de la restitution dans le tronçon court-circuité (bouée TCC) et dans le canal de fuite (bouée en fin de canal) suivent également des évolutions très proches, notamment durant les périodes les plus chaudes (écarts moyens de l'ordre de 0,2°C, ponctuellement de 0,6°C à 1°C).

Les températures au rejet (SMP rejet) atteignent des valeurs plus élevées en lien avec les températures d'eau de la purge issue des aéroréfrigérants. Les différences avec les températures de la Garonne (TCC ou canal de fuite) sont de l'ordre de 2°C à 3°C, ce qui conduit à des températures au rejet ponctuellement supérieures à 30°C (6 jours au total, sur le mois d'août). Ces températures à la purge sont essentiellement dépendantes de la performance des aéroréfrigérant et des conditions atmosphériques rencontrées (températures d'air et humidité).

La Figure 101 montre aussi que les températures à la bouée en aval immédiat des rejets atteignent des valeurs globalement plus élevées qu'à la SMP rejet sur la période de juillet – août, ce qui ne peut pas être lié à l'effet seul des rejets. Compte tenu des conditions hydrauliques en aval immédiat de l'ouvrage de rejet (faibles profondeurs d'eau et herbiers très développés – voir Figure 105 ci-dessous les résultats de la thermographie), ces températures plus élevées (en moyenne de 0,4°C, jusqu'à 1°C à 1,5°C) pourraient s'expliquer par l'effet combiné du rayonnement solaire, plus marqué en période canicule (sonde faiblement immergée compte tenu des hauteurs d'eau) et du ralentissement de l'écoulement qui est généré par les herbiers dans cette zone. Ces effets localisés accentueraient alors les températures issues des rejets du CNPE. A noter que cette différence reste relativement faible en moyenne (0,4°C), compte tenu de la précision d'une mesure de température dans le milieu (environ 0,3°C). Cette différence s'inverse ensuite à partir du 29 août, en lien avec un basculement des rejets liquides de la conduite gauche vers la conduite droite le 29 août. La bouée en aval immédiat des rejets se retrouve alors moins influencée par les rejets thermiques du CNPE, rejets qui se diluent plus dans la partie du lit située vers la rive droite de la Garonne.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 180/230

Dans tous les cas, comme montré sur la thermographie (voir Figure 103), les rejets thermiques du CNPE sont rapidement dilués dans la Garonne, les températures observées à la SMP rejet ou à la bouée en aval immédiat des rejets sont donc représentatives de températures atteintes dans une zone très localisée (quelques centaines de mètres à proximité de l'ouvrage de rejet).

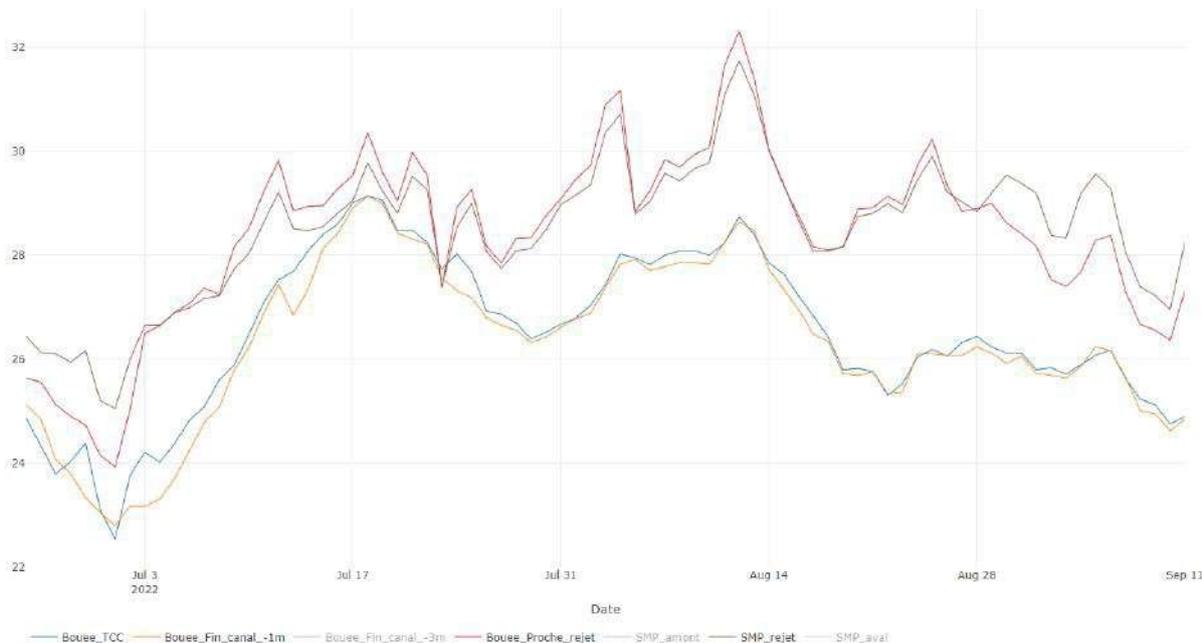


Figure 101 : Températures d'eau mesurées dans la Garonne du 25 juin au 11 septembre 2022 (bouées TCC, canal, rejet)

### Température en aval des rejets

La comparaison des températures mesurées en aval immédiat des rejets et à la SMP rejet par rapport à celles mesurées à la SMP aval (située à Laspeyres à environ 6 km en aval du CNPE) confirme le mélange rapide des rejets thermiques du CNPE (comme montré sur la thermographie), avec des températures à la SMP aval similaires à celles mesurées dans le TCC ou dans le canal de fuite. Les différences entre les mesures à la SMP aval et les températures dans le canal en amont des rejets (SMP amont) sont en moyenne de 0,1°C à 0,2°C, soit des valeurs légèrement supérieures. Cela s'explique notamment par l'influence très faible des rejets thermiques du CNPE après mélange dans la Garonne.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 181/230

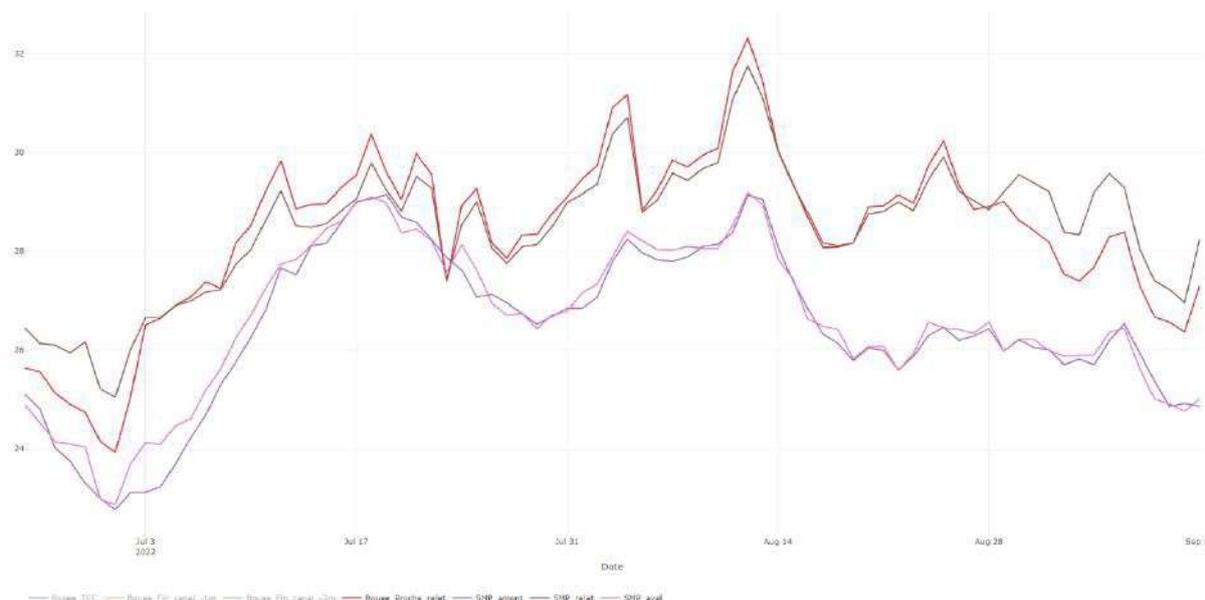


Figure 102: Températures d'eau mesurées dans la Garonne du 25 juin au 11 septembre 2022 (en aval des rejets)

### Bilan des mesures aux bouées durant l'été 2022

L'évolution globale des températures mesurées aux différentes bouées (hors proximité des rejets) montre donc un comportement très similaire des températures d'eau entre le tronçon court-circuité de la Garonne, le canal de fuite, la mesure à la SMP amont (prise d'eau du CNPE) et la SMP aval. Ces évolutions très similaires se traduisent notamment par des températures maximales très proches et un nombre de jours supérieurs au seuil de 28°C quasi identiques entre les mesures à la prise d'eau, dans le TCC et à la SMP aval.

Bouées	Prise d'eau CNPE (SMP amont)	Canal fuite (-1 m)	Bouée TCC	SMP aval (Laspeyres)
T°eau moyenne 01/07 au 31/08	26,8°C	26,7°C	26,9°C	27,0°C
T°eau 90% 01/07 au 31/08	28,6°	28,4°C	28,5°C	28,5°C
T°eau maximale mesurée	29,1°C	29,1°C	29,1°C	29,2°C
Nombre de jours > 28°C	18 jours	11 jours	17 jours	20 jours

Tableau 4-000 : Bilan des températures mesurées aux bouées installées durant l'été 2022 dans la Garonne

Les mesures réalisées proches des rejets montrent des températures plus élevées comme attendu compte tenu de l'influence des eaux échauffées rejetées par le CNPE, en lien avec le fonctionnement des aéroréfrigérants, et de l'effet des herbiers situés à proximité.

**L'ensemble de ces mesures montrent que le suivi en continu associées aux 3 stations multi-paramètres (amont, rejet, aval) est représentatif des températures atteintes dans la Garonne en amont de l'ouvrage de rejet (canal ou tronçon court circuité), à proximité des rejets et en aval de l'ouvrage de rejet après mélange.**

### Thermographie aérienne du 21 juillet 2022

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 182/230

Le débit de la Garonne à Lamagistère sur la période d'acquisition des mesures (environ 50 minutes autour de 16h) étant d'environ 70 m<sup>3</sup>/s, la température de l'air au sol était de l'ordre de 32°C et la température à la prise d'eau du CNPE de l'ordre de 29°C (à 16h).

Pour mémoire, ce type de mesure thermique est associée à plusieurs sources d'incertitudes dans le rendu des températures d'eau présentées, en raison de la conversion nécessaire entre les données acquises (rayonnement infra-rouge) et le résultat rendu (température d'eau en surface), notamment suivant l'émissivité de l'eau, la transmission de l'atmosphère lors des mesures et le recalage nécessaire des températures apparentes sur la base des températures d'eau réelles mesurées *in situ*. La précision absolue des températures d'eau sur l'ensemble de l'emprise est considérée inférieure à 1°C et la précision relative inférieure à 0,5°C.

À titre d'exemple, les mesures aux sondes installées dans la Garonne et dont les résultats ont été présentés ci-dessous montrent des valeurs lors de la thermographie de 28,8°C à la bouée TCC pour 29,4°C sur la thermographie (en se plaçant au même point), de 29,1°C à la bouée canal de fuite pour 29,3°C sur la thermographie et de 30,6°C à la bouée aval rejet pour 31,2°C sur la thermographie. Ces différences s'expliquent par les incertitudes du rendu des images thermiques évoquées ci-dessus, mais également par les différences de position de ces mesures par rapport à la colonne d'eau (sonde en profondeur - de l'ordre de 1m- comparée à une thermographie en surface, sachant que les températures sont plus élevées en surface à cette période de la journée en raison des effets du rayonnement solaire).

On rappelle qu'il s'agit en effet de mesures réalisées à instant précis de la journée, en l'occurrence ici durant **le moment le plus chaud d'une journée caniculaire**.

A noter également que le rendu des images thermiques laisse apparaître des zones sans températures d'eau, en raison du traitement d'image réalisé afin de supprimer les zones terrestres, ponts, principaux herbiers aquatiques, îles ou bancs de graviers, zones qui ne correspondent pas à la masse d'eau.

### **Vue globale de la thermographie du 21 juillet 2022 à 16h**

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 183/230

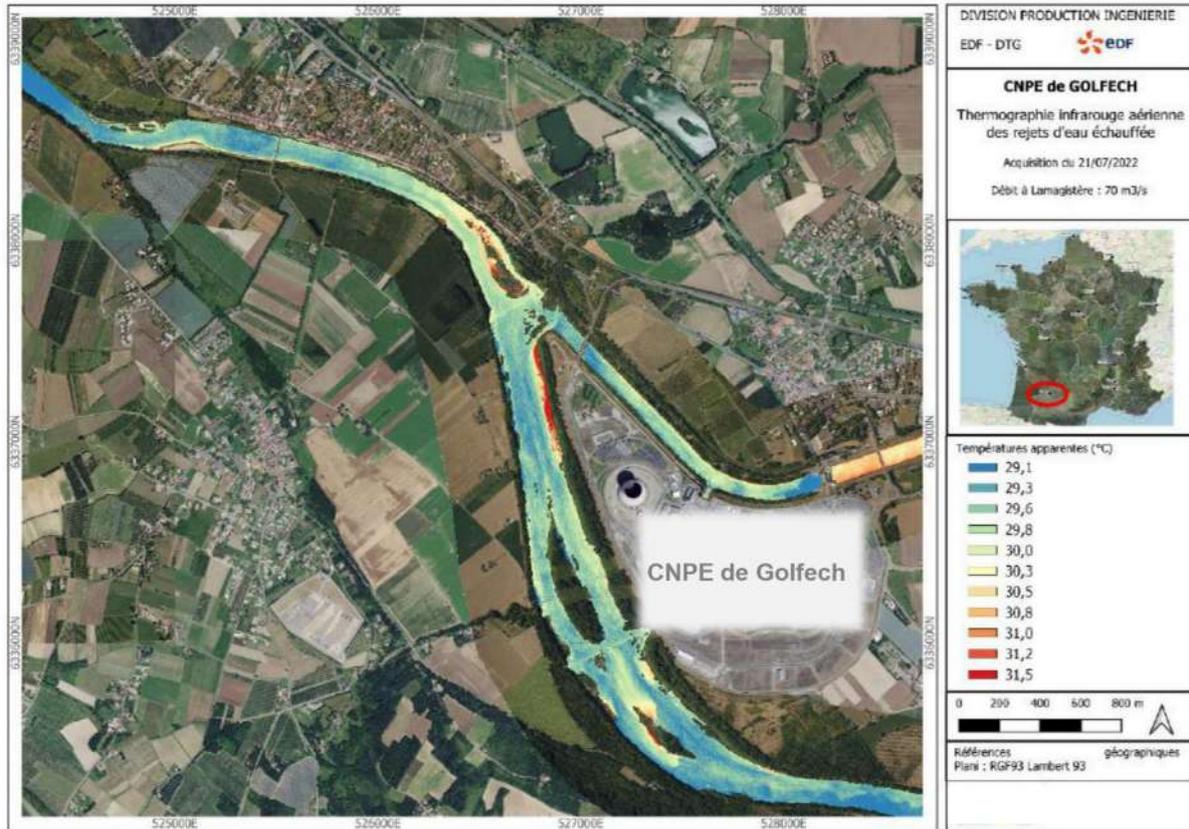


Figure 103 : Vue globale de la thermographie réalisée le 21/07/2022 à Golfech vers 16h

Sur l'emprise des mesures, la thermographie montre des températures d'eau en surface globalement similaires entre les 3 biefs (tronçon court circuité de la Garonne, canal de fuite en aval de l'usine de Golfech et Garonne en aval de la restitution), avec des températures de l'ordre de 29°C à 30°C. Des hétérogénéités naturelles sont visibles en surface en différentes zones (berges, îles, herbiers – voir Figure 104 ci-dessous le zoom sur le tronçon court-circuité). L'influence des rejets du CNPE est également visible : le panache thermique reste localisé et du même ordre de grandeur que certaines variations naturelles de températures d'eau en surface (voir Figure 105- zoom sur la zone de l'ouvrage de rejet). Enfin, la zone du canal usinier et du canal de fuite montre un contraste plus important en surface en raison de l'effet anthropique lié à la présence de l'usine de Golfech, dont l'effet retenue est visible en amont, avec des températures en aval proche de celles atteintes dans le tronçon court circuité (voir zoom sur canal de fuite Figure 104).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

**Zoom sur le tronçon court-circuité (TCC) de la Garonne, en amont de la restitution du canal de fuite**

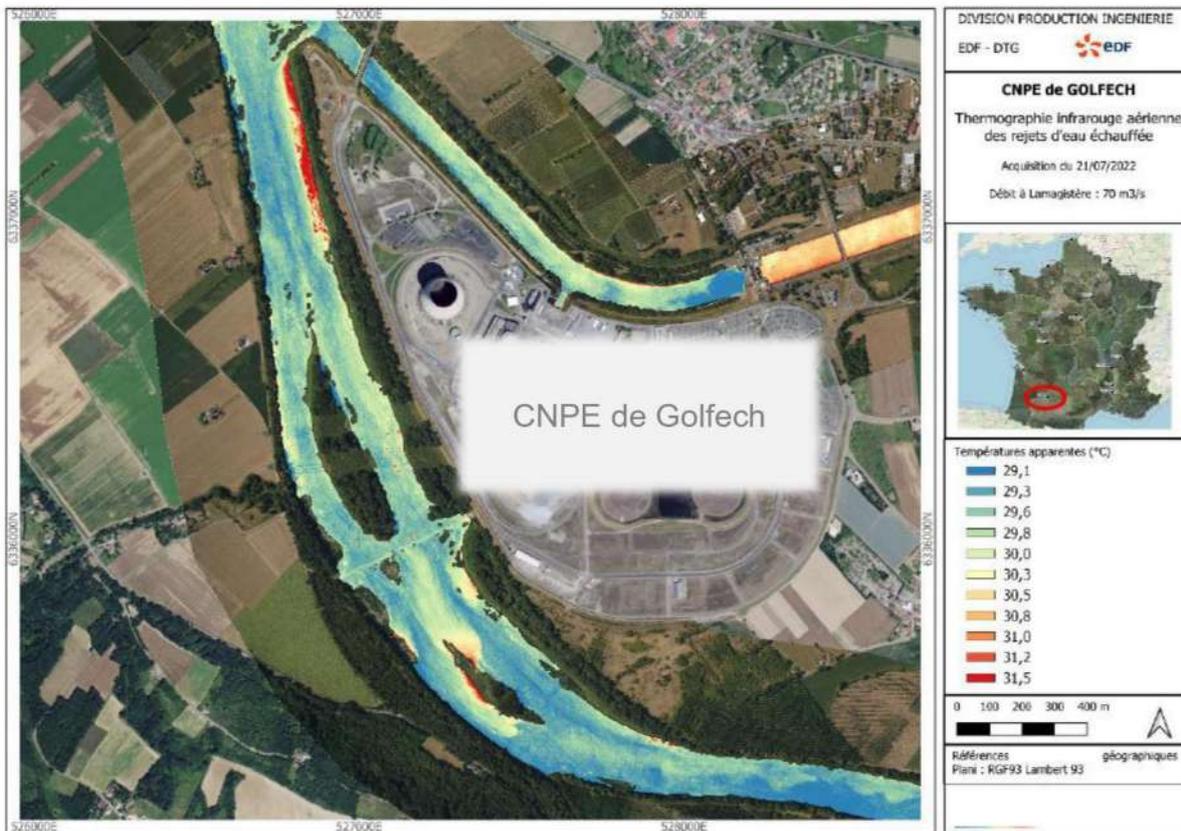


Figure 104 : Thermographie réalisée le 21/07/2022 à Golfech – zoom sur le tronçon court circuité et le canal de fuite

Cette zone aval du tronçon court circuité (TCC) présente une homogénéité générale des températures de surface de la Garonne avec des températures d'eau de l'ordre de 29°C à 30°C dans les zones d'eau courante, soit des variations sur le linéaire de l'ordre de 1°C. On observe par ailleurs une zone plus chaude en bord de rive droite du TCC au nord (proche de la restitution) qui s'explique par une présence marquée d'herbiers (élévation de la température de l'ordre de 1,5°C). On observe également une nappe d'eau plus chaude en surface dans le sillage de la première île, avec un échauffement de plus de 1°C par rapport aux températures de la Garonne le long de ce bief.

**Zoom sur le canal de fuite**

Dans le canal de fuite en aval de l'usine hydroélectrique de Golfech, la température de l'eau dans le canal est relativement homogène en surface et comprise entre 29°C et 30°C, comme dans le TCC. La température diminue légèrement à l'aval immédiat de l'usine de Golfech en passant un peu en dessous de 29°C (28,7°C). En amont de l'usine de Golfech la température de l'eau est plus élevée qu'en aval de l'usine, avec une différence de l'ordre de +1,6°C à +1,8°C par rapport à l'aval immédiat de l'usine. Cet écart s'explique par l'absence de fonctionnement de l'usine (pas de débit turbiné) et une masse d'eau stagnante (effet « retenue » avec une hauteur d'eau plus importante en amont de l'usine), générant un échauffement plus important en surface que dans les zones courantes de la Garonne de plus faibles hauteurs d'eau.

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 185/230</p>

**Zoom en aval de l'ouvrage de rejet**

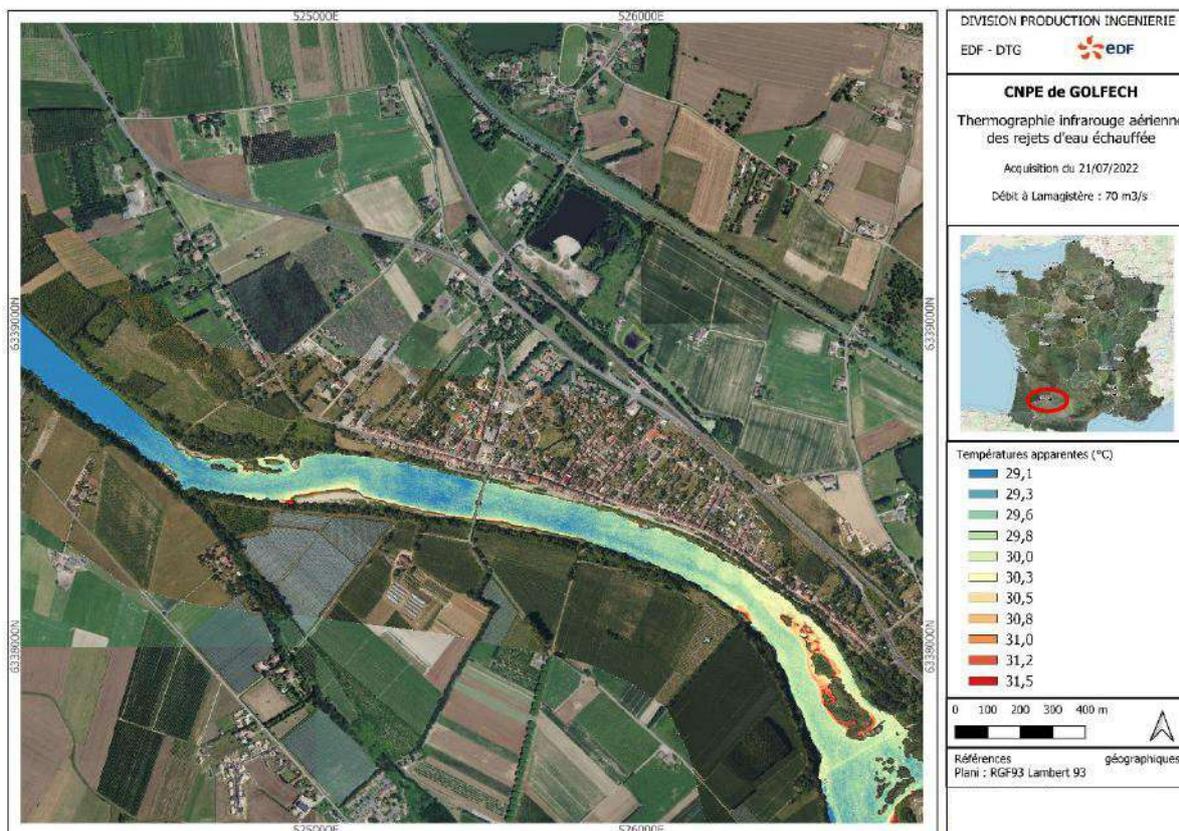


Figure 105 : Thermographie réalisée le 21/07/2022 à Golfech – zoom en aval de l'ouvrage de rejet

L'échauffement en surface de la masse d'eau lié au rejet du CNPE est observable sur l'image thermique : il est de l'ordre de 1,5°C dans une zone très localisée en aval immédiat des rejets. Cette influence thermique du rejet est visible sur moins d'un kilomètre à l'aval de l'ouvrage de rejet. Au-delà de quelques centaines de mètres, la masse d'eau retrouve en effet rapidement des températures d'eau en surface proches de celles non influencées par l'ouvrage de rejet et équivalentes à celles atteintes dans le tronçon court-circuité de la Garonne, comme présenté plus haut (cf. Figure 104).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 186/230

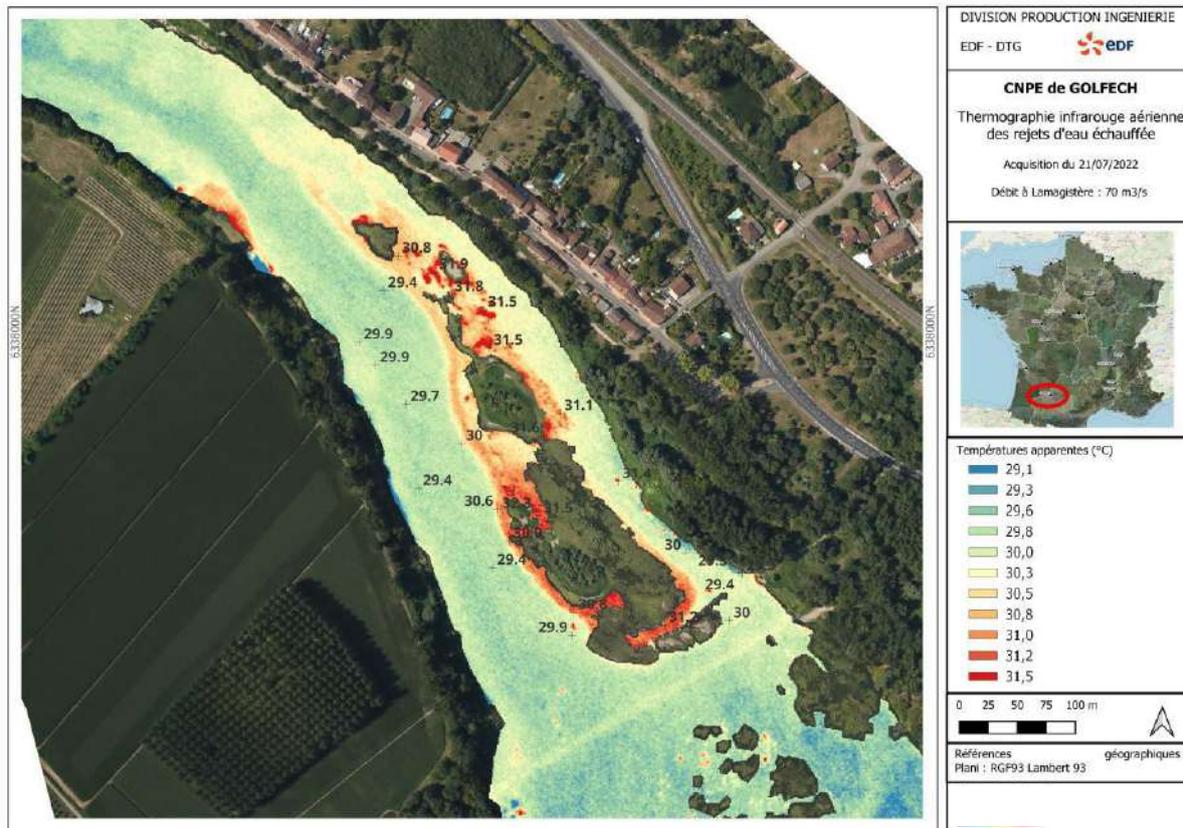


Figure 106 : Thermographie réalisée le 21/07/2022 à Golfech – zoom à proximité de l'ouvrage de rejet

Il est à noter la présence d'herbiers aquatiques immergés et denses dans la zone à l'aval immédiat de l'ouvrage de rejet du CNPE : les îlots et principaux herbiers ont été retirés des images thermiques car les valeurs de températures à ces endroits ne correspondent pas à celles de la surface de l'eau, comme le montre le zoom ci-dessus. Ces herbiers aquatiques très développés rendent par ailleurs difficile l'évaluation de l'échauffement maximal dans cette zone. Leur présence abondante modifie l'écoulement de la masse d'eau, en la ralentissant, influençant donc les températures de surface. Les résultats des mesures à la bouée « aval rejet » par rapport à la mesure à la station SMP rejet confirme ce phénomène, puisque les températures mesurées à la station rejet sont inférieures à celles mesurées à la bouée aval proche des rejets (voir Figure 106). Ces échauffements localisés sont par ailleurs similaires à ceux observés dans le TCC autour de certaines îles ou berges (voir Figure 104).

### Bilan du suivi thermique à Golfech

Les campagnes réalisées durant l'été 2022 confirment les données de suivi du panache thermique déjà disponibles lors de précédents étés. Même en conditions climatiques exceptionnelles (comme lors de la thermographie), l'échauffement généré par le fonctionnement du CNPE réduit très rapidement sur le premier kilomètre car la conduite multipores favorise une dilution rapide des rejets thermiques. Au-delà, la température de la Garonne redevient homogène, avec des températures proches de celles observées dans le tronçon court-circuité, les variations observées étant proches des variations naturelles observées entre les deux berges ou dans des zones de faibles profondeurs d'eau.

La caractérisation du panache thermique est donc identique à ce qui était déjà connu, malgré des températures globalement plus élevées en Garonne en raison de l'épisode caniculaire rencontré et d'une acquisition réalisée lors de la période la plus chaude de la journée.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Ces campagnes confirment donc qu'à côté de la veine d'eau échauffée, la Garonne présente une **hétérogénéité spatiale naturelle** des températures de la Garonne, notamment en raison de sa morphologie (largeur et profondeur du lit) qui, couplée avec des débits faibles en période d'étiage, favorise le réchauffement des veines d'eaux en bord de berge et d'îles. Ces hétérogénéités proviennent aussi du développement d'herbiers au niveau des zones peu profondes, qui en ralentissant les écoulements, favorisent un échauffement localisé des masses d'eau.

#### 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 la seconde meilleure classe d'aptitude pour la fonction « potentialités biologiques » du SEQ-Eau V1 est de 30 mg O<sub>2</sub>/L (la limite de meilleure classe d'aptitude est à 20 mg O<sub>2</sub>/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 classe d'état « bon » de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 6 mg O<sub>2</sub>/L (la limite de classe d'état « très bon » est de 3 mg O<sub>2</sub>/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 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. Elle est aussi prescrite en conditions climatiques normales, toutes les deux semaines.

Les résultats collectés sont présentés dans les Tableau 4-ppp et Tableau 4-qqq.

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

DCO (mg O <sub>2</sub> /L)		15/07	20-21/07	01/08 <sup>a</sup>	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	8,8	<5	*	5,8	7,8	*	*	*	*
	Seuil V	5,1	8	*	8	7,6	*	*	*	*
	SMP Amont	11	13	*	6,3	9,5	11	6,8	12	10
	Canal de Golfech	*	*	11	*	*	*	*	*	*
Station rejet	SMP Rejet	11	9,5	*	8,5	12	11	14	6,3	11
Stations Aval	Lamagistère	7,6	11	9	8,3	8,8	*	*	*	*
	SMP Aval	<10	10	*	<5	7,8	7,1	5,4	14	12
	Saint Nicolas de Balermé	7,3	7,6	9,7	13	9,7	*	*	*	*

\* Prélèvements non réalisés (non réglementaires)

<sup>a</sup> Prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 est supérieure à la valeur amont. 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.

Enfin, toutes les valeurs de DCO mesurées correspondent à la meilleure classe d'aptitude pour la fonction « potentialités biologiques » au regard du SEQ-Eau.

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

DBO5 (mg O <sub>2</sub> /L)		15/07	20-21/07	01/08 <sup>a</sup>	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations Amont	Saint-Aignan	2*	<2	**	<2	<2	**	**	**	**
	Seuil V	<2*	2	**	<2	<2	**	**	**	**
	SMP Amont	2	3	**	<2	2,5	<2	2,6	2,1	2,6
	Canal de Golfech	**	**	3,5	**	**	**	**	**	**
Station rejet	SMP Rejet	3	3	**	<2	2	<2	2,7	<2	<2
Stations Aval	Lamagistère	2*	<2	<2	<2	<2	**	**	**	**
	SMP Aval	3	3	**	<2	<2	<2	<2	2,7	3
	Saint Nicolas de Balerme	<2*	<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.

\*\* : prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

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

Par ailleurs, ces valeurs de DBO5 traduisent une eau en bon état, voire très bon état pour ce paramètre au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010.

#### 4.7.2.2. MES et ammonium

Les matières en suspension 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 la seconde meilleure classe d'aptitude du SEQ-Eau V1 pour la fonction « potentialités biologiques » est de 50 mg/L (la limite de la meilleure classe d'aptitude est à 25 mg/L).

La surveillance de ce paramètre est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence hebdomadaire. Elle est aussi prescrite par l'arrêté de rejet du CNPE, en conditions climatiques normales, tous les deux mois.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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. À titre d'information, et sans que ces valeurs ne soient applicables pour le suivi environnemental du CNPE, la limite de classe d'état « très bon » en ammonium de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié est de 0,5 mg/L (la limite de classe d'état « bon » 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.**

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 : SANDRE) :

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

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  $\mu g NH_3/L$ , et la valeur guide associée est de 5  $\mu g NH_3/L$ . Ce paramètre n'est pas pris en compte dans les évaluations du SEQ-Eau et de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié.

La surveillance de ce paramètre est demandée par l'arrêté de rejets du CNPE de Golfech en CCE et proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à fréquence hebdomadaire. Elle est aussi prescrite en conditions climatiques normales, tous les deux mois.

Les résultats sont présentés dans les Tableau 4-rrr à Tableau 4-ttt.

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

MES (mg/L)		15/07	20-21/07	01/08 <sup>a</sup>	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	9,3
	Seuil V	*	*	*	5,6	5,9	4,8	8,9	11	8,9
	Canal de Golfech	*	*	5,5	*	*	*	*	*	*
Stations Aval	Lamagistère	*	*	7,9	4,5	4,9	5,3	4,2	7,6	9,3
	Saint Nicolas de la Balermé	*	*	3,9	22	2,4	4	30	2,4	8

\* : prélèvements non réalisés (non-réglementaires).

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

Les concentrations mesurées en MES sont majoritairement du même ordre de grandeur entre les stations amont et aval sauf pour deux valeurs plus élevées observées à la station aval éloignée, les 8 et 23 août. Toutefois, à ces deux dates, la teneur en MES à la station aval proche est du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées à l'amont.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Les concentrations de 22 mg/L et 30 mg/L sont proches de la concentration moyenne observée à cette station sur la période 2011-2020 et correspondent à la seconde meilleure classe d'aptitude pour la fonction « potentialités biologiques » au sens du SEQ-Eau et est bien inférieure aux teneurs maximales observées sur l'ensemble des stations de surveillance sur cette même période (jusqu'à 356 mg/L). Aucune variabilité temporelle notable n'est observée.

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

Ammonium (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L)		15/07	20-21/07	01/08 <sup>a</sup>	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	**	<0,05	<0,05
	Seuil V	0,07*	<0,05	**	0,07	0,06	0,05	**	0,07	<0,05
	SMP Amont	0,25	0,38	**	0,08	0,09	0,12	0,06	0,05	<0,05
	Canal de Golfech	**	**	0,35	**	**	**	**	**	**
Station rejet	SMP Rejet	0,10	0,11	**	<0,05	<0,05	0,07	0,09	0,10	0,06
Stations Aval	Lamagistère	0,09*	<0,05	0,14	0,08	0,08	0,08	**	0,07	<0,05
	SMP Aval	0,3	<0,05	**	0,07	0,10	0,11	0,07	0,09	0,06
	Saint Nicolas de la Balerme	<0,05*	<0,05	0,13	<0,05	<0,05	0,05	**	0,08	<0,05

\* 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.

\*\* prélèvements non-réalisés (non-réglementaires).

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

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, toujours inférieures à 0,5 mg/L. 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 4-ttt.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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

Ammoniac non ionisé (µg NH <sub>3</sub> /L)		15/07	20-21/07	01/08 <sup>a</sup>	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	**	2,2	<2,3
	Seuil V	0,92*	<0,43	**	0,73	1,6	0,63	**	3,1	<2,3
	SMP Amont	3,3	4,3	**	0,83	2,4	1,5	1,1	2,2	<2,3
	Canal de Golfech	**	**	4,3	**	**	**	**	**	**
Station rejet	SMP Rejet	3,2	2,9	**	<3,3	<3,7	4,7	4,7	15	7,1
Stations Aval	Lamagistère	2,9*	<1,0	4,2	1,6	1,6	1,9	**	0,98	<0,70
	SMP Aval	9,7	<1,7	**	1,4	2,0	2,1	0,96	1,3	0,84
	Saint Nicolas de la Balerne	1,6*	<0,80	3,1	<0,99	<0,79	0,96	**	1,1	<0,70

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)

\*\* : prélèvements non réalisés (non-réglementaires).

<sup>a</sup> : prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

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 µg/L) est supérieure à la concentration à l'amont et au rejet (3,3 et 3,2 µg/L respectivement). Cette différence n'est pas retrouvée dans les campagnes suivantes et présente donc un caractère ponctuel. Les concentrations au rejet pour les campagnes allant du 16/08 au 07/09 (de 4,7 à 15 µg/L) sont supérieures aux concentrations amont (entre 0,63 et 3,1 µg/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.

De plus, pour l'ensemble des valeurs calculées, les concentrations en ammoniac non ionisé sont inférieures à la valeur impérative de 25 µg/L de l'article D211-10 du Code de l'environnement. Ces résultats démontrent l'absence de dégradation de la qualité d'eau pour la vie piscicole pendant la période de canicule.

#### 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<sup>36</sup>.

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 107 représente les moyennes journalières en oxygène dissous aux SMP amont et aval.

<sup>36</sup> 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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 192/230

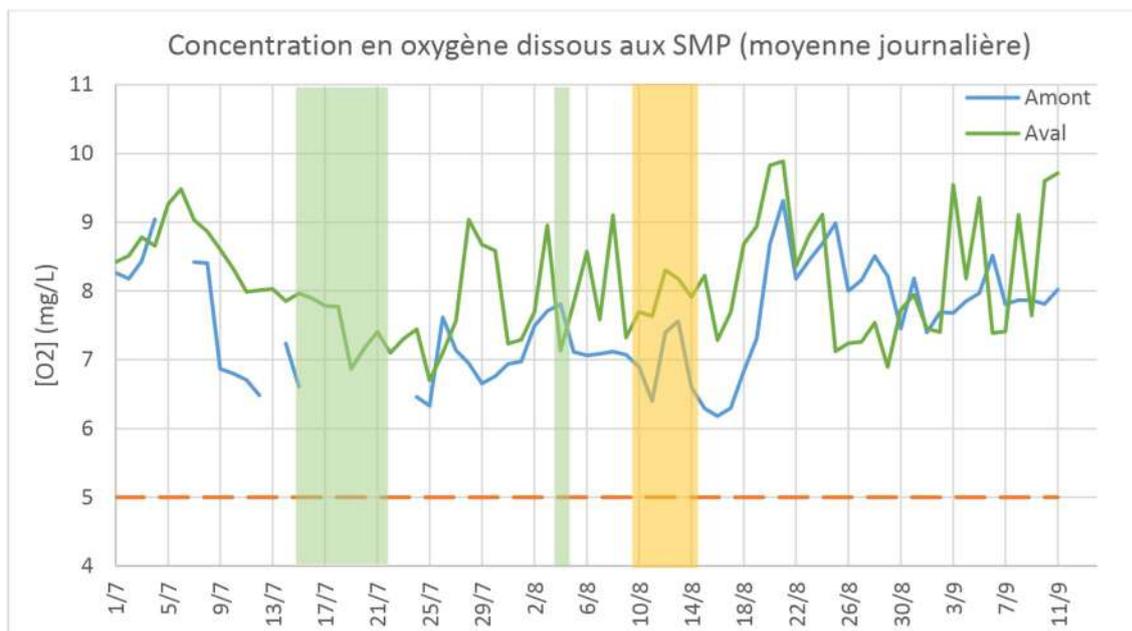


Figure 107 : moyenne journalière des concentrations en oxygène dissous aux SMP amont et aval du CNPE de Golfech. La ligne pointillée orange représente la valeur de 5 mg/L (seuil d'information de l'OFB). Les concentrations mesurées en amont du CNPE les 5, 6, 13 et du 16 au 23 juillet ne sont pas valides 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.

#### 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 108 représente les valeurs de pH en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 193/230

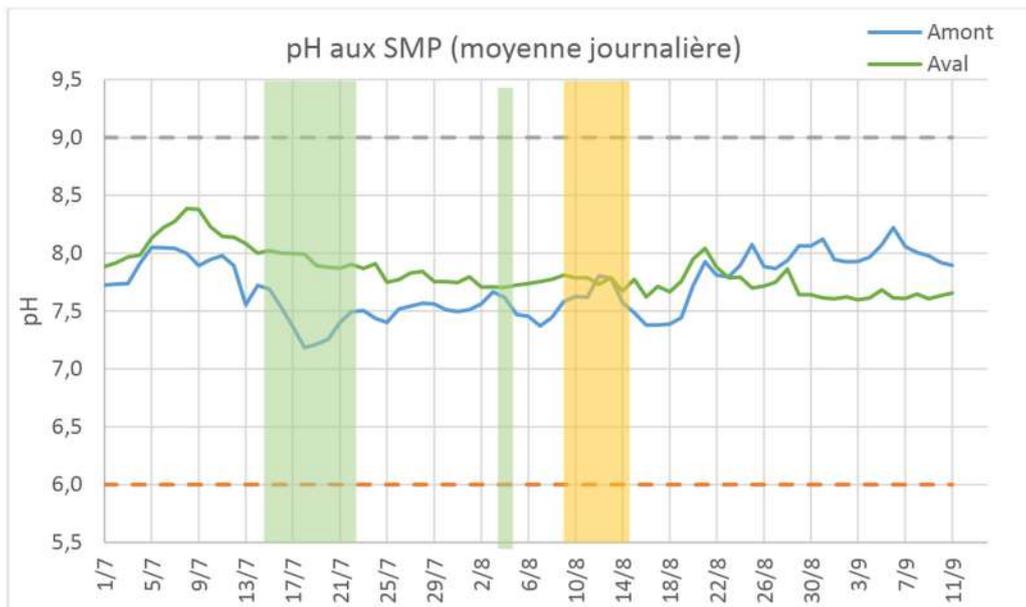


Figure 108 : pH moyen journalier mesuré aux SMP amont et aval du CNPE de Golfech. Les pointillés représentent, à titre d'information, les limites de classe « bon état » pour le pH minimal et maximal.

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 109 représente les valeurs de conductivité en moyenne journalière à ces deux stations.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 194/230

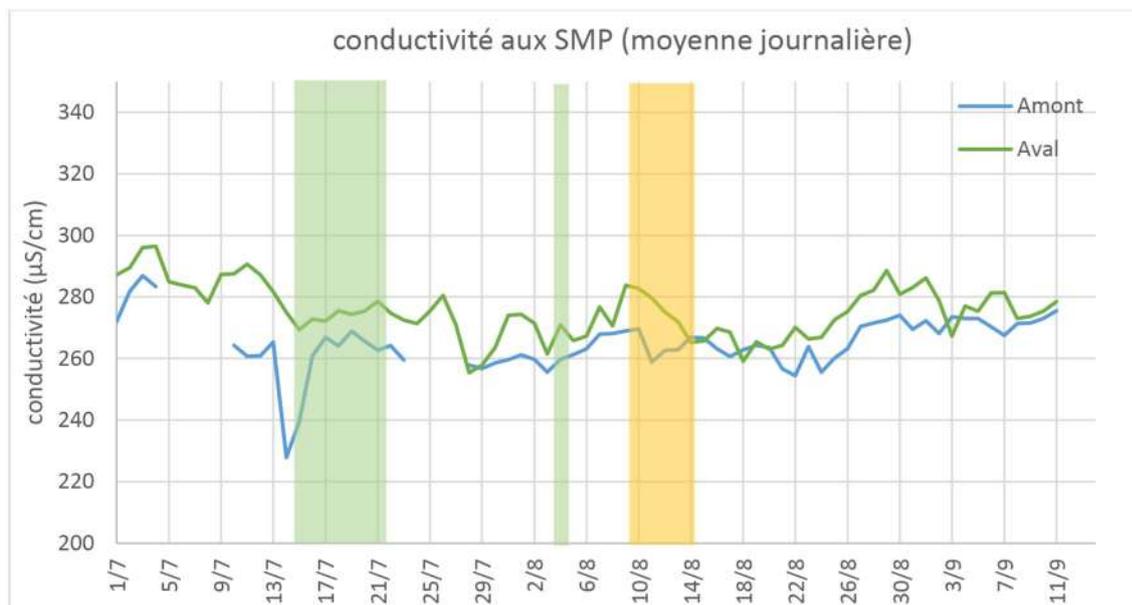


Figure 109 : conductivité de l'eau en moyenne journalière aux stations SMP amont et aval du CNPE de Golfech pendant l'été 2022. Les concentrations mesurées en amont du CNPE les 5 au 9 et du 24 au 27 juillet ne sont pas valides en raison de problèmes techniques sur la sonde de mesure de conductivité.

La conductivité est restée stable sur toute la période entre 250 et 300  $\mu\text{S/cm}$ , en dehors des mesures amont des 14 et 15 juillet (230-240  $\mu\text{S/cm}$ ). 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  $\mu\text{S/cm}$  en moyenne). Cette différence est inférieure à l'amplitude des variations naturelles de la conductivité sur la période étudiée (environ 50  $\mu\text{S/cm}$ ).

#### 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, DCO, DBO5, 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 :

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

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 sont présentés dans le Tableau 4-uuu.

Tableau 4-uuu : 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	07/09
Amont	Saint Aignan	<15*	15	15	15	46	15	110	<15
	Seuil V	15*	15	< 15	15	15	15	15	46
Aval	Lamagistère	30*	61	61	<15	30	15	<15	<15
	Saint Nicolas de la Balerne	<15*	<15	15	<15	<15	15	15	46

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

\* en raison de la fermeture du laboratoire d'analyse, le délai 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).

#### 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 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. 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), à fréquence hebdomadaire. Les résultats obtenus par les mesures en amont et en aval du CNPE pendant l'été 2022 sont présentés dans le Tableau 4-vvv.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-*vvv* : 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 (canal de fuite)	<2	-	<2	-	-	-	-	2
Aval (Lamagistère)	<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 et une mesure des cyanotoxines en cas de Situation Exceptionnelle est fixé à 20 000 cellules/mL.

La surveillance spécifique des cyanobactéries est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II. De plus, la surveillance du phytoplancton (proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II) permet aussi d'obtenir des données sur les cyanobactéries. L'ensemble de ces résultats sont présentés dans le Tableau 4-*www*.

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

Cyanobactéries (cell./mL)	11/08 <sup>*a</sup>	23/08 <sup>a</sup>	07/09 <sup>a</sup>
Saint-Aignan (amont)	335	<LQ	<LQ
Saint-Nicolas de la Balerme (aval)	381	3104	251

\* Le 11/08 deux prélèvements ont été réalisés aux mêmes stations et analysés par deux laboratoires différents avec des méthodes différentes. Une première analyse est dédiée à la quantification de cyanobactéries, donnant un résultat en quelques jours. Le second prélèvement, dédié à l'analyse qualitative et quantitative du phytoplancton dans son ensemble, dont les résultats sont disponibles plusieurs semaines après prélèvement. Le résultat le plus pénalisant a été retenu pour cette analyse.

<sup>a</sup> : résultat issu du suivi du phytoplancton.

La station aval est plus favorable à la présence de cyanobactéries, en raison de sa situation à l'aval de la retenue de Malause, dont l'hydrologie est favorable de développement de ces espèces. Les concentrations en cyanobactéries mesurées à l'amont et à l'aval sont toutefois restées faibles (<20 000 cellules/mL, seuil d'information de l'OFB). Ces 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.

#### 4.7.3.4. 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 de Golfech sur ces paramètres microbiologiques pendant l'été 2022.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 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.

##### 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-xxx.

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

Chlorophylle a (µg/L)		15/07	20-21/07	01/08 <sup>a</sup>	08/08	11/08	16/08	23/08	30/08	07/09
Stations amont	Saint-Aignan	*	*	*	2	4	<1	12	3	2
	Seuil V	*	*	*	4	5	7	5	8	10
	Canal de Golfech	*	*	16	*	*	*	*	*	*
Stations aval	Lamagistère	*	*	5	4	6	6	15	11	12
	Saint Nicolas de Balermé	*	*	4	8	3	3	14	8	5

\* : prélèvements non-réalisés (non-réglementaires)

<sup>a</sup> prélèvement réalisé au titre de la surveillance applicable en CCN

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 aussi bien à l'amont qu'à l'aval le 01/08 (Canal de Golfech), le 23/08 (à Saint-Aignan, Lamagistère et Saint Nicolas) et le 07/09 (au seuil V et à Lamagistère) ne permettant pas de mettre en cause le fonctionnement du CNPE, mais plus probablement la période caniculaire en elle-même. Les valeurs élevées du 23/08 sont cohérentes avec les résultats de dénombrement phytoplanctonique (cf. §4.7.4.1.2) : les concentrations en phytoplancton sont maximales le 23/08 (par rapport au 11/08 et au 07/09).

Les résultats obtenus en novembre (campagnes de surveillance pérenne du CNPE) montrent des concentrations de 3 à 4 µg/L aux stations du suivi pérenne (Canal de Golfech, Lamagistère, Saint-Nicolas de la Balermé).

##### 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. Un individu peut être unicellulaire ou composé d'une multitude de cellules (colonies ou filaments). C'est pourquoi, la **densité algale** (nombre d'individus phytoplanctoniques dans un volume d'eau) et la **densité cellulaire** (nombre de cellules dans un volume d'eau) sont analysées. La **biomasse algale** totale est exprimée en mg/L (ou mm<sup>3</sup>/L) et est calculée à partir de la somme des biovolumes de chaque taxon. Ce biovolume est évalué à l'aide de formules géométriques appropriées correspondant à la taille et à la forme des cellules considérées.

Des campagnes de mesure ont été réalisées les 11 et 23 août ainsi que le 7 septembre, à Saint Aignan et à Saint-Nicolas de la Balermé dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.7.4.1.2.1. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique exprime le nombre de taxons identifiés dans l'échantillon, quel que soit le niveau d'identification atteint (classe, genre, espèce). Ces valeurs sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-yyy : Richesse taxonomique du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech

Date	Station	11/08	23/08	07/09
Richesse taxonomique (nb. de taxons)	Amont	34	24	33
	Aval	57	70	54

La richesse taxonomique est plus élevée à l'aval qu'à l'amont lors des 3 campagnes de prélèvement. L'écart maximal entre les deux stations est rencontré le 23/08 (+46 taxons à l'aval). La richesse diminue à l'amont lors de la campagne du 23/08 pour revenir à une valeur équivalente le 07/09. A l'inverse, à l'aval la richesse augmente le 23/08, et revient le 07/09 également à une valeur équivalente au 11/08.

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent la répartition des taxons identifiés au sein des différents groupes algaux.

Tableau 4-zzz : Richesse taxonomique du phytoplancton par groupe algal à Golfech

Station	Saint-Aignan (amont)			Saint-Nicolas (aval)		
	11/08/22	23/08/22	07/09/22	11/08/22	23/08/22	07/09/22
Date de prélèvement						
Bacillariophyta	11	10	13	15	18	13
Charophyta	1	1	1		1	
Chlorophyta	13	5	13	28	28	29
Cryptophyta	2	2	1	2	3	6
Cyanobacteria	3			6	9	2
Euglenozoa				1	1	
Haptophyta					1	
Miozoa		1	1	2	2	
Ochrophyta	4	5	4	3	7	4
<b>Nombre de taxons</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>33</b>	<b>57</b>	<b>70</b>	<b>54</b>

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

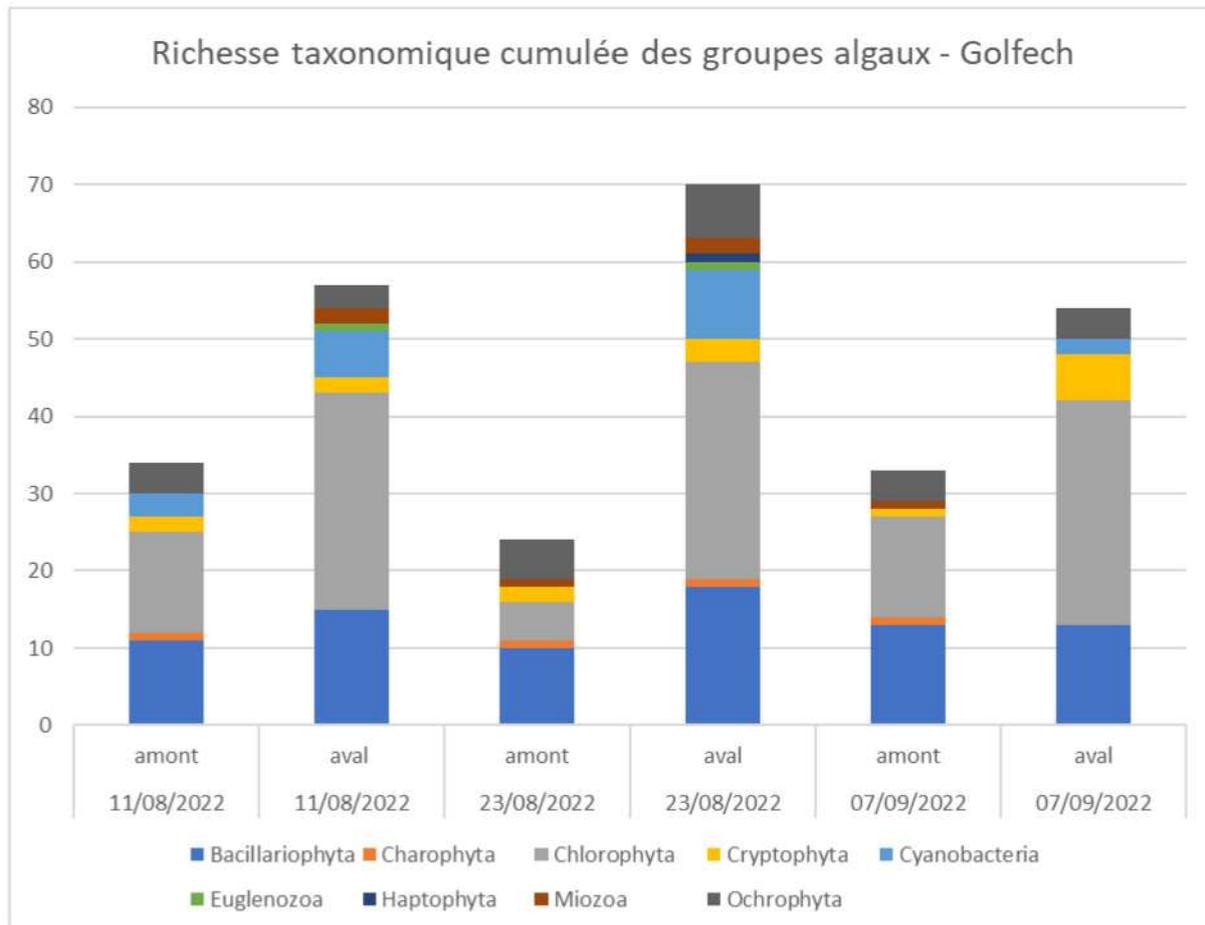


Figure 110 : Richesse taxonomique du phytoplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech

A **Saint-Aignan** (amont de Golfech), la richesse taxonomique du phytoplancton varie entre 24 (le 23 août) et 34 taxons (le 11 août). Les Chlorophytes (algues vertes) et les Bacillariophytes (diatomées) sont les plus diversifiées.

A **Saint-Nicolas de la Balerne** (aval de Golfech), la richesse taxonomique est nettement plus élevée ; elle est comprise entre 54 (le 7 septembre) et 70 taxons (le 23 août). Comme sur la station amont, ce sont les Chlorophytes et les diatomées qui sont les plus diversifiées. Sur ce site, les cyanobactéries sont également bien représentées (9 taxons observés le 23 août).

Les Ochrophytes sont présentes sur les deux sites (3 à 7 taxons). Ce groupe renferme notamment les Chrysophycées qui, d'une manière générale, sont indicatrices d'eaux peu chargées en nutriments.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 200/230

#### 4.7.4.1.2.2. Densité

La répartition de la densité cellulaire par taxon est présentée dans le graphique ci-dessous.

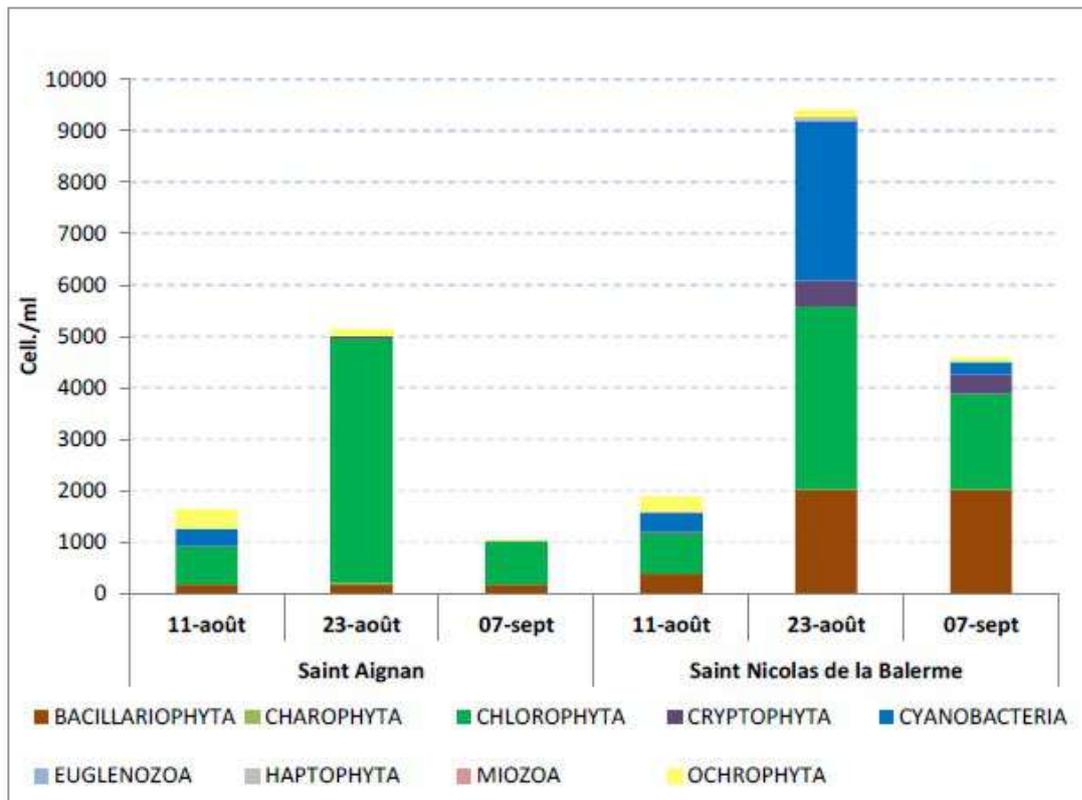


Figure 111 : évolution de la densité cellulaire du phytoplancton à Golfech

Aux deux stations la densité cellulaire suit le même profil au cours de l'été, elle augmente entre le 11 et le 23 août et diminue ensuite à la campagne de septembre.

Les densités phytoplanctoniques sont plus élevées à Saint-Nicolas de Balerne (station aval) qu'à Saint-Aignan (station amont).

A **Saint-Aignan**, ce sont les chlorophytes (algues vertes) qui dominent numériquement le peuplement. Elles représentent 45% de l'abondance totale le 11/08. Leur proportion augmente et dépasse les 80% lors des deux derniers prélèvements. Plus particulièrement, l'algue appartenant au genre *Chlorella* (cf. *vulgaris*) domine aux trois dates de prélèvements. Il s'agit d'un taxon qui se rencontre fréquemment dans les eaux peu à moyennement polluées (John et al., 2002<sup>37</sup>). Cette algue est responsable de la valeur élevée observée le 23/08 ; elle représente à elle seule, 82% des effectifs totaux (ce qui explique la faible richesse taxonomique à cette date).

<sup>37</sup> John D., Whitton B., & Brook A., 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 702 pp.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 201/230

A **Saint-Nicolas de Balerne**, sur les trois campagnes, les Chlorophytes représentent environ 40% de l'abondance totale. Elles dominent sur les deux prélèvements du mois d'août avec *Desmodesmus grahneisii*, *Monactinus simplex*, *Actinastrum hantzschii*, ... Ces espèces multicellulaires se rencontrent généralement dans les eaux plutôt riches en nutriments. Elles sont accompagnées de cyanobactéries qui se sont développées le 23/08 et représentent alors 33% de l'abondance phytoplanctonique. Neuf taxons de cyanobactéries sont recensés, notamment *Pseudanabaena*, *Dolichospermum*, *Cuspidothrix*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*,...

#### 4.7.4.1.2.3. Biovolumes cellulaires (ou biomasse)

La répartition des biovolumes cellulaires par taxon est présentée dans le graphique ci-dessous.

Les biovolumes cellulaires sont davantage représentatifs de la biomasse algale, puisqu'ils tiennent compte de la taille des algues. A titre d'exemple, une euglène (*Euglena sp.*) est bien plus grosse qu'une cellule de *Chlorella sp.*

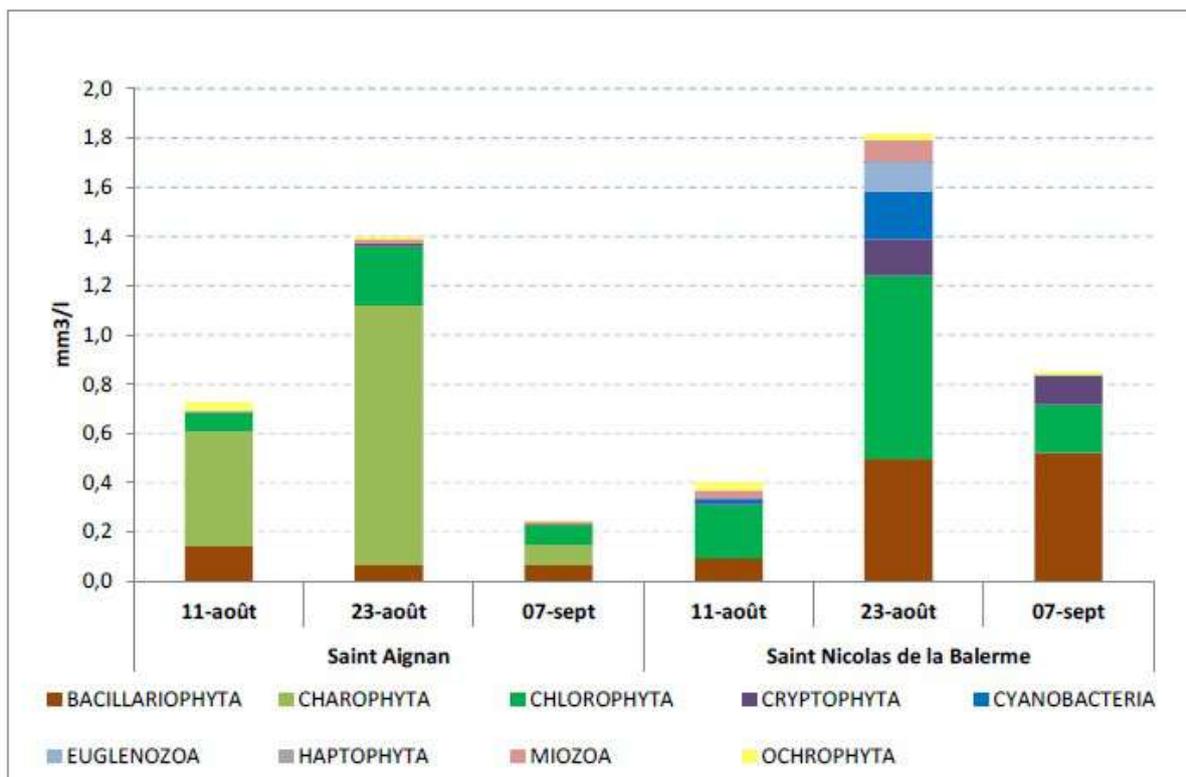


Figure 112 : évolution des biovolumes cellulaires du phytoplancton à Golfech

A **Saint-Aignan**, le biovolume (ou biomasse) est très faible. De 0,73 mg/l le 11/08, la biomasse augmente le 23/08 pour atteindre la valeur maximale de 1,40 mg/l ; le peuplement diminue ensuite à 0,24 mg/l le 7/09.

Quelques individus de grande taille appartenant au genre *Spirogyra* dominent la biomasse. Cette algue verte du groupe des Charophytes contribue à 75% de la biomasse totale le 23/08 (contre 0,5 % des effectifs seulement). *Spirogyra* se rencontre en milieu lentique. La gamme de trophie est assez large selon les espèces, de méso- à eutrophe.

En raison de la petite taille des cellules, *Chlorella* (qui domine les effectifs) ne représente que 13% de la biomasse le 23/08.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 202/230

A **Saint-Nicolas de la Balerne**, la biomasse phytoplanctonique est globalement plus élevée que sur le site amont (Saint-Aignan). Ce résultat est cohérent avec les données de suivi de la chlorophylle-a. De 0,40 mg/l le 11/08, la biomasse augmente le 23/08, date à laquelle la valeur maximale de 1,82 mg/l est estimée. Elle baisse le 7/09 à 0,85 mg/l.

Les Chlorophytes dominent la biomasse sur les deux prélèvements d'août, avec *Monactinus simplex* notamment, le 11/08 et *Pandorina morum*, le 23/08. Ces espèces pluricellulaires sont communes des milieux lenticques riches en nutriments (John et al., 2003)<sup>37</sup>.

Bien qu'abondantes le 23/08, les cyanobactéries ont un impact limité sur la biomasse. Elles ne représentent que 0,2 mg/l (ce qui est très faible).

#### 4.7.4.1.2.4. Diatomées du phytoplancton

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles sont essentiellement comprises dans le phytobenthos et peuvent se retrouver dans la colonne d'eau sous l'effet du courant. La surveillance du phytoplancton est proposée par EDF dans le dossier art. R593-40-II à raison de 2 campagnes par mois.

Des campagnes de mesure ont été réalisées à Saint-Aignan et à Saint-Nicolas de Balerne dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-aaaa : Richesse des diatomées phytoplanctoniques à Golfech

Richesse	11/08	23/08	07/09
Saint Aignan (amont)	42	42	39
Saint Nicolas (aval)	49	43	48

Les richesses observées sont élevées sur les stations suivies et pour la totalité des prélèvements.

La majorité des taxons inventoriés dans les six échantillons sont des diatomées benthiques. Cependant, parmi elles on observe également des formes préférentiellement planctoniques comme les Centropheciidées qui se développent préférentiellement dans des zones lenticques ou des plans d'eau. Ces dernières sont plus abondantes à la station de Saint-Nicolas de la Balerne. Ces observations montrent que les diatomées inventoriées sont très certainement issues de la dérive provenant du benthos ou de zones lenticques et de plans d'eau, à l'amont des stations : présences de seuils, canaux et de la retenue de Malause pour la station St-Nicolas.

A **Saint-Aignan** les diatomées dominantes sont identiques à celles du benthos, ainsi on observe *Navicula recens*, aussi présente parmi les taxons les plus abondants du benthos (cf. §4.7.5). Cette espèce commune en Europe est observée principalement dans les grands cours d'eau, à conductivité élevée, voire saumâtres et à forte teneur en nutriments. Elle tolère les eaux jusqu'à moyennement chargées en matière organique. Elle est associée à *Cocconeis euglypta*, très fréquente dans les eaux aux substrats de type sédimentaire. Cette diatomée affectionne la présence de minéraux et de nutriments et à la faculté de coloniser rapidement les substrats laissés vacants, à la suite d'évènements hydrologiques par exemple. On observe également dans les cortèges dominants, *Navicula rostellata*, qui tolère des niveaux élevés de matières organiques.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 203/230

A **Saint-Nicolas de la Balerne**, l'espèce la plus abondante est *Discostella pseudostelligera*. Cette espèce est assez ubiquiste, principalement en zone tempérée et est généralement absente des eaux très courantes. Elle tolère un large spectre de niveaux trophiques mais a une préférence pour les eaux eutrophes. Parmi les Centrophycidées, on observe également *Discostella stelligera sensu lato*, plus polluo-sensible que la précédente, elle affectionne les milieux proches de la neutralité et peu minéralisés dans les plans d'eau plutôt mésotrophes, ainsi que *Aulacoseira granulata*. Cette forme peut supporter des teneurs élevées en nutriments et est rencontrée dans des environnements mésotrophes à fortement eutrophes. Elle est particulièrement fréquente dans les cours d'eau de plaine.

Enfin, *Diademsis confervacea* est dominant à la station, le 23 août. Ce taxon forme de longues chaînes, dans des milieux à faible courant et à température généralement supérieure à 19°C, présentant des taux élevés en matière organique et en nutriments. Il est un indicateur de réchauffement des eaux en zones tempérées.

L'analyse des peuplements de diatomées, prélevées dans le phytoplancton au niveau des deux stations le plus en amont (Saint-Aignan), et le plus en aval (Saint-Nicolas de la Balerne), nous montre qu'ils sont, par station, assez similaires, et composés des espèces aussi observées dans le benthos (cf. §4.7.5) et de formes planctoniques provenant des zones lenticques en amont de la centrale. La majorité de ces diatomées ont une écologie assez semblable, tolérant modérément la matière organique et eutrophes.

#### 4.7.4.1.3. **Conclusion sur le phytoplancton**

La concentration en chlorophylle, la richesse taxonomique, les densités et les biovolumes phytoplanctoniques sont plus élevés à l'aval qu'à l'amont du CNPE de Golfech. La concentration en chlorophylle, les densités et les biovolumes maximum ont été atteints après la mi-août (23/08), avant de redescendre en septembre. A plus long terme, la concentration en chlorophylle-a présentait des valeurs habituelles et comparable entre l'amont et l'aval en novembre.

Les espèces phytoplanctoniques (y compris les diatomées planctoniques) détectées sont indicatrices d'un milieu mésotrophe à eutrophe et relativement riche en matières organiques aussi bien à l'amont qu'à l'aval du CNPE. Des espèces caractéristiques des milieux lenticques sont recensées, notamment à la station aval. Ces résultats pourraient être liées à des différences importantes entre les secteurs étudiés : confluence avec le Tarn, retenue de Malausse, etc.

**Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence d'impact durable du fonctionnement du CNPE de Golfech pendant la période de canicule sur le phytoplancton.**

#### 4.7.4.2. **Zooplancton**

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale, sans capacité natatoire notable, et vivant généralement 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 les 11 et 23 août, ainsi que le 7 septembre.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.7.4.2.1. **Richesse taxonomique**

La richesse taxonomique observée lors du suivi est présentée dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 4-bbbb : métriques de diversité du zooplancton à Golfech

Métrique	Station	11/08	23/08	07/09
Richesse taxonomique (nb. taxons)	Amont	14	11	10
	Aval	18	18	12
Indice de Shannon (diversité, bits./ind.)	Amont	3,3	1,73	2,72
	Aval	3,16	3,33	2,83
Équitabilité	Amont	0,87	0,5	0,82
	Aval	0,76	0,8	0,77

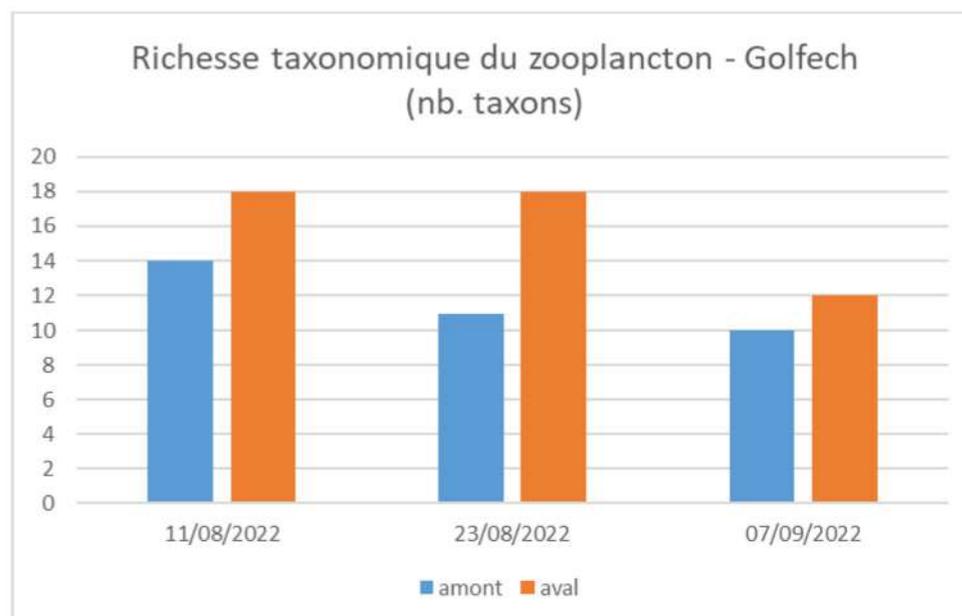


Figure 113 : Richesse taxonomique du zooplancton à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech

La richesse taxonomique est plus importante à l'aval du CNPE de Golfech, quelle que soit la campagne considérée. Le peuplement zooplanctonique identifié est essentiellement composé de rotifères. Au total 20 taxons (genre ou espèce) ont été déterminés sur les deux stations suivies au cours des trois dates de prélèvement.

Les cladocères et les copépodes sont présents avec 4 espèces de cladocères et probablement deux types de copépodes non déterminables à l'espèce (individus trop petits et/ou trop dégradés).

Les indices de Shannon traduisent un peuplement relativement bien diversifié (> 3 bits/ind) et une bonne répartition des individus au sein des différents taxons (équitabilité autour de 0,80), en particulier pour les relevés de la première campagne ainsi que pour ceux concernant la station aval (Saint-Nicolas de la Balermes) en date du 28/08. Les autres valeurs sont proches de 3 à l'exception de celle à l'amont (Saint-Aignan) lors des prélèvements du 28/08, pour lequel le peuplement zooplanctonique est ponctuellement peu diversifié car la répartition des taxons est moins équilibrée (dominance d'une minorité de taxons sur le peuplement).

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 205/230

#### 4.7.4.2.2. **Densité zooplanctonique**

La densité zooplanctonique est présentée dans la figure ci-dessous.

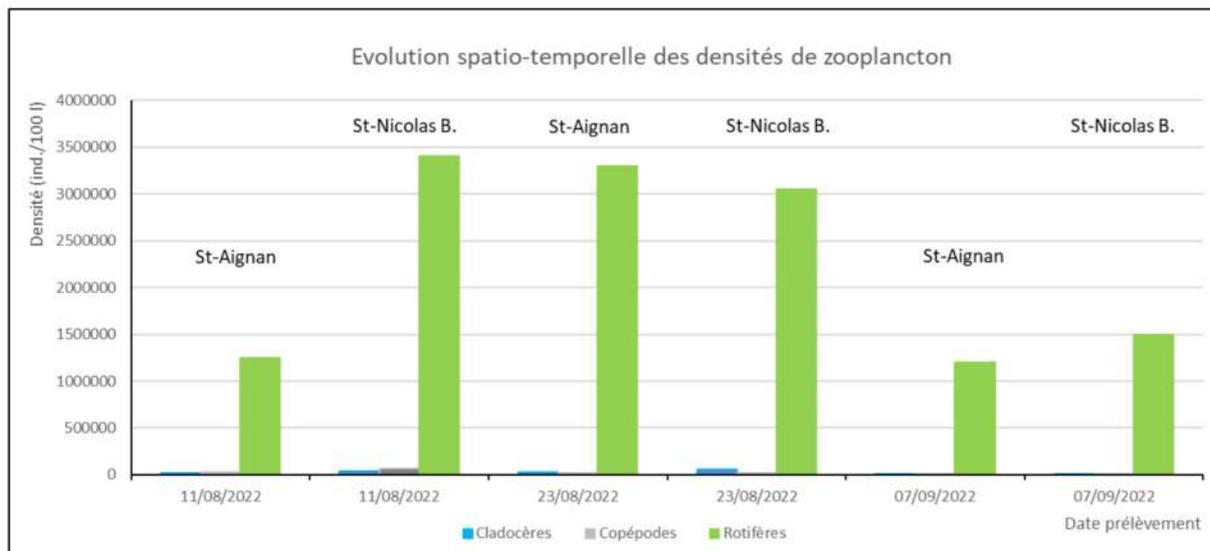


Figure 114 : Densité de zooplancton (ind./100L) à l'amont et à l'aval du CNPE de Golfech

Les densités des rotifères (cf. Figure 114) oscillent entre 1,2 million d'individus pour 100 litres et 3,4 millions d'ind./100 L. Celles des cladocères sont très inférieures et varient entre 5 000 et 55 000 ind./100 L. Les densités des copépodes se situent elles, entre 10 000 et 65 000 ind./l. sur cette période d'observation. Les densités observées sont de l'ordre de celles déjà notées sur des grandes rivières et fleuves (Garonne, Loire) lors de précédents suivis ponctuels.

Alors que les densités sont très supérieures sur la station aval (St-Nicolas de la Balerm) lors du 1<sup>er</sup> relevé du 11 août, elles montrent des valeurs plus proches lors des deux autres campagnes effectuées le 28 août et le 7 septembre. Il semblerait que le peuplement ait connu un essor plus marqué à l'aval lors du début du mois d'août ; les densités diminuent ensuite assez nettement en septembre et aucune différence notable entre l'amont et l'aval n'est alors observée.

#### 4.7.4.2.3. **Composition du peuplement**

Les rotifères sont numériquement dominés sur les deux stations par le genre *Keratella sp.* (4 espèces identifiées). Suivent les genres *Cephalodella sp.* sur la station de Saint-Aignan alors que *Brachyonus calyciflorus* et *Ascomorpha ovalis* complète les taxons dominants pour la station de Saint-Nicolas de la Balerm.

Chez les cladocères, ce sont les Chydoridae et le genre *Alona sp.* qui dominent le peuplement. Enfin, pour les copépodes ce sont les stades naupliens et copépodites (juvéniles) qui représente l'essentiel de ce groupe ; les adultes sont très peu présents et les deux genres probables (*Cyclops sp.* et *Acanthocyclops sp.*) n'ont pas pu être déterminés avec certitude.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

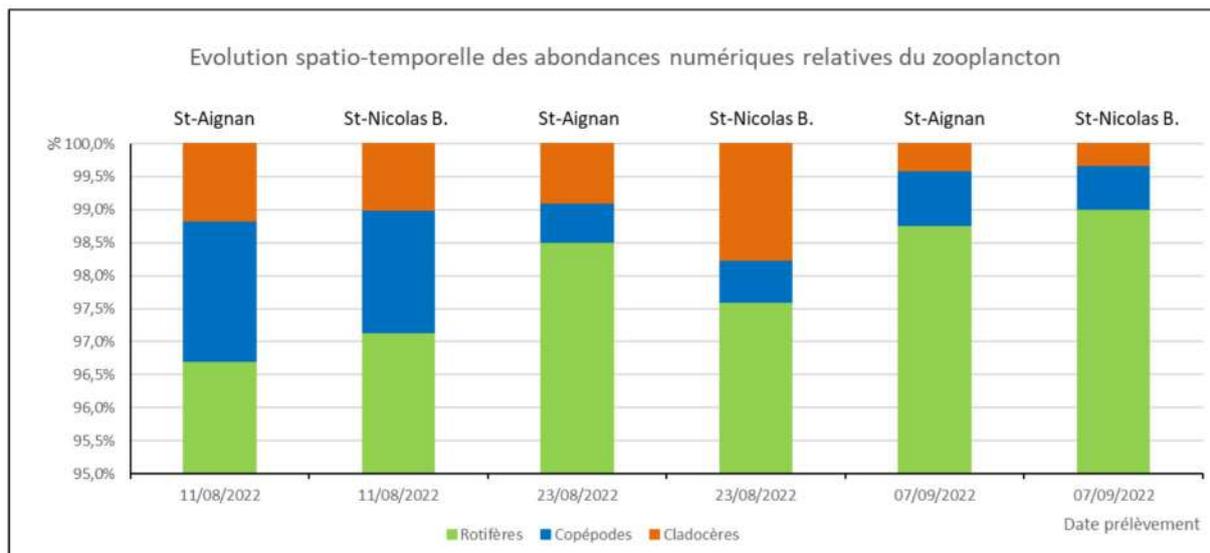


Figure 115 : évolution des abondances relatives des 3 principaux groupes zooplanctoniques à Golfech. L'axe vertical commence à 95% pour mieux illustrer les proportions relatives de cladocères et copépodes.

Sur le plan des abondances numériques relatives (cf. Figure 115), les rotifères représentent entre 97 et 99% de l'abondance totale zooplanctonique. Ce groupe est très souvent dominant numériquement dans les cours d'eau, milieux où les cladocères et les copépodes (organismes préférant les milieux stagnants) sont généralement moins bien représentés.

Aucune différence significative n'est relevée entre ces deux stations au niveau des abondances relatives de ces trois principaux groupes zooplanctoniques. Les proportions de chacun des groupes suivis varient de moins de 1% entre les deux stations considérées ici (cf. Figure 115).

#### 4.7.4.2.4. Conclusion sur le zooplancton

A l'exception d'une plus forte abondance du zooplancton observé sur la station aval (Saint-Nicolas de la Balerm) lors du premier relevés (11/08), aucune différence notable n'est ensuite enregistrée au niveau des caractéristiques du peuplement zooplanctonique entre les stations amont (Saint-Aignan) et aval (Saint-Nicolas de la Balerm). **Les résultats ne mettent pas en évidence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Golfech en période de canicule sur les peuplements de zooplancton au cours de l'été 2022.**

#### 4.7.5. Evaluation de l'impact sur les diatomées benthiques

Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Elles peuvent être phytoplanctoniques (en suspension dans la colonne d'eau) ou benthiques (fixées sur le substrat). 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.

Des campagnes de mesure ont été réalisées le du 28 au 29/06, les 16 et 17/08 et les 26-27/09 aux 5 stations dans le cadre de la surveillance renforcée mise en œuvre en période de canicule. A noter que les stations amont sur le Tarn et canal d'amenée, qui sont suivies uniquement en CCN, n'ont pas été étudiées dans le cadre de ce rapport.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.7.5.1. Richesse taxonomique et diversité

Les figures ci-dessous présentent l'évolution de la richesse taxonomique, de la diversité et de l'équitabilité sur la période estivale (cf. Figure 116 et Figure 117).

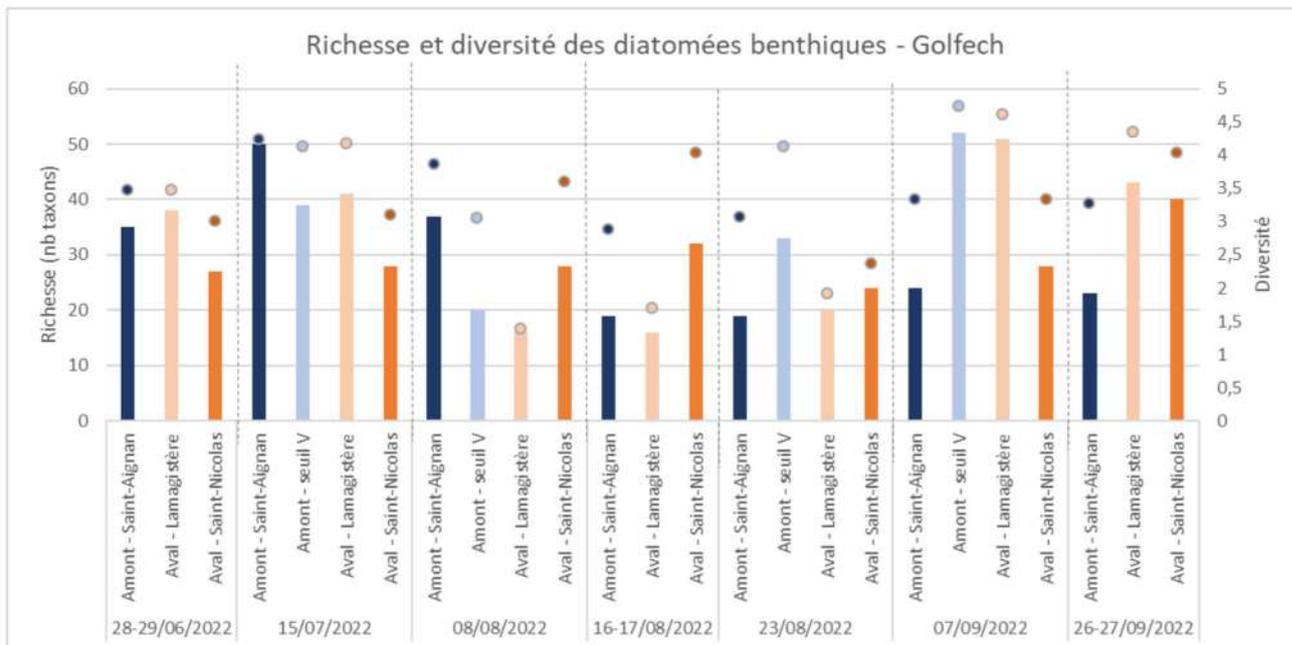


Figure 116 : évolution de la richesse taxonomique (diagramme en barres) et de la diversité (points) des diatomées benthiques à Golfech

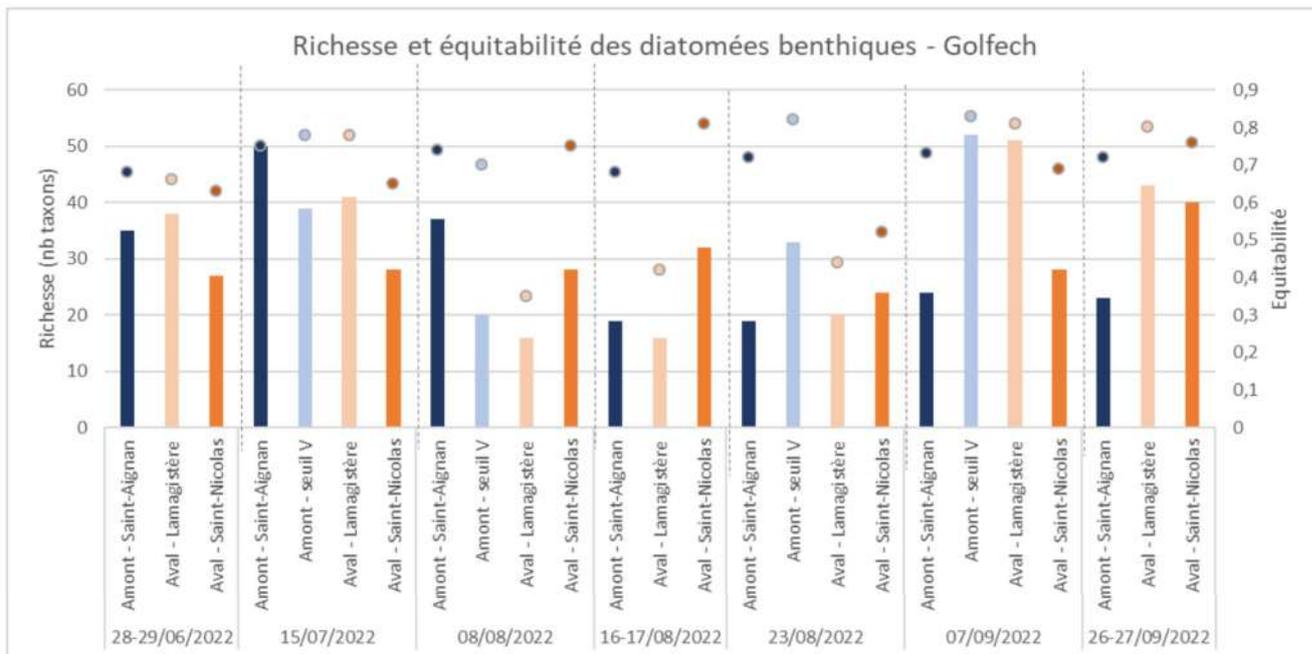


Figure 117 : évolution de la richesse taxonomique (diagramme en barres) et de l'équitabilité (points) des diatomées benthiques à Golfech

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 208/230

Le nombre de taxons varie entre 16 et 52 taxons respectivement le 08/08 à Lamagistère (aval immédiat) et le 07/09 au seuil V (amont), avec une moyenne de 31 taxons par échantillon. Ces résultats correspondent aux richesses taxonomiques communément observées dans les cours d'eau de grande ou de très grande taille.

La richesse taxonomique suit la même tendance d'évolution entre les différentes stations suivies : elle est globalement plus faible en août qu'en juillet sur l'ensemble des stations. En septembre, elle est de nouveau plus élevée, proche des valeurs mesurées en juillet, sauf à la station amont (St-Aignan). Les valeurs mesurées pendant toute la période à la station aval sont moins variables qu'aux autres stations.

L'indice de diversité varie entre 2,88 et 4,73 pour l'ensemble des stations, hormis pour Lamagistère où les valeurs du mois d'août sont faibles, entre 1,39 et 1,92, et Saint-Nicolas le 23/08 avec une valeur de 2,36. Un constat similaire peut être fait sur les valeurs d'équitabilité qui varient entre 0,63 et 0,83 pour l'ensemble des stations, à l'exception de Lamagistère en août (entre 0,35 et 0,44) et Saint-Nicolas le 23/08 avec une valeur de 0,52.

Ainsi, les indices de diversité et d'équitabilité sont indicateurs d'un peuplement moyennement à bien diversifié et équilibré (nombre de taxons important et abondances similaires des différents taxons, i.e. pas de taxon nettement dominant sur les autres en termes d'abondance). Les indices restent relativement élevés à l'exception du mois d'août, à la station Lamagistère où le peuplement est essentiellement dominé par deux taxons saprobes<sup>38</sup> et eutrophes, *Nitzschia palea* et *Fistulifera saprophila*, qui sont favorisés par l'accumulation de matières fermentescibles dans le milieu lors de la période de faibles débits. Malgré la persistance de débits faibles en septembre, les indices calculés à cette période ont retrouvé une valeur comparable à celle de juin-juillet.

La diversité oscille entre 2,88 et 4,73 pour l'ensemble des stations, hormis pour Lamagistère où les valeurs du mois d'août sont faibles, entre 1,39 et 1,92, et Saint-Nicolas le 23/08 avec une valeur de 2,36. Un constat similaire peut être fait sur les valeurs d'équitabilité qui varient entre 0,63 et 0,83 pour l'ensemble des stations, à l'exception de Lamagistère en août (entre 0,35 et 0,44) et Saint-Nicolas le 23/08 avec une valeur de 0,52.

Ces résultats témoignent de peuplements de diatomées relativement stables et bien équilibrés, à l'exception des peuplements du mois d'août à Lamagistère, où certaines espèces se sont développées rapidement au détriment d'autres. Cela traduit très certainement l'abondance en éléments nutritifs dans le milieu, permettant le développement de nombreuses espèces, à mettre en lien avec la baisse des débits observée et de la montée des températures, en raison des canicules successives de juin à août. Un fort développement algal était visible sur les substrats de la station Lamagistère, pouvant localement amplifier la présence de ces nutriments.

<sup>38</sup> qualifiant ou désignant des organismes qui vivent aux dépens de la matière organique en décomposition ou qui interviennent dans cette décomposition

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.7.5.2. Indices biologiques

La figure ci-dessous représente l'évolution spatiale de la qualité biologique estimée par l'IBD (Indice Biologique Diatomées), ainsi que l'évolution de l'IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique).

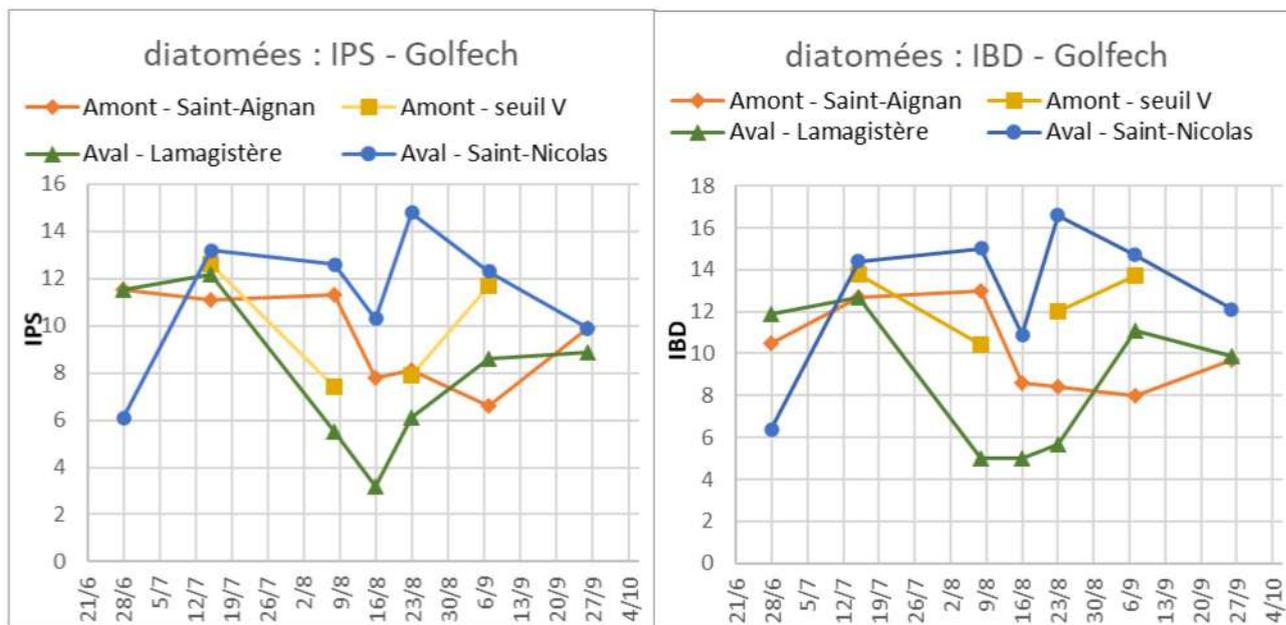


Figure 118 : évolution de l'IPS et de l'IBD à Golfech

Les évolutions des indices IBD et IPS durant l'été 2022 étaient variables selon la station considérée. Parmi les particularités, on notera :

- Des valeurs d'IBD et d'IPS basses en juin pour la station aval de St-Nicolas de la Balerne, qui retrouvent une valeur comparable aux autres stations en juillet. A partir de cette date, les deux indices sont plus élevés à cette station qu'aux autres, jusqu'à fin septembre.
- Des valeurs basses pour les indices calculés aux stations Lamagistère (du 8 au 23/08) ainsi qu'à la station St-Aignan (16/08 au 07/09) et dans une moindre mesure à la Station Seuil V (08/08) et St-Nicolas (16/08).
- Des valeurs comparables entre elles pour les stations analysées fin septembre.

Globalement, l'été 2022 est marqué par une baisse des indices de biodiversité et de polluo-sensibilité durant le mois d'août.

#### 4.7.5.3. Composition du peuplement

Au sein des cortèges de diatomées dominantes à **Saint-Aignan** (amont éloigné), on constate des formes fréquentes dans les milieux de plaines aux substrats de type sédimentaire, les 15 juillet et 08 août. Elles peuvent coloniser les eaux eutrophisées mais ne tolèrent pas pour autant la présence de composés organiques. C'est le cas de *Cocconeis euglypta*, *Amphora pediculus* ou *Achnantheidium delmontii*. Ces diatomées sont associées à *Sellaphora nigri*, plus polluo-résistante mais qui est très fréquente aussi dans divers milieux car elle dispose d'un spectre d'affinités écologiques large.

A partir du 23 août et le 7 septembre, les diatomées les plus abondantes sont pour la quasi-totalité d'entre elles polluo-tolérantes comme *Fistulifera saprophila*, *Nitzschia palea* et *Craticula subminuscula*. Ces formes se développent fréquemment à l'aval de rejets domestiques ou industriels, dans des milieux désoxygénés et souvent en présence de matières fermentescibles.

Avec ces espèces, *Navicula recens*, principalement observée dans les grands cours d'eau, affectionne les nutriments et les fortes conductivités.

	<p align="center"><b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b></p>		
<p align="center">UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 210/230</p>

Enfin, en septembre, *Navicula cryptotenella*, pourtant sensible à la matière organique, apparaît parmi les dominantes. Cette diatomée, indifférente à la trophie, marque sans doute par sa présence, la diminution en composés organiques dans l'eau sur le site.

A l'instar de la station précédente, la **station Seuil V** (amont proche), montre en juillet des espèces dominantes eutrophes ou indifférentes à la trophie comme *C. euglypta*, *A. delmontii*, *N. cryptotenella* et *A. latecephalum*. Dès le 08 août, le peuplement dominant s'enrichit des formes saprobes vues précédemment, à savoir *F. saphophila* et *N. palea*. Cependant, *N. cryptotenella* se maintient dans le cortège dominant jusqu'en septembre.

Les peuplements de la station à l'aval immédiat de la centrale de Golfech, **Lamagistère**, comme les précédents, montrent que les espèces dominantes en juillet sont polluo-sensibles quoique tolérants les nutriments (*C. euglypta*, *A. delmontii* et *N. cryptotenella*).

Comme la station à l'amont, dès le 8 août, le taxon saprobe, *F. saphophila*, abonde mais il atteint dans ce site, plus de 70% du peuplement et ce au cours des deux campagnes d'août, faisant ainsi chuter les indices biologiques.

En septembre, la situation s'améliore puisque cette diatomée diminue fortement et parmi les formes les plus abondantes, on retrouve *N. cryptotenella*.

Enfin, à la station de **Saint-Nicolas de la Balerne** située à l'aval de la centrale de Golfech, on observe des cortèges dominants similaires d'une campagne à l'autre, avec les espèces *A. delmontii*, *S. nigri* mais aussi *Achnanthydium minutissimum sensu lato*. On observe une certaine régularité de la qualité dans cette station avec le maintien des mêmes diatomées de juillet à septembre.

#### 4.7.5.4. Conclusion sur les diatomées benthiques

De manière globale, on observe des paramètres de structure des peuplements moyens et élevés, quelle que soit la campagne de prélèvements. Dans la majorité des cas, les peuplements sont riches, stables et équilibrés, avec des populations typiques de milieux intermédiaires, modérément pollués et donc relativement bien fournis en composés nutritifs. Toutefois, un certain déséquilibre dans le peuplement diatomique avec une diminution de la diversité est observé à la station de Lamagistère lors des campagnes du mois d'août.

La majorité des sites ont des indices biologiques (IPS, IBD) de valeur moyenne qui se maintiennent au cours de la période considérée. Néanmoins, ces derniers diminuent de manière significative, d'une part à Saint-Aignan (amont) du 16 août au 7 septembre, et d'autre part à Lamagistère (aval immédiat), en août.

Enfin, le site le plus en aval de la centrale, Saint-Nicolas de la Balerne, présente les meilleures valeurs d'IBD avec des valeurs qui varient peu au cours du temps.

L'étude des caractéristiques écologiques des espèces de diatomées montre que la zone de suivi est impactée par la matière fermentescible, notamment au niveau des trois stations de Saint-Aignan, Seuil V et Lamagistère. Ce site semble être le plus touché par ces composés, au mois d'août notamment. L'enrichissement a pu être provoqué par la présence d'algues filamenteuses sur les substrats. Ces dernières pourraient être favorisées par les températures élevées, en particulier dans la zone de rejet (cf. §4.7.1.3), et indirectement favoriser le développement d'espèces saprobes qui vont consommer des composés produits par ces organismes. Toutefois, les résultats obtenus lors des campagnes de septembre tendent à démontrer, la résilience du peuplement des diatomées benthiques.

Les peuplements de diatomées sont relativement proches ou similaires d'un bout à l'autre de la zone suivie, exception faite de ceux de Saint-Nicolas de la Balerne qui tendent à se distinguer légèrement par leurs dominantes.

**En conclusion, les résultats ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Golfech**

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 211/230

en période de canicule à l'aval éloigné. Il ne peut être exclu un effet des températures élevées sur les populations de diatomées benthiques à l'aval immédiat (Lamagistère) au mois d'août. Toutefois, les résultats de septembre confirment que cette éventuelle influence présente un caractère ponctuel dans le temps et démontrent la résilience du compartiment diatomique.

#### 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 aux stations amont de Saint-Aignan et Seuil V, et aux stations aval immédiat de Lamagistère et aval éloigné de Saint Nicolas de la Balerme.

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

*Tableau 4-cccc : résultats des examens sanitaires du peuplement piscicole à l'amont et l'aval du CNPE de Golfech*

Date		18-20/07			6-7/09		
Stations		N	N patho	P (%)	N	N patho	P (%)
Stations amont	Saint-Aignan	298	2	0,67%	790	2	0,25%
	Seuil V	247	1	0,40%	742	8	1,08%
Stations aval	Lamagistère	208	1	0,48%	381	9	2,36%
	Saint Nicolas de la Balerme	135	0	0%	343	5	1,46%

*Avec N = nombre total de poissons pêchés ; N patho = nombre de poissons présentant une pathologie ; P = prévalence : proportion de poissons présentant une pathologie*

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

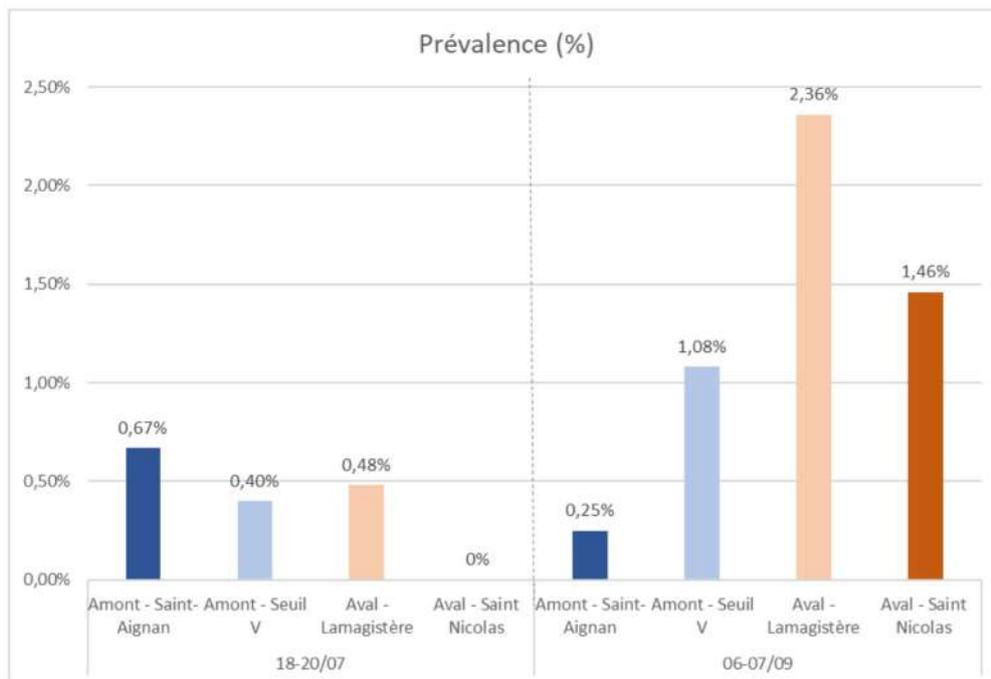


Figure 119 : prévalence (% d'individus présentant une pathologie) du peuplement piscicole à Golfech

L'examen sanitaire des poissons indique qu'il y a globalement un nombre d'individus avec des anomalies plus élevé en septembre qu'en juillet (cf. Figure 119), correspondant à une prévalence plus élevée en septembre. Toutefois, ce nombre d'anomalies ainsi que la prévalence sont très faibles pour les deux campagnes et pour l'ensemble des stations.

Le nombre d'espèces touchées a également augmenté, puisque 4 espèces présentant des anomalies ont été détectées en juillet, alors que nous 8 ont été dénombrées en septembre. Les chevesnes semblent les plus touchés (43 % des poissons détectés).

Si la présence de *Lernea sp.* a été détectée en juillet sur 2 poissons à Saint-Aignan (station en amont), ce parasite n'a pas été identifié en septembre 2022, lors des inventaires post-situation exceptionnelle. La lernéose se déclare uniquement en eau chaude et le développement du parasite est corrélé à l'élévation de la température. Néanmoins les taux de parasitisme rencontrés dans cette étude sont peu significatifs.

En juillet, pendant la période de canicule, la proportion de poissons présentant des anomalies est maximale sur la station la plus amont, à Saint-Aignan, alors qu'elle est nulle en aval éloigné, à Saint-Nicolas de la Balerm. La prévalence est proche entre la station amont immédiat (Seuil V) et la station aval immédiat (Lamagistère). En revanche, lors des inventaires de septembre, la proportion de poissons présentant des anomalies a augmenté. La valeur la plus forte est observée sur la station en aval immédiat (Lamagistère) avec un taux relativement faible d'environ 2% du peuplement (9 poissons sur 381 capturés). La prévalence à l'aval éloigné à cette date est proche de celle mesurée à l'amont immédiat (Seuil V).

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.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 213/230

**Ainsi, les résultats des examens sanitaires montrent que peu de poissons présentent une anomalie et que la prévalence était comparable entre l'amont et l'aval pendant la période de canicule, puis plus élevée à l'aval en septembre, sans lien avec la période de canicule. Ces résultats ne mettent pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Golfech sur l'état sanitaire piscicole.**

#### 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. Par ailleurs, la structure du peuplement de poissons présente un caractère intégrateur des conditions environnementales sur plusieurs semaines précédant la pêche. Ainsi, une fréquence de pêche mensuelle permet donc de répondre à l'objectif de suivre l'influence éventuelle du fonctionnement du CNPE en période de canicule.

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 aux stations de Saint Aignan, amont seuil V, Lamagistère et Saint Nicolas de Balerne.

En premier lieu il convient de préciser qu'il est communément admis en écologie des milieux aquatiques que **l'évolution de la structure du peuplement s'apprécie à un pas de temps plus long que la période estivale.** En effet, à l'échelle de la communauté de poissons, les effets d'une variation de l'environnement (canicule ou autre) peuvent mettre plusieurs mois ou années avant d'être perceptibles sur les paramètres mesurables (richesse, diversité...), cette communauté intégrant les variations environnementales *a minima* sur les dernières semaines ou mois précédant la pêche.

*Nota* : le programme de surveillance CCN du CNPE de Golfech comprend une pêche annuelle (réalisée couramment au mois de septembre). A la différence de ce qui a été développé pour les CNPE de Bugey et Saint-Alban et Tricastin, l'analyse développée ci-dessous s'appuie ainsi sur la pêche réalisée pendant l'épisode caniculaire et la pêche post-épisode (pas de pêche pré-estivale).

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la richesse entre les deux campagnes, par station.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

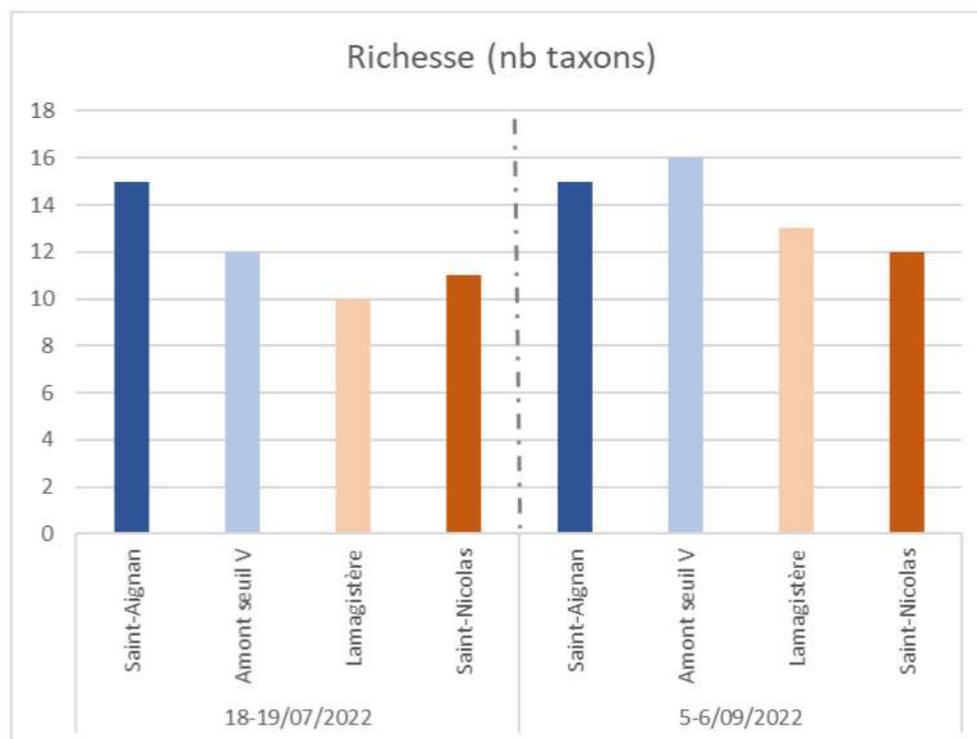


Figure 120 : Richesse spécifique des populations piscicoles à Golfech

Les richesses taxonomiques évoluent entre 10 espèces (Lamagistère en juillet) et 16 espèces (seuil V en septembre). La richesse est stable à Saint-Aignan entre juillet et septembre et augmente entre les deux campagnes pour l'ensemble des autres stations : de 12 à 16 à l'amont seuil V, de 10 à 13 à Lamagistère et de 11 à 12 à Saint-Nicolas. **L'ensemble des stations est considéré comme bien diversifié.**

Au cours de la campagne d'échantillonnage de juillet 2022, 841 poissons ont été capturés. Ils sont répartis de la manière suivante selon les stations :

- A Saint Aignan, la communauté de poissons est bien diversifiée (15 espèces échantillonnées). Le peuplement est dominé par des cyprinidés rhéophile (Barbeau, Chevesne, cf. Figure 121).
- La communauté échantillonnée en aval du seuil V n'est pas représentative compte tenu des difficultés d'échantillonnage. Sur 51 EPA, 12 espèces ont été détectées avec une densité plus importante de poissons par point de pêche. Cette densité plus élevée est certainement la résultante de l'accumulation des individus au pied du seuil.
- A Lamagistère, 10 espèces sont inventoriées, principalement l'Anguille, ainsi que l'Ablette (généralement thermophile) et des cyprinidés d'eau vive (Chevesne, Barbeau).
- A Saint-Nicolas de la Balerme, 11 espèces ont été rencontrées. Le peuplement est, tout comme à Saint-Aignan, dominé par des espèces rhéophiles (Barbeau et Chevesne).
- Les alevins et juvéniles représentent 60% à 89% des effectifs selon la station considérée. Cette proportion est similaire entre Saint-Aignan et Saint-Nicolas de la Balerme.



**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 : 1

Page 215/230

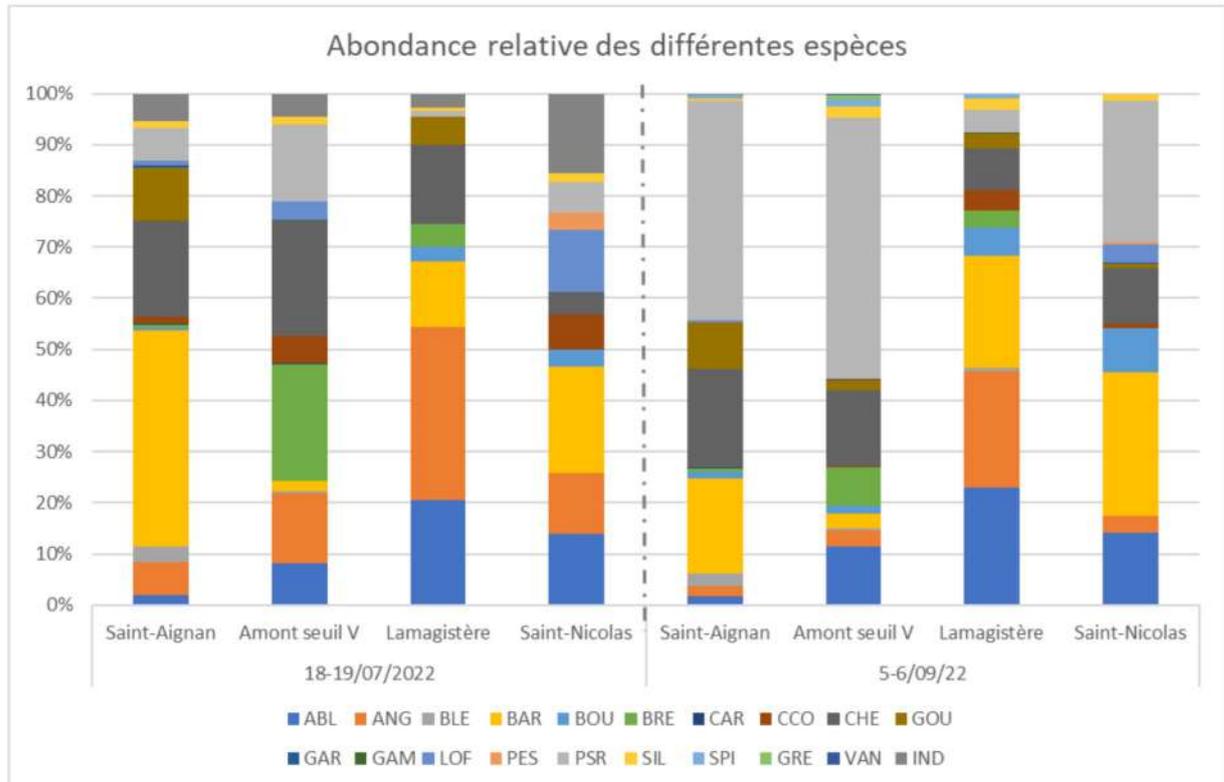


Figure 121 : abondance relative des différentes espèces piscicoles à Golfech ; Nota : Compte tenu de la taille des individus, il n'a pas été possible de séparer les brèmes bordelières et les brèmes communes.

Au cours de la campagne d'échantillonnage de septembre 2022, 2305 poissons ont été capturés. A noter, que comme en juillet, avec 2 fois moins d'EPA, à cause du contexte hydro-morphologique, la station Seuil V a permis la capture de 767 individus, soit la deuxième valeur en nombre de captures. Sur l'ensemble des espèces capturées en septembre 2022, 78% à 97 % des individus capturés étaient des alevins ou des juvéniles, selon la station considérée, avec une occurrence plus élevée à Saint-Nicolas de la Balerne qu'à Saint-Aignan. Les individus les plus âgés capturés appartenaient aux espèces : anguille, silure, ablette, *Pseudorasbora* et blennie fluviatile.

En juillet 2022, les espèces dominantes sont, à :

- Saint Aignan : le barbeau, le chevesne, le goujon, l'anguille et le pseudorasbora ;
- Lamagistère : l'anguille, l'ablette, le chevesne et le barbeau ;
- Saint-Nicolas de la Balerne : le barbeau, l'ablette, l'anguille et la loche franche ;
- Seuil V : la brème, le chevesne, le pseudorasbora, l'anguille et l'ablette.

En septembre 2022, les espèces dominantes sont, à :

- St Aignan : le pseudorasbora, le chevesne, le barbeau et le goujon.
- Lamagistère : l'anguille, l'ablette, le barbeau, le chevesne et la bouvière.
- Saint- Nicolas de la Balerne : le barbeau, le pseudorasbora, l'ablette, le chevesne et la bouvière.
- Seuil V : le pseudorasbora, le chevesne, l'ablette, la brème, l'anguille et le barbeau.

Quelle que soit la campagne, l'ensemble des espèces capturées sont eurythermes, c'est-à-dire qu'elles peuvent s'adapter à une large gamme de variation de températures.

Les mêmes espèces dominantes sont donc retrouvées, avec des proportions différentes suivant les stations. Ce constat est lié aux différents micro-habitats rencontrés à chaque station (Tableau 4-dddd).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-dddd : description des micro-habitats des stations de pêches

	Saint-Aignan	Seuil V	Lamagistère	Saint-Nicolas de la Balerme
Localisation des échantillonnage	Berges, 1 <sup>er</sup> quart du lit	Berges, sous-berges	Berges	Zone de berge et 1 <sup>er</sup> quart du chenal
Type de milieu prospecté	Plat courant et radier		Plat courant et radier	Plat courant et radier
Profondeurs, vitesses d'eau	Prof.10-70 cm Vitesse faibles à fortes	Prof.>50-60 cm Vitesse de courant forte	Prof.10 à 50 cm Vitesse faibles à moyennes	Prof. 10 à 60 cm Vitesse >150 m/s
Substrats	Pierres, galets, branchages, substrats marneux	Pierres, galets et rochers, branchages	Pierres, galets	Pierres, galets branchages
Macrophytes	Myriophylles Potamogetons	Myriophylles Potamogetons	Jussie (fort) Potamogetons (fort) Myriophylles	Myriophylles Potamogetons (fort)

L'indice poisson rivière (IPR) est un indicateur de qualité de la faune piscicole. Il évalue l'écart entre la communauté présente et la situation de référence, non ou très peu perturbée. La valeur de l'indice correspond à la somme de l'écart pour 7 métriques (nombre d'espèces, densité totale, etc.). Plus la communauté échantillonnée est proche de l'état de référence, moins l'indice est élevé et plus la qualité biologique est bonne.

Les résultats d'IPR à Golfech sont présentés dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 4-eeee : valeurs de l'indice poisson rivière (IPR) à Golfech

Date	Station	18-20/07	6-7/09
Amont	Saint-Aignan	16,99	14,54
	Seuil V	19,38	7,92
Aval	Lamagistère	17,98	11,99
	Saint-Nicolas	15,40	14,41

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 217/230

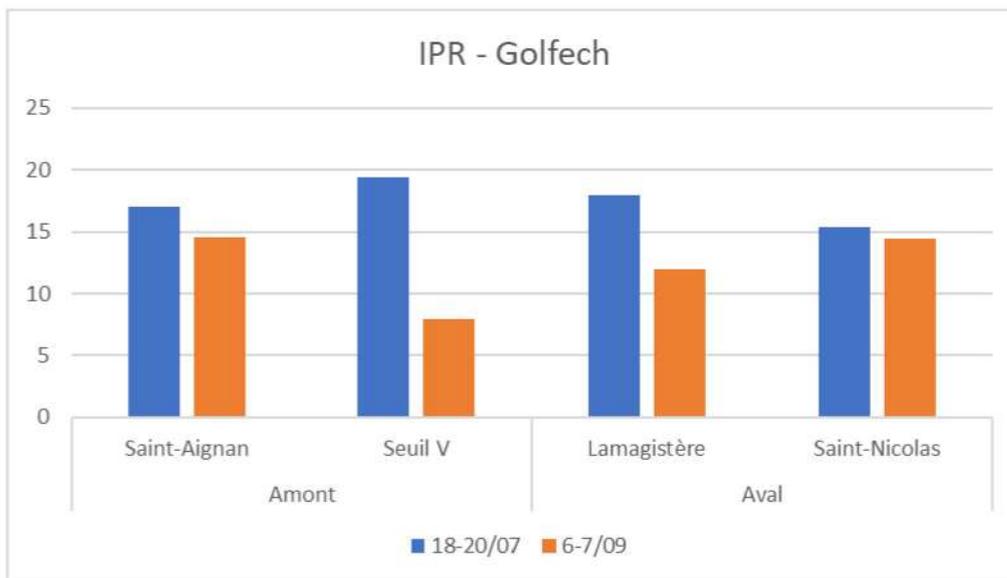


Figure 122 : évolution de l'indice poissons rivière à Golfech

Pour l'ensemble des stations, les notes s'améliorent en septembre par rapport à la campagne de juillet, et dans une moindre mesure pour la station de Saint-Nicolas de la Balerne. Pour rappel, l'IPR qualifie le niveau de dégradation ; ainsi, plus il est élevé, moins le compartiment est en bon état. La note la plus élevée de 19,38 est observée à la station seuil V (amont) en juillet, tandis que la plus faible de 7,92 est observée à la même station en septembre. La station seuil V est donc celle qui a connu une plus nette amélioration de la note IPR entre juillet et septembre.

Cette amélioration de l'indice provient d'une modification à la hausse de la richesse taxonomique des stations, probablement en lien avec une baisse des températures de l'eau, ce qui a permis un retour de certaines espèces en septembre, qui étaient absentes en juillet.

Ces résultats ne mettent pas en évidence d'impact du fonctionnement du CNPE de Golfech sur l'indice poissons.

#### 4.7.6.4. Conclusion sur les espèces piscicoles

Les résultats des examens sanitaires montrent que sur l'ensemble de la période d'étude peu de poissons présentent une anomalie et que le fonctionnement du CNPE de Golfech n'a pas eu d'incidence sur l'état sanitaire du peuplement piscicole pendant la période de canicule.

Les résultats de la surveillance de la structure du peuplement piscicole montrent que la richesse spécifique est globalement similaire entre l'amont et l'aval du CNPE de Golfech. Les mêmes espèces dominantes se retrouvent, mais avec des répartitions différentes suivant les stations à cause de la présence de micro-habitats différents. Ces résultats ne mettent pas en évidence d'impact du fonctionnement du CNPE de Golfech sur la composition, la diversité et la densité du peuplement piscicole.

Enfin, 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.

**En conclusion, l'ensemble des résultats du suivi piscicole démontrent l'absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Golfech en période de canicule sur les peuplements piscicoles au cours de l'été 2022.**

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 218/230

#### 4.7.7. Conclusion 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.

Les campagnes de suivi thermique réalisées durant l'été 2022 confirment les caractéristiques du panache thermique déjà observées lors de précédents étés. Même en conditions climatiques exceptionnelles, l'échauffement généré par le fonctionnement du CNPE réduit très rapidement sur le premier kilomètre, avec une valeur après mélange très faible au regard des hétérogénéités naturelles dans le cours d'eau.

Le fonctionnement du CNPE de Golfech pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les **paramètres physico-chimiques** suivants : MES, DCO, DBO5, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

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

Aucune incidence n'est non plus notée sur le compartiment **planctonique**.

Les résultats du suivi des **diatomées benthiques** ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Golfech en période de canicule à l'aval éloigné du CNPE de Golfech. Il ne peut être exclu un effet des températures élevées sur les populations de diatomées benthiques à l'aval immédiat (Lamagistère) au mois d'août. Toutefois, les résultats de septembre confirment que cette éventuelle influence ne présente pas de caractère durable et démontrent la résilience de l'écosystème.

Enfin, l'ensemble des résultats du **suivi piscicole** démontrent absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Golfech en période de canicule sur les peuplements piscicoles au cours de l'été 2022.

**L'analyse des résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence notable et durable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.**

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 219/230

#### 4.8. EVALUATION DES IMPACTS – CNPE DU BLAYAIS

Le CNPE du Blayais est resté tout l'été 2022 dans les conditions de fonctionnement encadrées par son arrêté de rejet en vigueur. 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 applicable en conditions climatiques normales a été réalisé durant la période estivale. Les résultats de cette surveillance pérenne seront présentés, comme tous les ans, dans le rapport annuel environnemental du CNPE du Blayais en juin 2023.

Les températures de l'eau de l'estuaire sont variables en fonction de la température des eaux côtières, de celles des eaux marines, de l'instant du cycle de marée, du coefficient de marée, du moment de la journée, de la température de l'air, etc. Pour illustration, les températures mesurées à Pauillac dans le cadre du réseau de surveillance Magest sont présentées dans la Figure 123. Les températures sont restées proches de 25°C du 10 juillet au 1<sup>er</sup> septembre, avec un maximum atteint le 21 juillet et le 4 août, de 27°C.



Figure 123 : températures mesurées à Pauillac entre le 1<sup>er</sup> juillet et le 1<sup>er</sup> octobre. Source : <https://magest.oasu.u-bordeaux.fr/>

Les surveillances pertinentes en situation de canicule et dont les résultats sont disponibles en date de rédaction de ce rapport sont présentées dans le Tableau 4-ffff. Les résultats présentés ici doivent être considérés avec prudence : les données n'ont pas toutes été validées par les instituts de recherche en charge des suivis présentés.

Les suivis sont réalisés en 3 points intitulés K (Point Kilométrique 30), E (PK 52) et F (PK 60), à plusieurs moments de marée. Le point E est situé à proximité des rejets du CNPE, en position médiane sur la Gironde. Le point K est situé à proximité de la confluence de la Dordogne et de la Garonne, principalement sous l'influence des eaux continentales. Le point F est plus proche de l'embouchure, il est donc davantage sous influence des eaux marines que le point E.

A basse mer, l'influence des eaux fluviales sur les eaux de la Gironde est maximale et l'influence des eaux marines minimale. En période de canicule, les eaux continentales sont plus chaudes que les eaux marines. Les données collectées à basse-mer seront donc présentées dans ce rapport, car considérées comme acquises dans les conditions les plus pénalisantes pour le milieu. Pour rappel, l'ensemble des données seront présentées dans le rapport environnemental annuel du CNPE du Blayais en juin 2023.

Tableau 4-ffff : synthèse du programme de surveillance estival pour le CNPE du Blayais dont les résultats sont présentés ici. Les températures présentées sont les valeurs extrêmes mesurées à différents instants du cycle de marée.

	K	E	F
Salinité, pH, MES	05/07/22	06/07/22	08/07/22
Vibrions	T° : 23,1 - 24,0°C	T° : 23,0 - 24,7°C	T° : 22,4 - 23,6°C
Zooplancton			
Salinité, pH, MES	04/08/22	05/08/22	07/08/22
Vibrions	T° : 25,8 - 28,6°C	T° : 25,6 - 26,3°C	T° : 23,8 - 24,5°C
Zooplancton			

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 220/230</p>

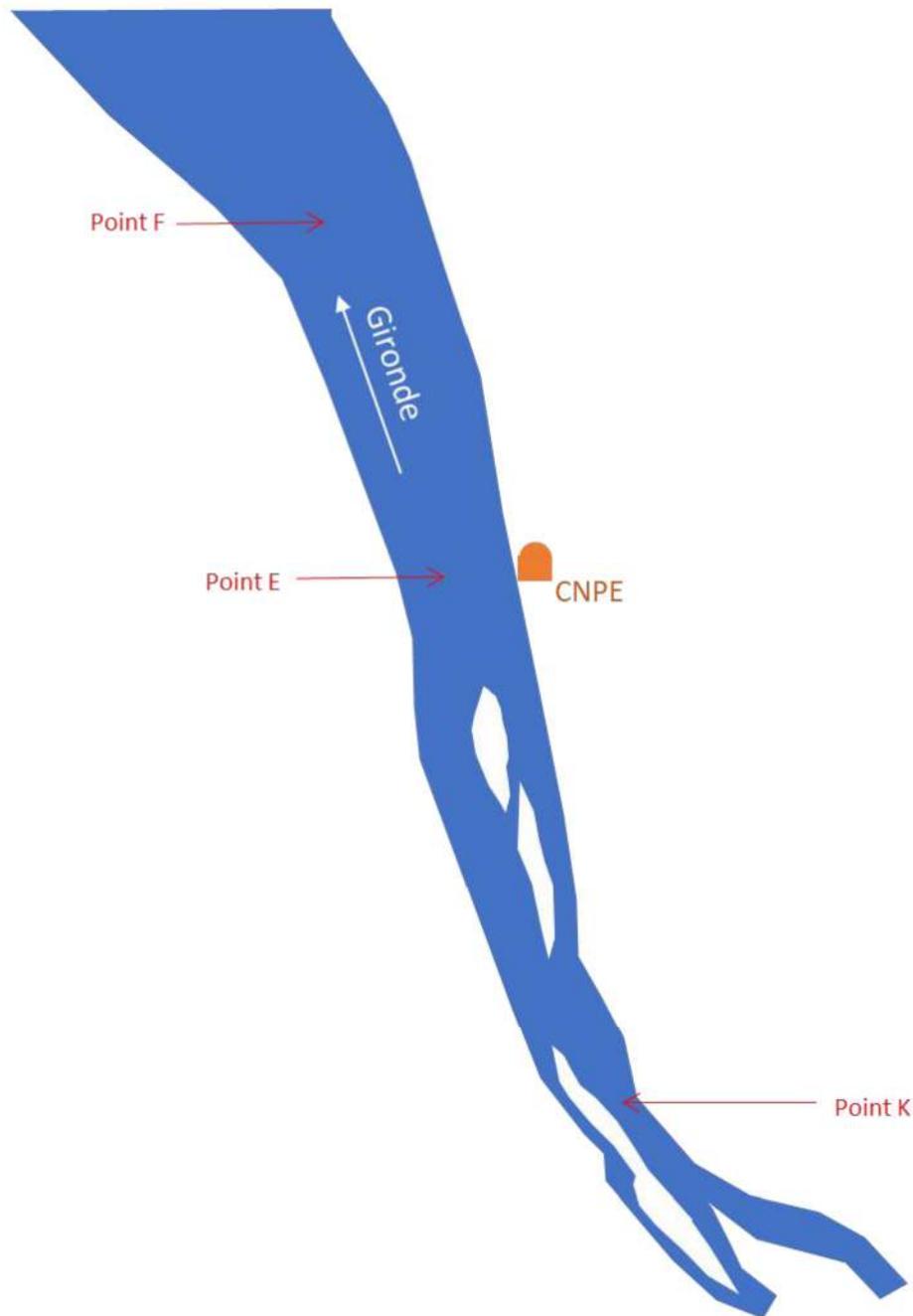


Figure 124 : localisation schématique des stations de surveillance du CNPE du Blayais

#### 4.8.1. Surveillance du panache thermique

##### 4.8.1.1. Situation du CNPE

Le CNPE du Blayais est constitué de 4 tranches 900 MWe en circuit ouvert. L'eau du circuit de refroidissement est prélevée à travers deux prises d'eau situées dans l'estuaire, proche de la berge, puis intégralement rejetée en milieu d'estuaire au moyen de deux ouvrages de rejet dédiés (un par paire de réacteurs), constitués de 8 buses par ouvrage de rejet et localisés à environ 2 km de la berge rive droite.

	<b>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</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 221/230

#### 4.8.1.2. **Rappel sur les caractéristiques du panache thermique de Blayais**

Dans le cadre de la mise à jour des études de caractérisation du panache thermique du Blayais et de l'application réglementaire des autorisations de rejet, des thermographies aériennes par infra-rouge sont réalisées tous les 4 ans. Les dernières campagnes ont ainsi été réalisées en 2013, 2017 et 2021. Des mesures sont aussi réalisées en champ proche (mesures en continu) grâce à deux thermographes positionnés à 50 m des rejets (vers l'aval et vers l'amont de l'estuaire).

En complément de ces thermographies, un modèle numérique 3D de dispersion des rejets thermiques a été construit en 2021. Il intègre une partie maritime jusqu'à environ 70 km de la cote, l'estuaire de la Gironde dans son intégralité ainsi qu'une partie fluviale, délimitée par la limite d'influence dynamique de la marée, et sa validation s'appuie sur les thermographies aériennes de 2021, ainsi que les mesures des thermographes.

Ce modèle a permis de simuler l'évolution du panache thermique dans le cas où les 4 réacteurs sont en fonctionnement normal aux limites à pleine puissance, pour un débit de la Garonne et de la Dordogne équivalent au module interannuel et 4 coefficients de marée (coefficients de marée de 30, 45, 95 et 110).

Les observations réalisées via les thermographies aériennes ainsi que les résultats du modèle numérique montrent que :

- Le panache thermique du CNPE du Blayais est soumis à des variations spatiales et temporelles liées aux effets des courants de marée dans l'estuaire. Il s'oriente alternativement vers la partie aval de l'estuaire au cours de la marée descendante et lors de la basse mer, puis vers l'amont au cours de la marée montante et à pleine mer. Lors de la renverse (flot/jusant ou jusant/flot), les échauffements sont plus marqués autour des ouvrages de rejet ;
- Les échauffements les plus élevés sont observés à marée basse car c'est l'instant du cycle de marée pour lequel les hauteurs d'eau et les vitesses du courant sont les plus faibles et la dilution des rejets dans la masse d'eau estuarienne la moins importante.
- Les périodes de forts coefficients de marée, qui mettent en jeu des volumes d'eau plus importants, sont plus favorables au mélange et se traduisent par des panaches moins étendus, même si la dynamique du panache est similaire quels que soient les coefficients de marée.

D'autre part, les résultats du modèle et les échauffements calculés à différentes distances des ouvrages de rejet permettent de montrer que la température mesurée à 50 m des rejets par les thermographes est sous influence directe des ouvrages de rejet. A 500 m des rejets, les échauffements sont moins importants et l'emprise transversale du panache est limitée. Ainsi, des zones non échauffées se situent à proximité du panache thermique et l'échauffement du milieu diminue rapidement en s'éloignant des rejets.

La dilution des rejets du CNPE de Blayais dépend donc essentiellement de la marée, avec des échauffements de l'estuaire induits par les rejets thermiques du CNPE qui varient selon l'instant et le coefficient de marée.

La modélisation permet également de déterminer les surfaces associées à des lignes d'iso-échauffement.

Ces surfaces sont calculées pour les différentes conditions de marée, sur la couche de surface et au fond, en se basant sur les échauffements moyens obtenus par le modèle 3D sur chaque cycle de marée : ces surfaces correspondent donc à l'enveloppe des points dont l'échauffement moyen sur toute la durée du cycle de marée est supérieur à 1°C et 2°C.

Ces surfaces diminuent lorsque le coefficient de marée augmente (voir Figure 125) puisque l'augmentation des coefficients de marée est favorable à la dilution. Ainsi, les surfaces avec un échauffement moyen supérieur à 1°C sur un cycle de marée sont très faibles pour les marées de vive-eau (de l'ordre de 1 km<sup>2</sup>).

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 222/230</p>

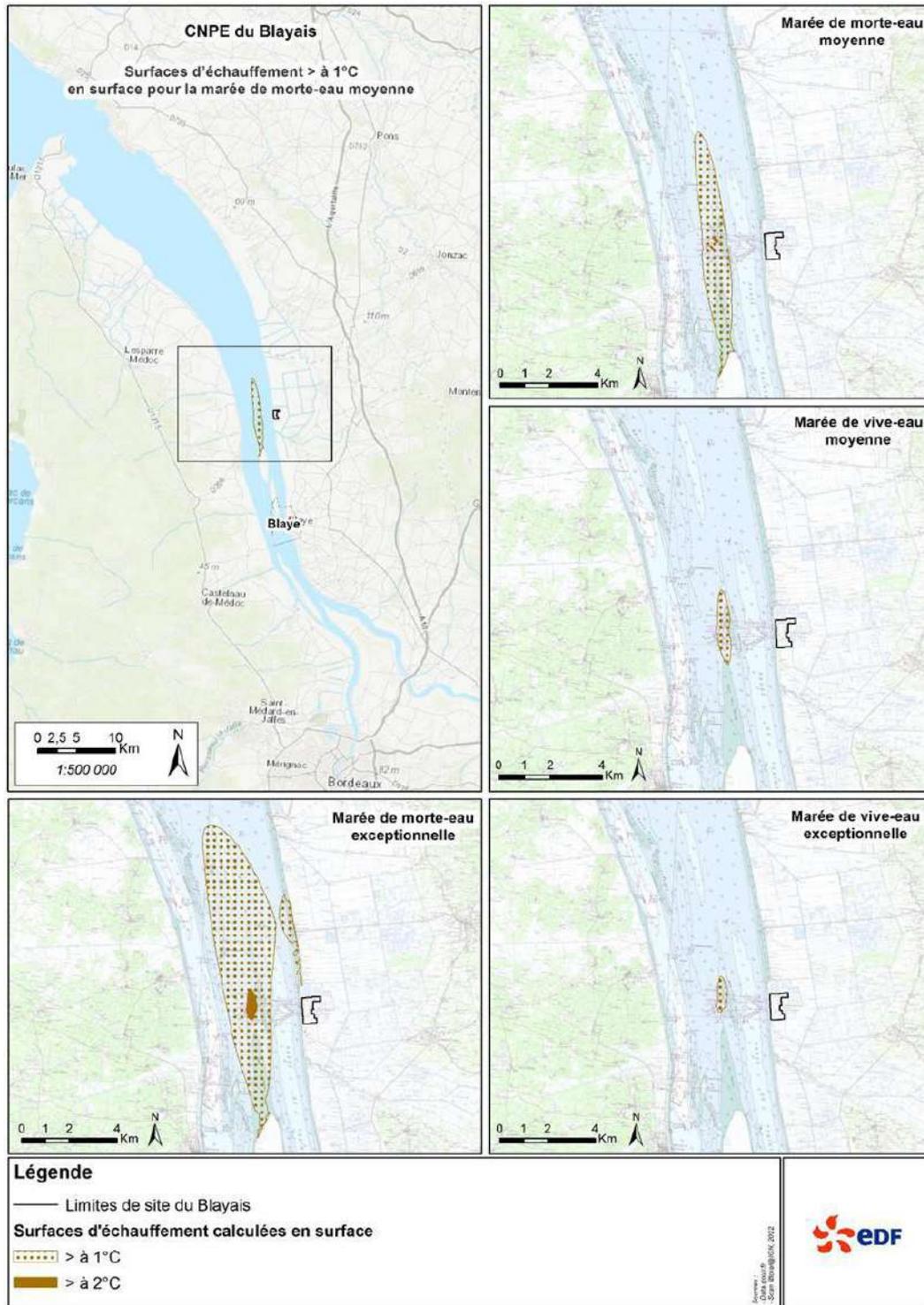
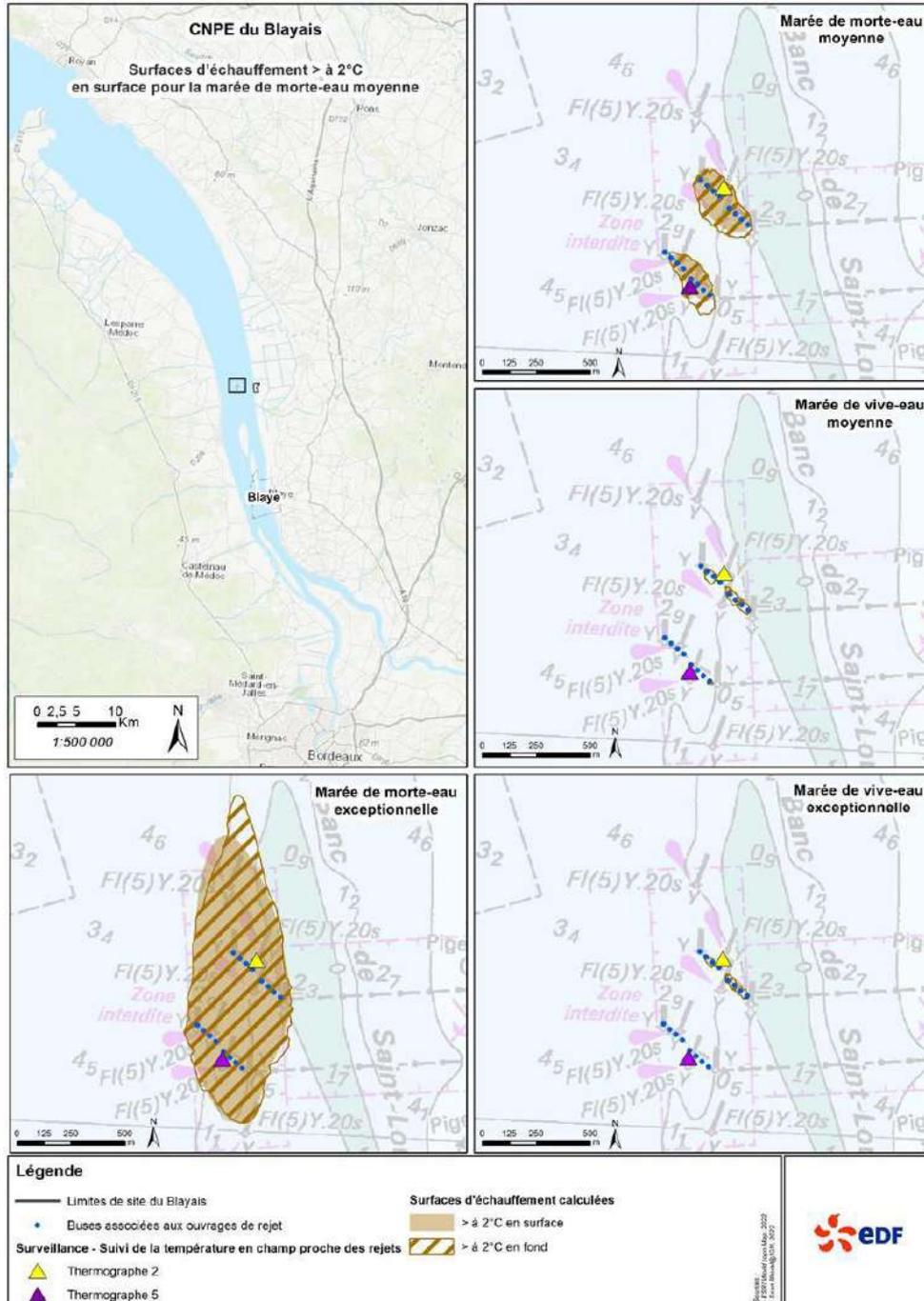


Figure 125 : Localisation des surfaces d'échauffement moyen supérieur à 2°C et à 1°C au cours de la marée calculées en surface par le modèle numérique, pour des marées de morte-eau exceptionnelle (coef. 30), de morte-eau moyenne (coef. 45), de vive-eau moyenne (coef. 95) et de vive-eau exceptionnelle (coef. 110)

Les surfaces d'échauffement moyen supérieur à 2°C en surface (sur un cycle de marée) sont globalement très faibles quel que soit le coefficient de marée (< 0,5 km<sup>2</sup>), aussi bien en surface que sur le fond (voir Figure 126).

	<p align="center"><b>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</b></p>	
<p>UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1 <span style="float: right;">Page 223/230</span></p>



Ces figures permettent de positionner le panache thermique simulé par le modèle 3D au regard de l'étendue de l'estuaire et montrent son emprise limitée sur l'ensemble du cycle de marée, quelles que soient les coefficients de marée.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.8.1.3. Bilan de la surveillance du panache thermique du CNPE du Blayais

L'incidence sur les eaux de surface des rejets thermiques du CNPE du Blayais reste localisée au regard de la masse d'eau réceptrice, du fait de la position des rejets au milieu de l'estuaire et de la forte capacité de dilution dans cette zone, liée aux courants de marée. En effet, en raison du déplacement permanent du panache et de sa variabilité spatiale suivant les coefficients de marée, les zones soumises aux rejets thermiques ne sont pas exposées en permanence.

**Ce comportement reste identique quelle que soit la température dans l'estuaire, en période hivernale ou estivale.**

#### 4.8.2. Evaluation de l'impact sur la physico-chimie

Les paramètres physico-chimiques sont surveillés lors de 8 campagnes annuelles aux points K, E et F. Les résultats des campagnes de juillet et août sont présentés ci-dessous.

##### 4.8.2.1. Salinité

La salinité dans l'estuaire est influencée par les marées, qui provoquent un afflux d'eau salée à marée montante, jusqu'à pleine mer. A marée descendante, la salinité diminue avec le retrait des eaux marine et l'influence grandissante des eaux continentales. Ces variations dépendent donc notamment du débit des cours d'eau (impacté par l'épisode de canicule) et des coefficients de marée (Figure 127).

Il n'existe pas de valeur de référence pour la salinité dans l'estuaire (valeur réglementaire, valeur guide, etc...). Les valeurs obtenues en juillet et août ont donc été comparées aux valeurs obtenues sur la période 2011-2020.

Tableau 4-gggg : valeurs de salinité mesurées en Gironde pendant l'été 2022

Salinité (g/kg)	surface			fond		
	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)
K	1,70	3,09	0,02-4,1	1,69	3,04	0,2-4,6
E	5,37	7,21	0,5-9,3	5,38	7,39	0,5-9,7
F	9,93	13,83	3,3-16,2	9,95	14,11	4,0-17,1

Les salinités mesurées à basse mer, au fond comme en surface sont conformes aux valeurs habituellement mesurées en juillet et août. Elles suivent le gradient de salinité amont-aval habituel de l'estuaire, sans différence notable entre le fond et la surface. Les faibles débits de la Garonne et de la Dordogne en août aboutissent à des salinités globalement plus élevées en août, tout en restant dans des valeurs habituelles pour la saison.

##### 4.8.2.2. Matières en suspension

Les matières en suspension, naturellement présentes dans les eaux de la Garonne et de la Dordogne, sont partiellement retenues dans la Gironde par les courants de marées. Elles s'accumulent en une zone tampon appelée « bouchon vaseux », présentant une forte concentration en MES, comparativement à l'amont et à l'aval de cette zone. Le bouchon vaseux se déplace dans l'estuaire sous l'effet contraire des marées et des cours d'eau. A basse mer, le bouchon est plus proche de l'estuaire. Les débits d'eau (coefficients de marées et débits des eaux continentales) influent aussi sur la position du bouchon vaseux dans l'estuaire (Figure 127).

Il n'existe pas de valeur de référence pour les concentrations en MES dans l'estuaire (valeur réglementaire, valeur guide, etc...). Les valeurs obtenues en juillet et août sont donc comparées aux valeurs obtenues sur la période 2011-2020.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

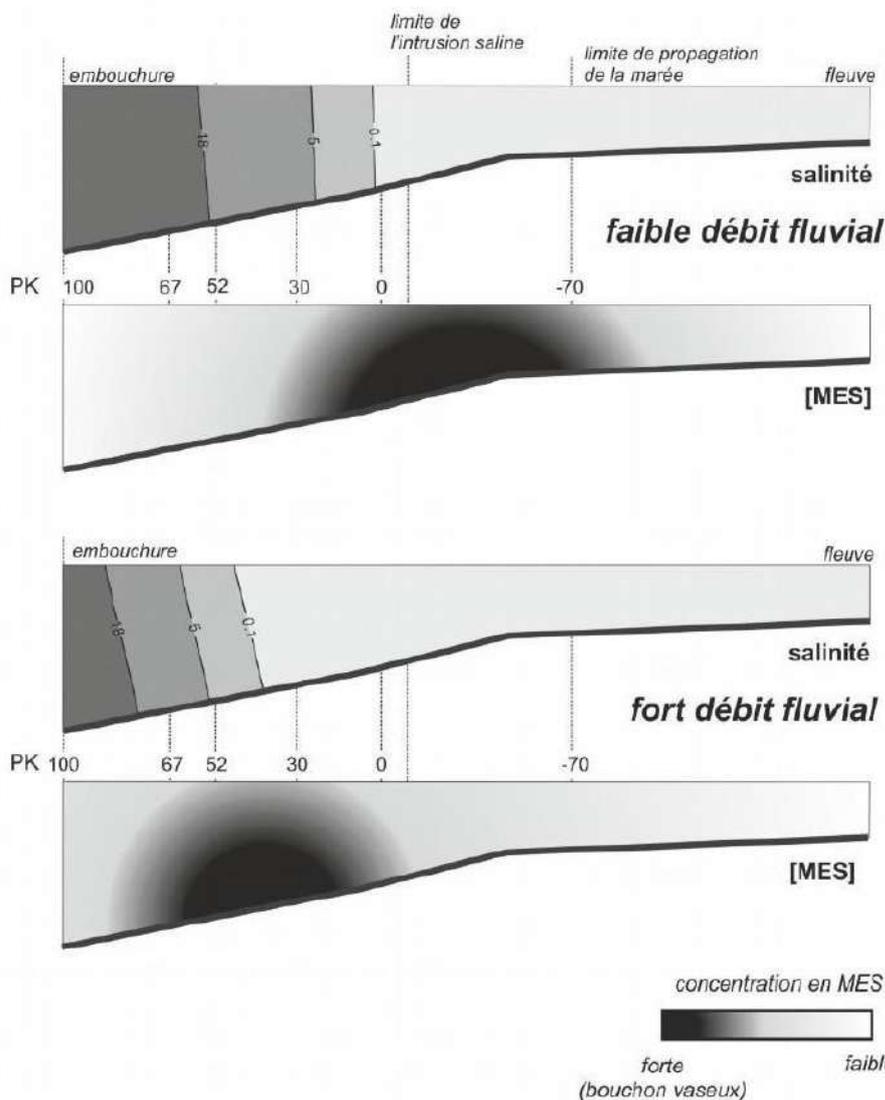


Figure 127 : schématisation de la salinité et des concentrations en MES en fonction des débits fluviaux

Tableau 4-hhhh : concentrations en MES mesurées en Gironde pendant l'été 2022

MES (mg/L)	surface			fond		
	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)
K	630	667	232-2720	1492	1605	211-6110
E	284	169	90-521	430	762	301-1973
F	123	151	30-287	131	104	30-1513

Les concentrations en MES mesurées en surface et au fond pendant l'été 2022 sont conformes aux valeurs habituellement mesurées dans l'estuaire. Le bouchon vaseux est plus proche du point K, en amont de l'estuaire, sous l'effet des faibles débits des cours d'eau. La stratification habituelle est aussi retrouvée, avec des concentrations plus fortes au fond qu'en surface.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

#### 4.8.2.3. 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, etc. Généralement dans l'estuaire, le pH augmente d'amont en aval, au fur et à mesure que la proportion d'eau marine devient plus importante. De même, en un point fixe, le pH varie en fonction de la proportion relative d'eau douce pendant le cycle de marée ou la saison.

Il n'existe pas de valeur de référence pour le pH dans l'estuaire (valeur réglementaire, valeur guide, etc...). Les valeurs obtenues en juillet et août sont donc comparées aux valeurs obtenues sur la période 2011-2020.

Tableau 4-iii : valeurs de pH mesurées en Gironde pendant l'été 2022

pH	surface			fond		
	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)
K	7,9	7,6	7,4-8,0	7,8	7,6	7,7-8,0
E	7,7	7,8	7,5-8,1	8,0	7,7	7,7-8,1
F	8,2	8,1	7,8-8,2	8,2	8,1	7,7-8,2

Les valeurs de pH mesurées dans l'estuaire sont globalement similaires à celles habituellement mesurées sur la période 2011-2020. Le gradient amont-aval du pH est bien présent pour les valeurs mesurées au fond. En surface, on retrouve aussi ce gradient en août. Pour la campagne de juillet, le gradient est bien présent entre les deux points éloignés (K et F). La valeur obtenue au point E, en surface, sur le prélèvement de juillet est plus faible, similaire à des valeurs déjà observées en été. L'analyse des données mesurées à mi-flot (3h après la basse mer) et à pleine mer (6 h après la basse mer) montre un gradient habituel entre les points K, E et F.

#### 4.8.2.4. Conclusion sur les paramètres physico-chimiques

L'analyse des données mesurées à basse mer (lorsque l'influence des cours d'eau est maximale) montre que les valeurs obtenues pour la salinité, les matières en suspension et le pH étaient comparables en 2022, aux valeurs habituellement mesurées en été dans l'estuaire. Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE du Blayais sur ces paramètres physico-chimiques pendant l'été 2022.

#### 4.8.3. Evaluation de l'impact sur la microbiologie

Les vibrions sont des espèces bactériennes du genre *Vibrio*, naturellement présentes dans les eaux saumâtres et marines. Les vibrions sont des espèces thermophiles, qui suivent donc un cycle annuel dont le maximum est atteint à l'été. Les concentrations en vibrions sont aussi influencées par d'autres facteurs environnementaux, notamment la salinité (influence variable selon les espèces) et la présence de matière en suspension (facteur globalement favorable).

Il n'existe pas de valeur de référence (seuil réglementaire, valeur guide, ...) pour la concentration en vibrions dans l'eau. Les résultats obtenus en juillet et août sont donc comparés aux valeurs de la période 2011-2020. Il est rappelé qu'en microbiologie, une différence d'une unité logarithmique n'est pas jugée significative. Il est aussi rappelé que les résultats présentés ici sont provisoires, en attente de validation par l'IFREMER.

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 4-jjjj : concentrations en vibrions totaux mesurées en juillet et août dans l'environnement du CNPE du Blayais

Vibrions (UFC/L)	juil-22	août-22	Juil.-août 2011-20 (min-max)
K	6 000	1200	200 - 19 400
E	4 800	6 000	730 - 80 000
F	31 400	8 200	990 - 186 333

Les concentrations en vibrions mesurées en juillet et août 2022 sont comparables aux valeurs habituellement mesurées dans la Gironde. La concentration mesurée au point F en juillet est plus élevée que les autres résultats de l'été 2022 mais reste comparable à des valeurs obtenues lors d'autres étés. Les valeurs mesurées à pleine mer pour ce point sont aussi élevées. A l'inverse, les concentrations mesurées en août au point K sont faibles. Ces résultats témoignent de conditions spatialement et temporairement favorables ou défavorables à la présence de vibrions, sans lien avec le fonctionnement du CNPE.

Les résultats obtenus concernant les vibrions ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE du Blayais sur ce paramètre microbiologique pendant l'été 2022.

#### 4.8.4. Evaluation de l'impact sur le zooplancton

Le zooplancton est l'ensemble des organismes non photosynthétiques et/ou de nature animale, sans capacité natatoire notable, et vivant généralement en suspension dans l'eau. Le zooplancton est suivi à raison de 8 campagnes par an dans l'environnement du CNPE du Blayais (points K, E et F), via l'étude du copépode de l'espèce *Eurytemora affinis*.

En effet, dans l'estuaire de la Gironde, les Copépodes sont largement dominés par cette espèce qui constitue habituellement plus de 80 % du zooplancton à l'échelle annuelle, sauf quand les conditions d'étiage sont très accentuées (1990, 1991 et 1997). Il est particulièrement abondant dans la zone oligo-mésohaline (0,5-10 g/kg) où sont également notées les plus fortes concentrations en matières en suspension.

Les espèces *Acartia tonsa* (espèce thermo-halophile), *Mesopodopsis slabberi* (typique de la zone aval de l'estuaire) et *Blackfordia virginica* sont aussi représentatives du zooplancton dans la Gironde.

Tableau 4-kkkk : abondance de 4 espèces du zooplancton dans l'environnement du CNPE du Blayais pendant l'été 2022.

Abondances (ind.m <sup>-3</sup> )	<i>A. tonsa</i>			<i>E. affinis</i>			<i>M. slabberi</i>			<i>B. virginica</i>		
	K	E	F	K	E	F	K	E	F	K	E	F
juil-22	0	238	1997	2049	130	0	106	198	536	41	70	0
août-22	164	2982	3800	2567	415	40	0	99	320	0	0	0

La répartition des abondances des 4 espèces étudiées, en juillet et août 2022, témoignent des conditions de faible débit et de températures relativement élevées. En effet, *A. tonsa*, halophile et caractéristique de la période estivale est fortement représentée dans la zone aval de l'estuaire (points E et F), mais aussi au point K en août. Il en est de même pour *M. slabberi* (espèces meso-polyhaline) présentant un gradient croissant vers l'aval, et une présence au point le plus amont (K) en juillet. On retrouve aussi l'espèce méso-polyhaline *B. virginica* au point K en juillet. A l'inverse, *E. affinis*, plus tolérant aux eaux oligohalines, est bien présente à l'amont (point K), mais présente une abondance faible aux points E et F. Ces résultats montrent que l'influence du milieu marin était prédominante dans la Gironde cet été, notamment au point E. Les espèces poly-halines ont pu coloniser les stations les plus amont, et les espèces euryhalines comme *E. affinis* sont restées dans la zone amont.

	<p align="center"><b>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</b></p>		
<p align="center">UNIE_GPEX</p>	<p>Référence : D455022006439</p>	<p>Indice : 1</p>	<p>Page 228/230</p>

Au point E (zone médiane de l'estuaire, sous influence des rejets du CNPE), l'ensemble des données obtenues en juillet et août 2022 s'inscrivent dans les gammes de valeurs habituellement mesurées sur la période 1978-2021, avec des disparités caractéristiques des années chaudes et sèches : les abondances d'*E. affinis* en juillet et août étaient très faibles au regard des concentrations habituellement mesurées à ce point. De telles abondances sont typiques des années présentant des débits très faibles (1990, 1991, 1997). A l'inverse, *A. tonsa* était notablement présent au point E, notamment en août, témoignant d'une anticipation de la période de production (habituellement maximale en septembre), sous l'effet des températures et de la salinité favorable au mois d'août. De même l'abondance plus importante en juillet qu'en août de *M. slabberi* au point E témoigne d'une anticipation de la production maximale en 2022 (habituellement maximale en août).

Globalement, les données obtenues sur **le zooplancton** en juillet et août 2022 sont cohérentes avec la série de données 1978-2022. La répartition et les dynamiques observées sont typiques des années présentant des températures élevées et de faibles débits entraînant une hausse de la salinité de l'estuaire, favorisant la présence d'espèces polyhalines et thermophiles dans tout l'estuaire et la répartition d'*E. affinis* en amont de l'estuaire. **Ces résultats ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE du Blayais sur le zooplancton.**

#### 4.8.5. Conclusion concernant le CNPE du Blayais

Le fonctionnement du CNPE du Blayais pendant l'été 2022 est resté dans le cadre des conditions climatiques normales définies pour ce site. Le programme de surveillance pérenne (applicable en conditions climatiques normales) a été mis en œuvre en juillet et août.

L'analyse des résultats de la surveillance physico-chimique et microbiologique ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur. Le suivi du zooplancton indique une structuration spatio-temporelle cohérente avec les conditions de canicule et d'étiage, déjà rencontrée lors des années de faibles débits des cours d'eau, sans lien avec le fonctionnement du CNPE du Blayais.

## 5. CONCLUSION GENERALE

Les conditions hydrologiques et météorologiques de l'été 2022 ont conduit à l'atteinte de températures :

- Conditionnant le passage en « Conditions Climatiques exceptionnelles » pour le CNPE de Golfech ;
- Nécessitant l'application de modifications temporaires des limites de rejets thermiques des CNPE du Bugey, de Saint-Alban, du Tricastin et de Golfech.

Ces modifications temporaires étaient liées à des requis de puissance sur le réseau électrique par RTE, ou par une demande de fonctionnement à pleine puissance émise 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 ont atteint au maximum 26,8°C (Bugey), 28,04°C (Saint-Alban), 28,6°C (Tricastin) et 29,2°C (Golfech).

	<b>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</b>		
	UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1

Tableau 5-a : Bilan général des températures atteintes et du nombre de jours de CCE et SE pour les différents CNPE

CNPE	Température amont	Température aval calculée après mélange	Limite T°aval en CCE	Nb de jours de CCE	Nb de jours de SE	Commentaire
	Max. été 2022	Max. été 2022				
Bugey	25,2 °C	26,8 °C	27°C	-	8 jours	Limite de température aval CCE non dépassée
Saint-Alban	26,6 °C	28,0 °C	29°C	-	1 jour	
Tricastin	25,7 °C	28,6 °C	29°C	-	9 jours	
Golfech	29,1 °C	29,2 °C	30°C	9 jours	6 jours	

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. Les résultats des programmes de surveillance renforcée, complétés par des résultats de la surveillance applicable en conditions climatiques normales pour la période estivale ont été analysés notamment par une comparaison amont-aval.

Concernant le **suivi du panache thermique**, différents types de campagnes de mesures ont été réalisées en aval des CNPE, en tenant compte de la connaissance historique du panache thermique et des enjeux locaux au droit de chaque site (mesure en continu par sonde en points fixes, profils de température d'eau et/ou thermographie aérienne). Quatre CNPE ont fait l'objet de campagne de suivi thermique : Bugey, St-Alban, Tricastin et Golfech. Ces campagnes ont permis de confirmer que **les caractéristiques du panache thermique étaient similaires à celles déjà observées lors de précédentes campagnes réalisées, que ce soit en période estivale ou en dehors des périodes estivales**, notamment en aval des CNPE de Golfech et Tricastin. En aval du CNPE de St-Alban, les mesures dans le canal de dérivation du Rhône présentent des caractéristiques un peu différentes de celles observées lors de précédentes campagnes (stratification plus marquée en amont de l'usine), même si ces mesures confirment les caractéristiques globales du panache déjà observées dans la retenue du Rhône.

Sur Bugey, le suivi réalisé durant l'été 2022 confirme également la complémentarité des mesures aux SMP amont et aval pour suivre les températures d'eau en zone influencée et non influencée par les rejets thermiques autour du CNPE.

Plus globalement, les mesures réalisées en points fixes montrent que le suivi en continu associées aux 3 stations multiparamètres (amont, rejet, aval) est représentatif des températures atteintes dans le cours d'eau, en amont de l'ouvrage de rejet, à proximité des rejets et en aval de l'ouvrage de rejet.

Les résultats de la **surveillance physico-chimique et microbiologique** ne mettent pas en évidence d'influence notable du fonctionnement des CNPE concernés sur ces compartiments.

Si des différences temporaires ont pu être observées entre l'amont et l'aval des CNPE pour certains paramètres décrivant les peuplements **du phytoplancton, du zooplancton ou des diatomées benthiques**, ces paramètres étaient de nouveau similaires entre stations à l'automne. Ainsi, ces résultats ne mettent pas en évidence d'influence notable du fonctionnement des CNPE concernés sur ces compartiments.

De même, des différences temporaires ont pu être observées concernant **l'état sanitaire** ou la **structure du peuplement des poissons** pour le CNPE du Bugey, avant un retour à des situations comparables entre stations amont et aval à l'automne. Pour les CNPE de Golfech et Tricastin, aucune différence notable n'a été constatée concernant les poissons. Le fonctionnement de ces trois CNPE n'a donc pas eu d'influence notable sur le compartiment piscicole.

	<b>BILAN DU FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLEAIRES DU BLAYAIS, DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE, DE GOLFECH, DU TRICASTIN ET DU BUGÉY PENDANT LA PERIODE ESTIVALE 2022</b>		
UNIE_GPEX	Référence : D455022006439	Indice : 1	Page 230/230

Pour le CNPE de Saint-Alban, aucune influence notable sur l'état sanitaire des poissons n'a été mise en évidence. Les résultats du suivi de la structure du peuplement piscicole indiquent une différence entre les stations amont et aval, pouvant s'expliquer par un comportement d'évitement de certaines espèces vis-à-vis de la zone échauffée, couplée à des conditions défavorables d'habitat et de courantologie dans le canal de fuite (station aval). Ce type de résultats est cohérent avec les conclusions de l'étude thermique du Rhône dans le contexte du changement climatique et des conditions de canicule prolongée.

En complément de la surveillance hydroécologique des CNPE, 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.