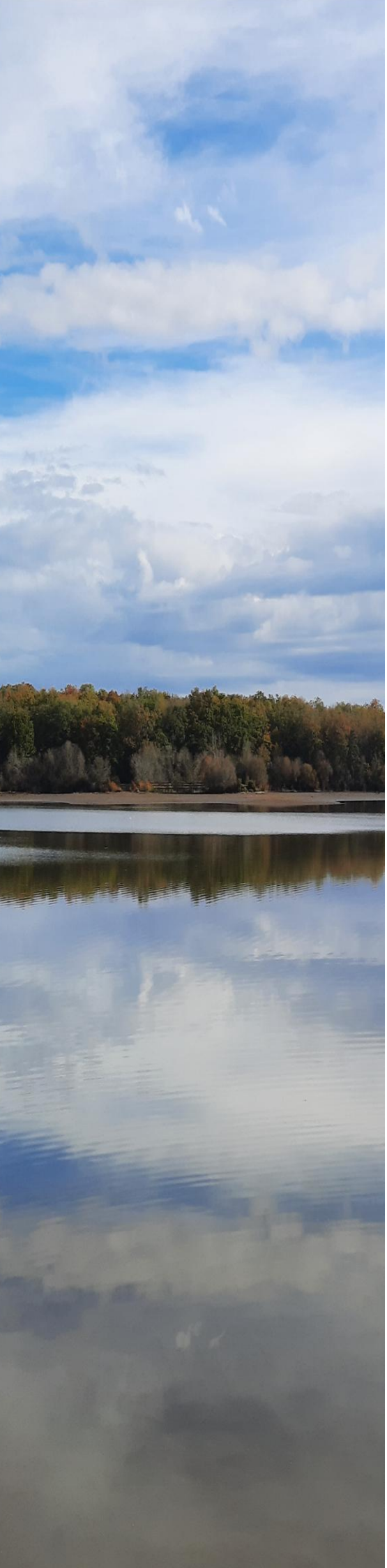


Complément à l'étude d'impact- impact thermique

NOBEL SPORT

57 RUE PIERRE CHARRON 75008 PARIS - France
a.joissains@nobelsport.fr

Avril 2026

Contact :

contact@ecolimneau.fr

www.ecolimneau.com

07 86 40 41 02

Contexte

Cette étude est un complément de l'étude d'impact sur l'effet du rejet d'eau de refroidissement de l'unité de distillation à une température de +5°C par rapport à la prise d'eau au niveau de l'étang sur la rivière de la Douffine. Le rejet se fait dans l'étang en amont du barrage.

Les valeurs d'impact estimées seront effectuées en aval de ce barrage, le barrage étant considéré comme le « cours d'eau » récepteur, afin de ne pas intégrer la température du barrage et les effets de stratification thermiques, alors inconnues sur le site.

A partir de données thermiques mesurées ponctuellement et de l'étude hydrologique, l'impact thermique du rejet industriel sera évalué. Le rejet est fixé à 350 m3/h, soit 97 l/s, et une température de +5°C par rapport à la prise d'eau dans le plan d'eau.

Données hydrologiques

Les données d'entrée sur l'hydrologie sont issues de l'étude hydrologique de FishPass, reconstituant les données hydrologiques au droit du site d'étude. Les valeurs de la station de référence de la Douffine (Lopérec) sont corrigées par la méthode Myer par les valeurs du bassin versant entre la station et le barrage.

SYNTHESE HYDROLOGIQUE

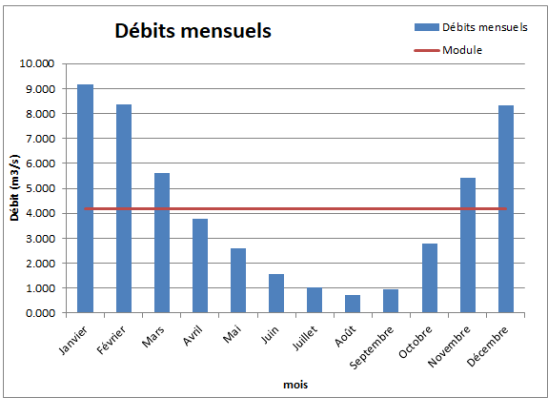
Barrage de Pont de Buis

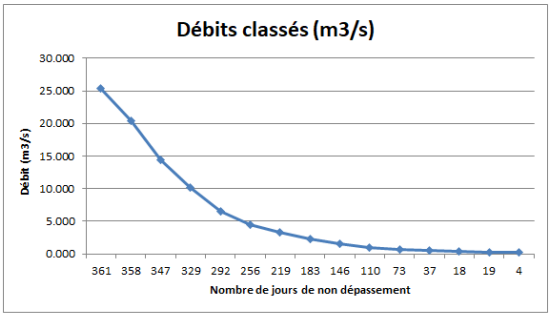
Méthode de Myer

Rivière étudiée	La Douffine
Site d'étude	Barrage de Pont de Buis
Superficie du bassin versant étudié (km²)	172.09
Station de référence	J383 4010 01
Rivière de référence	La Douffin à Lopérec
Superficie du bassin versant référence (km²)	138.73
Période référence	24/06/1966 - 05/07/2023

Débits caractéristiques		**Q (m³/s)**
Débits mensuels	*Janvier*	9.155
	Février	8.348
	Mars	5.632
	Avril	3.783
	Mai	2.580
	Juin	1.575
	Juillet	1.042
	Août	0.706
	Septembre	0.935
	Octobre	2.779
	Novembre	5.433
	Décembre	8.336
Module		4.180
Débits d'étiage	*QMNA 5 ans sec*	0.321
	QMNA 2 ans	0.490
	Q3J-2ans	0.339
Débits de crue	*QJA2*	35.105
	QIX2	49.495
	QIX5	69.982
	QIX10	84.952
	QIX20	99.329
	QIX50	117.864
	QIX100	Non calculée

Débits classés		
Fréquence non dépassement	**Nb jours/an**	**Q Classés (m³/s)**
0.99	*361*	25.430
0.98	*358*	20.344
0.95	*347*	14.389
0.9	*329*	10.209
0.8	*292*	6.450
0.7	*256*	4.490
0.6	*219*	3.262
0.5	*183*	2.282
0.4	*146*	1.551
0.3	*110*	0.984
0.2	*73*	0.677
0.1	*37*	0.455
0.05	*18*	0.346
0.02	*19*	0.243
0.01	*4*	0.182





* QJ: débit moyen journalier
** QIX: débit instantanné maximal

Figure 1: Tableau de débit. Source: FishPass, 2024

Données thermiques et hydrobiologiques

Des suivis sont présents dans Naïades sur deux stations à proximité du barrage :

- Une station existante à l'amont « Douffine à Saint Ségal » code Sandre : 04178127, située à environ 1,4 km du barrage
- Une station présente à l'aval « Douffine à Pont de Buis lès Quimerc'h » code sandre : 04179780, située à environ 1,6 km du barrage

Sur ces deux stations, depuis les 5 dernières années, seuls des suivis physico-chimiques ont été réalisés sur les deux sites. Sur la Douffine à Saint Ségal, à l'amont, des suivis hydrobiologiques ont également été réalisés. Sur le site à l'aval, seul un suivi des anguilles est disponible ainsi que le suivi des Escherichia Coli en 2023. Aucun suivi thermique en continu est présent sur les deux sites. La température a été suivie en 2023, 2024 et 2025 sur la station à l'amont du barrage, avec une valeur maximale de 20°C mesurée le 25/06/2024. Cependant ces mesures sont ponctuelles et réalisées au maximum 2 fois par mois.

Tableau 1: Données thermiques disponibles

Date	Température (°C)	Date	Température (°C)
12/04/2023	11	11/04/2024	11.3
25/04/2023	9.4	15/05/2024	13.5
16/05/2023	12	21/05/2024	15.4
22/05/2023	12.7	13/06/2024	11.5
12/06/2023	16.5	18/06/2024	15.1
16/06/2023	17.3	25/06/2024	20
04/07/2023	17.2	17/07/2024	15.5
17/07/2023	15.6	12/08/2024	19.4
17/08/2023	14.8	13/08/2024	17.3
22/08/2023	16.8	16/09/2024	12.5
30/08/2023	15	02/10/2024	12.2
13/09/2023	16.4	16/10/2024	14.6
14/09/2023	14.8	13/11/2024	9.5
16/10/2023	10.8	16/12/2024	10.05
13/11/2023	13.1	21/01/2025	6.5
13/12/2023	10.9	17/03/2025	6.9
14/02/2024	12.1	14/05/2025	13.1
21/02/2024	10.1	11/07/2025	18.3
13/03/2024	11.1	15/09/2025	15
		Moyenne générale	**13.26**

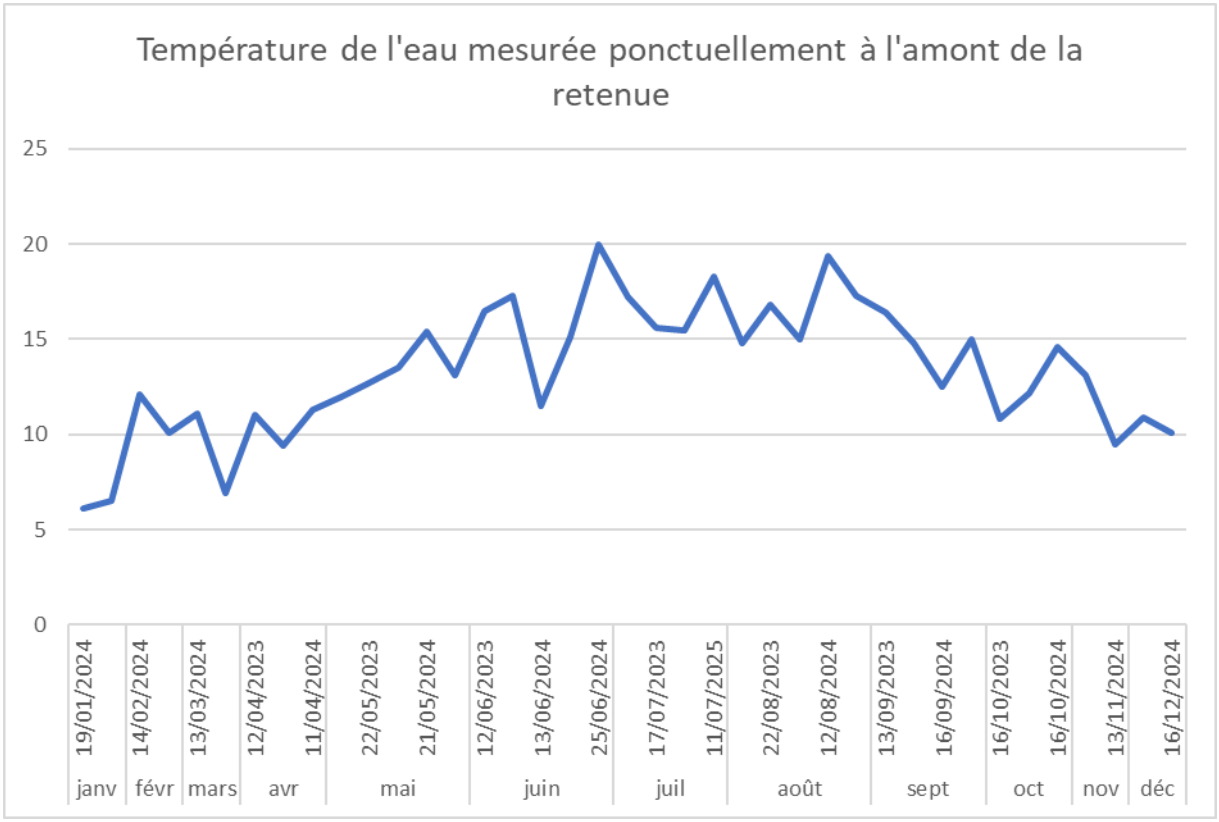


Figure 2: Graphique des données thermiques disponibles (en degrés celcius) - mesures ponctuelles

Le barrage est positionné sur le tronçon de rivière suivant classé en liste 1 et 2 au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement.

Classement liste 1 :

La Douffine de la source jusqu'à l'estuaire.

Classement liste 2 :

La Douffine de la confluence du Rivoal et du Grand-Pont jusqu'a la mer

Espèces : Anguille, saumon atlantique, truite de mer, lamproie marine et espèces holobiotiques

Les espèces suivantes sont retenues comme espèces cibles pour le dimensionnement de l'aménagement :

Espèces cibles :

Anguille, saumon atlantique, truite de mer, lamproie marine, truite fario

Estimation de l'impact thermique de la sortie d'eau de refroidissement de l'unité de distillation sur le cours d'eau aval

Nous avons établi une modélisation de l'impact thermique des eaux de l'usine sur le barrage et le cours d'eau aval. Pour cela, nous avons établi en données d'entrée :

- Température en amont de la retenue d'après les données disponibles sur Naïades
- Débits des cours d'eau d'après l'étude hydrologique établie par FishPass
- Valeur de débit réservée de 410 l/s
- Valeur de sortie d'eau de l'usine d'un débit de 97 l/s et d'une température de + 5°C par rapport à la prise d'eau dans l'étang

Nous avons proposé trois scénarios, à partir des données initiales et avec un facteur d'aggravation afin de pallier à l'absence de données en continu, donc d'une perte de l'information, et d'une possibilité de dépassement de ces valeurs dans un cadre de changement climatique. Les trois scénarios sont les suivants :

- Bon : basé sur les données mesurées dans Naïades et sur les données hydrologiques actuelles
- Moyen : données du scénario bon, soit les données actuelles, avec une augmentation de 1°C pour la température et une réduction de 15% du débit de la rivière à l'amont
- Mauvais : données du scénario bon, avec une augmentation de 1,5°C et une diminution de 25% du débit du cours d'eau
- Maximum envisagé : nous avons envisagé un scénario plus impactant, avec une température de +2°C des températures mesurées, et un débit de la rivière au QMNA5 sec, soit 321 l/s.

A partir de ces données il a été calculé les conditions initiales présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2: données d'entrée de la modélisation

Mois	Scénario	Débit envoyé depuis l'usine (l/s)	Débit de la rivière à l'amont (l/s)	Température estimée de la rivière à l'amont	Température de sortie de l'unité de distillation
Juin	Bon	97	2 500	20	25
	Moyen	97	2125	21	26
	Mauvais	97	1806.25	21.5	26.5
Juillet	Bon	97	1042	18.3	23.3
	Moyen	97	885.7	19.3	24.3
	Mauvais	97	752.845	19.8	24.8
Août	Bon	97	706	19.4	24.4
	Moyen	97	600.1	20.4	25.4
	Mauvais	97	510.085	20.9	25.9
Maximum envisagé		97	321	22	27

A partir de ces données, il a été calculé des indicateurs de suivi de l'impact thermique, dont notamment le bilan thermique. Ce dernier est calculé en combinant la température et le « volume », soit ici le débit, afin d'avoir des calories.

BT= $C\rho * Tref * dV$*p

Avec BT : bilan thermqiue, p : densité de l'eau (1kg/cm3), Cp : chaleur spécifique de l'eau (1cal/cm²), Tref : température de référence, dV : débit en l/s

Dans le cas de confluences entre deux flux à débits et températures différentes, le bilan thermique est un indicateur intéressant afin de connaître la dilution à l'aval et les pourcentages d'apport de chaque élément.

Tableau 3: bilan thermique à l'amont et aval

Mois	Scénario	Débit envoyé depuis l'usine (l/s)	Débit de la rivière à l'amont (l/s)	Température estimée de la rivière à l'amont	Température de sortie de l'unité de distillation	Part du débit envoyé / débit de la rivière	Bilan thermique de la rivière (kcal/cm²)	Bilan thermique de la sortie d'eau (kcal/cm²)	% du bilan thermique de la sortie d'eau
Juin	Bon	97	2 500	20	25	4%	50.0	2.425	5%
	Moyen	97	2125	21	26	5%	44.6	2.522	6%
	Mauvais	97	1806.25	21.5	26.5	5%	38.8	2.5705	7%
Juillet	Bon	97	1042	18.3	23.3	9%	19.1	2.2601	12%
	Moyen	97	885.7	19.3	24.3	11%	17.1	2.3571	14%
	Mauvais	97	752.845	19.8	24.8	13%	14.9	2.4056	16%
Août	Bon	97	706	19.4	24.4	14%	13.7	2.3668	17%
	Moyen	97	600.1	20.4	25.4	16%	12.2	2.4638	20%
	Mauvais	97	510.085	20.9	25.9	19%	10.7	2.5123	24%
Maximum envisagé		97	321	22	27	30%	7.1	2.619	37%

En complément a été calculé la dilution de l'eau entre la sortie d'eau et l'eau du plan d'eau. Cet élément nous donne la température supposée à la confluence de deux arrivées d'eau de température et débit distincts.

Il a également été calculé l'impact thermique, soit la différence de température entre l'amont et l'aval après confluence, ainsi que la température et l'impact thermique à 1 km en aval. Ce calcul est basé sur une estimation moyenne de récupération thermique d'un cours d'eau à l'aval d'un impact à environ 0,06°C/100m, soit 0,6°C par km (Caissie, 2006, Touchart et al., 2018, Choffel, 2019).

Tableau 4: température et impact thermique à l'aval

Mois	Scénario	Débit envoyé depuis l'usine (l/s)	Débit de la rivière à l'amont (l/s)	Température estimée de la rivière à l'amont	Température de sortie de l'unité de distillation	Température estimée aval	Température estimée à 1 km de la retenue	Impact thermique total à la sortie de la retenue	Impact thermique total à 1km de la retenue
Juin	Bon	97	2 500	20	25	20.2	20.0	0.19	0.0
	Moyen	97	2125	21	26	21.2	21.0	0.22	0.0
	Mauvais	97	1806.25	21.5	26.5	21.8	21.5	0.25	0.0
Juillet	Bon	97	1042	18.3	23.3	18.7	18.3	0.43	0.0
	Moyen	97	885.7	19.3	24.3	19.8	19.3	0.49	0.0
	Mauvais	97	752.845	19.8	24.8	20.4	19.8	0.57	0.0
Août	Bon	97	706	19.4	24.4	20.0	19.4	0.60	0.0
	Moyen	97	600.1	20.4	25.4	21.1	20.5	0.70	0.1
	Mauvais	97	510.085	20.9	25.9	21.7	21.1	0.80	0.2
Maximum envisagé		97	321	22	27	23.2	22.6	1.16	0.6

Les températures évaluées ont été comparées aux seuils de tolérance des espèces cibles dans le cours d'eau aval. Les espèces cibles, évaluées lors de pêches électriques ou suivi ichtyologiques sur la station amont sont le saumon, la truite fario et l'anguille. Parmi ces espèces, il est considéré que la truite fario est la plus thermosensible, et servira de référence, avec les valeurs suivantes :

- Optimum thermique : 12 °C – 17 °C
- Seuil de stress : 19 °C – 20 °C
- Seuil critique / Létal : 24 °C – 25 °C

Tableau 5: Températures à l'amont, à l'aval et en sortie avec seuil de tolérance

Mois	Scénario	Débit envoyé depuis l'usine (l/s)	Débit de la rivière à l'amont (l/s)	Température estimée de la rivière à l'amont	Température de sortie de l'unité de distillation	Température estimée aval	Température estimée à 1 km de la retenue	Indice d'impact	Seuil de tolérance espèces cible dépassé
Juin	Bon	97	2 500	20	25	20.2	20.0	Modéré	Stress
	Moyen	97	2125	21	26	21.2	21.0	Modéré	Stress
	Mauvais	97	1806.25	21.5	26.5	21.8	21.5	Modéré	Stress
Juillet	Bon	97	1042	18.3	23.3	18.7	18.3	Réduit	Stress
	Moyen	97	885.7	19.3	24.3	19.8	19.3	Réduit	Stress
	Mauvais	97	752.845	19.8	24.8	20.4	19.8	Modéré	Stress
Août	Bon	97	706	19.4	24.4	20.0	19.4	Modéré	Stress
	Moyen	97	600.1	20.4	25.4	21.1	20.5	Modéré	Stress
	Mauvais	97	510.085	20.9	25.9	21.7	21.1	Modéré	Stress
Maximum envisagé		97	321	22	27	23.2	22.6	Modéré	Stress

Résultats de l'impact thermique

D'après la modélisation, le maximum du scénario « mauvais » des trois mois, entraînerait une augmentation de la température à l'aval, à la confluence entre le rejet et la rivière, de +0,8°C. Ce maximum est porté à 1,16 °C dans le scénario « maximum », avec un débit au QMNA5.

La part calorifique du rejet de l'usine serait au maximum de 24% (soit un apport de chaleur de 24% à la confluence) et 37% dans le scénario « maximum ». Dans tous les cas présentés, le ratio est inférieur à 50%.

A 1 km à l'aval, l'impact thermique est réduit à +0,2°C au maximum, et +0,6°C dans le scénario « maximum ».

Dans tous les scénarios, la température « critique » ou létale de la truite n'a jamais été atteinte. Bien que la température modélisée atteigne les 27°C à la sortie de l'usine, celle-ci est réduite à un maximum de 23,2°C, soit 1,8°C en deçà de la température létale de la truite fario.

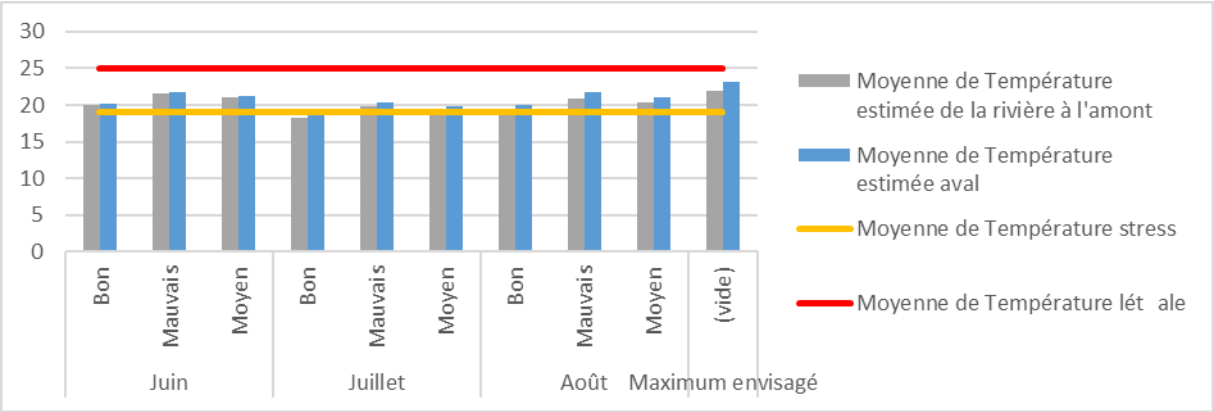


Figure 3: graphique des températures amont et aval et des seuils de tolérance de la truite fario

Limites de l'étude

Certaines limites de l'étude sont évidentes et peuvent entraîner un biais d'interprétation. Cependant, la modélisation effectuée reste proche de la réalité. Les limites principales de l'étude sont :

- **La prise en compte de températures et de débits sans mesures en continue**. Les mesures thermiques en continu, avec l'installation de thermomètres enregistreurs en amont et en aval pourraient conforter la modélisation et apporter des valeurs plus précises

- La valeur du cours d'eau à l'aval ne prend pas en compte la profondeur de sortie d'eau de l'étang. En effet, la sortie d'eau étant à mi-fond, à environ 3m de profondeur, celle-ci peut réduire la température de l'eau de la rivière de plusieurs degrés en période de stratification thermique (Touchart, 2007, Choffel, 2019). **De fait, la température à l'aval peut être considérée comme inférieure à celle modélisée.**

Préconisations

L'impact thermique a été évalué comme réduit sur l'étang et le cours d'eau aval. Nous préconisons tout de même deux actions possibles.

Instaurer un suivi de la température sur une période estivale

Sur la période de juin à septembre, il est possible d'effectuer un suivi de la température afin de s'assurer que l'impact est réduit. Un thermomètre enregistreur est déjà installé au niveau de l'étang depuis cet hiver. Il est possible d'intégrer un autre thermomètre à l'amont de la sortie d'eau de l'usine, un autre à la sortie directe de l'usine et enfin un dernier environ 100m à l'aval de l'étang, dans la rivière. Soit un total de trois (3) thermomètres en plus de celui déjà installé. Un suivi horaire est suffisant pour effectuer une analyse précise et éviter tout manque d'information. Cependant, il est recommandé que le suivi soit réglé sur le même système que le thermomètre déjà en place.

Abaisser la sortie d'eau de l'usine

Il est également possible d'abaisser la sortie d'eau de l'usine dans la partie plus fraiche de l'étang, située en profondeur sous la thermocline. A partir d'une profondeur d'environ 2 à 3m, la température de l'eau de l'étang sera plus fraiche que celle de surface, se rapprochant de la température à l'amont de l'étang. En ce sens, en installant la sortie d'eau à une profondeur plus importante, l'eau réchauffée va se mélanger à une eau plus fraiche. Le refroidissement de l'eau à la confluence devrait être plus efficace. L'eau chaude, plus dense, va remonter vers la surface lentement tout en continuant à se refroidir par dilution dans l'étang.

Nous préconisons donc une sortie d'eau à **environ 3m de profondeur** afin d'assurer un meilleur refroidissement.

Tableau 6: Tableau complet d'étude de l'impact thermique

Mois	Scénario	Débit envoyé depuis l'usine (l/s)	Débit de la rivière à l'amont (l/s)	Température estimée de la rivière à l'amont	Température de sortie de l'unité de distillation	Part du débit envoyé / débit de la rivière	Bilan thermique de la rivière (kcal/cm²)	Bilan thermique de la sortie d'eau (kcal/cm²)	% du bilan thermique de la sortie d'eau	Température estimée aval	Température estimée à 1 km de la retenue	Impact thermique total à la sortie de la retenue	Impact thermique total à 1km de la retenue	Indice d'impact	Seuil de tolérance espèces cible dépassé
Juin	Bon	97	2 500	20	25	4%	50.0	2.425	5%	20.2	20.0	0.19	0.0	Modéré	Stress
	Moyen	97	2125	21	26	5%	44.6	2.522	6%	21.2	21.0	0.22	0.0	Modéré	Stress
	Mauvais	97	1806.25	21.5	26.5	5%	38.8	2.5705	7%	21.8	21.5	0.25	0.0	Modéré	Stress
Juillet	Bon	97	1042	18.3	23.3	9%	19.1	2.2601	12%	18.7	18.3	0.43	0.0	Réduit	Stress
	Moyen	97	885.7	19.3	24.3	11%	17.1	2.3571	14%	19.8	19.3	0.49	0.0	Réduit	Stress
	Mauvais	97	752.845	19.8	24.8	13%	14.9	2.4056	16%	20.4	19.8	0.57	0.0	Modéré	Stress
Août	Bon	97	706	19.4	24.4	14%	13.7	2.3668	17%	20.0	19.4	0.60	0.0	Modéré	Stress
	Moyen	97	600.1	20.4	25.4	16%	12.2	2.4638	20%	21.1	20.5	0.70	0.1	Modéré	Stress
	Mauvais	97	510.085	20.9	25.9	19%	10.7	2.5123	24%	21.7	21.1	0.80	0.2	Modéré	Stress
Maximum envisagé		97	321	22	27	30%	7.1	2.619	37%	23.2	22.6	1.16	0.6	Modéré	Stress