

LA LAITUE D'EAU (*PISTIA STRATIOTES*)

2023

Effets de la laitue d'eau sur la physico-chimie du contre canal du Rhône



Fédération de Pêche et Protection
du Milieu Aquatique du Gard

Document de travail

Table des matières

I.	Introduction.....	2
II.	Matériel et méthode	3
1.	Présentation de la zone d'étude	3
2.	Présentation de l'espèce	4
3.	Usages et impacts	5
4.	Mesures d'endiguement	6
5.	Protocole 2023.....	7
III.	Résultats et Discussion	9
IV.	Conclusion	21
V.	Bibliographie.....	22
VI.	Sitographie	23

I. Introduction

Les milieux aquatiques rassemblent de nombreux habitats naturels qui assurent le cycle de vie d'un très grand nombre d'espèces, ainsi que de nombreux services écosystémiques. Ces écosystèmes constituent par conséquent d'importants réservoirs de biodiversité. Ils sont cependant menacés par les activités et usages anthropiques tels que l'agriculture intensive ou l'industrie. Les masses d'eau subissant des pressions se trouvent donc être perturbées (modification des habitats, de la physico-chimie, des peuplements, etc ...) et sensibles aux invasions biologiques, caractéristiques des écosystèmes dégradés.

La « Liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne » a été mise à jour en 2022 par la Commission Européenne. Elle inclue ainsi 22 nouvelles espèces, comprenant 5 espèces végétales, dont *Pistia stratiotes*, pour laquelle l'inscription entrera en vigueur en août 2024. Une espèce exotique envahissante (EEE) est une espèce introduite par l'homme volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle, et qui menace les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces locales (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires).

Originnaire d'Amérique du sud, cette plante tropicale exotique a largement été introduite dans le reste du monde. Avant 2012, cette espèce a été observée de manière ponctuelle et éphémère en France. Sa présence aléatoire s'expliquait par le caractère gélif de la plante : les peuplements observés quelquefois en fin d'été dans le Sud-Ouest (Gironde) et en région méditerranéenne (Gard, Hérault, Vaucluse, Bouches-du-Rhône) semblaient disparaître avec l'hiver et dépendre de réintroductions régulières (espèce utilisée en aquariums de serres ou d'appartement et en bassins extérieurs). Cependant, depuis 2012, la plante est retrouvée de manière beaucoup plus régulière sur l'ensemble de la région Occitanie. Ceci est inquiétant de par ces capacités de dissémination rapide que lui confère son caractère envahissant. De plus, la CNR (Compagnie Nationale du Rhône) a signalée l'hiver 2015-2016 comme particulièrement doux et ayant permis à la plante de subsister sur le contre canal du Rhône malgré sa caractéristique gélive (Fried, 2016).

Ce suivi de la physico-chimie du contre canal du Rhône propose d'étudier l'impact de la laetue d'eau (*Pistia stratiotes*) sur ce dernier. Les objectifs de l'étude sont donc :

- D'évaluer les modifications physico-chimiques avec l'évolution de la laetue d'eau
- D'évaluer qualitativement le peuplement piscicole du cours d'eau (plongées)

II. Matériel et méthode

1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée le long du contre canal du Rhône entre la ville d'Aramon et la confluence avec le Gardon (Figure 1). Ce contre canal a été aménagé en 1970 par la Compagnie Nationale du Rhône. Il prend naissance à Villeneuve les Avignon pour se jeter dans le Gardon à Comps. Sa largeur est d'une dizaine de mètres pour 1.50 mètre de profondeur en moyenne. Selon la CNR, le front de colonisation de *Pistia stratiotes* commencerait au niveau de la commune Les Angles.



Figure 1. Zone d'étude sur le contre canal du Rhône

T1 : tronçon n°1 ; T2 : tronçon n°2 ; T3 : tronçon n°3 ; T4 : tronçon n°4

2. Présentation de l'espèce

La Laitue d'eau, *Pistia stratiotes* L. (Araceae) est une plante aquatique vivace, flottante à feuilles en rosette. Sa position taxonomique est la suivante : Tracheophyta ; Liliopsida ; Arales ; Araceae (Aracées). Elle flotte et dérive à la surface de l'eau avec les feuilles émergées et les racines immergées dans l'eau. Les feuilles sont spongieuses, simples et spatulées avec des nervures longitudinales de couleur vert clair. Elles sont couvertes de poils courts et peuvent atteindre 50 cm de long. Un seul bourgeon est en connexion avec toutes les feuilles serrées et accompagnées d'une série de tiges latérales. Le système racinaire est fourni. Les racines sont fasciculées et peuvent atteindre 50 cm de long. La plante produit un grand nombre de stolons lui permettant de coloniser le milieu. (Figure 2)



Figure 2. *Pistia stratiotes* (Source : SMAGE des Gardons)

Pistia stratiotes est originaire d'Amérique du Sud, elle est présente en Bolivie, au Brésil, au Paraguay et dans la région Pantanal d'Amérique du Sud. De plus, de nombreuses zones d'introduction sont connues sur les cinq continents (Figure 3).

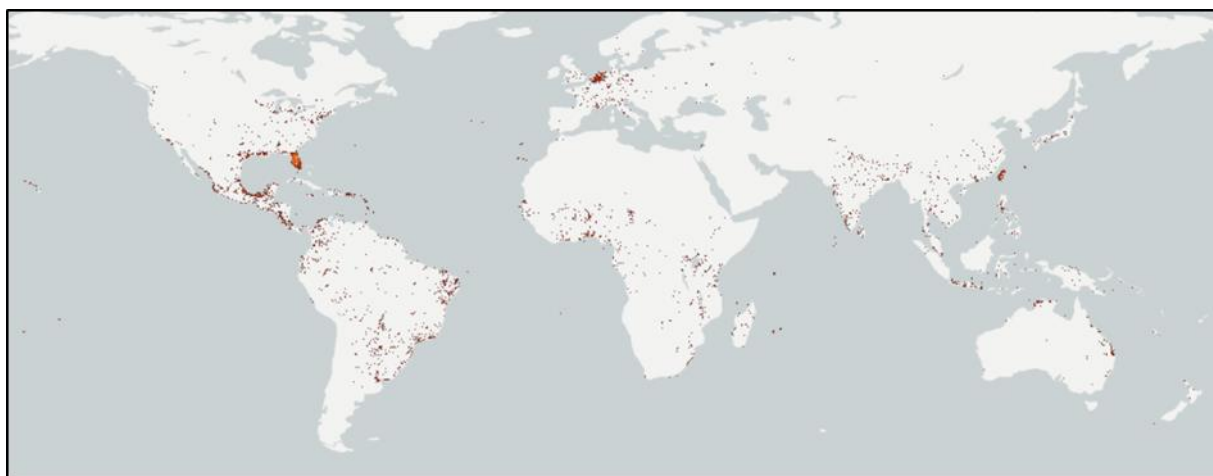


Figure 3. Carte de répartition des observations de *Pistia stratiotes* (Source : GBIF)

Les habitats favorables de *Pistia stratiotes* sont la surface de l'eau des rivières à faible courant, les zones humides, les réservoirs, les canaux d'irrigation, les étangs, les lacs, les canaux et les fossés. Elle est opportuniste et a la capacité d'exploiter de nouveaux habitats.

Les conditions de développement de la laitue d'eau lui confèrent une capacité remarquable à se développer et se reproduire dans les milieux eutrophes, milieux nutritifs et même hypernutritifs. Sa croissance est en effet extrêmement rapide dans des plans d'eau entiers ou des portions de cours d'eau dépourvus de courant qui peuvent être recouverts par un tapis dense de rosettes connectées par des stolons. Le taux de croissance des plantes est soumis à différents facteurs, dont la température, l'ensoleillement, la densité de population et la présence de nutriments. Bien que la laitue d'eau préfère les eaux légèrement acides (pH de 6,5 à 7,2) entre 22 et 30°C, la plante peut résister à des températures en dessous de 10°C. Mais elle est sensible aux basses températures et au gel. Le tapis végétal disparaît lorsqu'elle est prise dans la glace et à des températures légèrement supérieures à 0°C. Les plantes peuvent résister à des températures glaciales sous une forme flottante réduite, à condition que les feuilles soient en contact direct avec la surface de l'eau à des températures supérieures à 10°C. Les graines sont les organes de résistance au froid ou à la sécheresse. Elles germent à une température minimale de 20°C, avec un idéal autour de 25°C. Ces graines sont résistantes à de longues périodes de gel ne dépassant pas -5°C. Cependant, leur taux de germination décroît avec une période de gel prolongée. Par ailleurs, la laitue d'eau s'est avérée être tolérante au sel et peut supporter 200 mM de NaCl dans l'eau.

3. Usages et impacts

La laitue d'eau possède de nombreux usages. Elle est largement utilisée comme plante ornementale en Europe, en aquarium de serres ou d'appartements et en bassins extérieurs. La grande capacité d'absorption des racines fait d'elle une plante-filtre dépolluante de phytoremédiation (métaux, produits chimiques, huile, produits pharmaceutiques, produits de soin, produits de traitements des eaux usées) (Organization, 2017). La plante est, par ailleurs, utilisée en agriculture : comme alimentation animale, engrais ou comme herbicide (libère des composés allélopathiques) (Velard.C, 1998). Elle peut également être transformée en agrocarburant dans la production de biogaz (Khan et al., 2014). *Pistia stratiotes* est aussi utilisée dans la médecine ayurvédique et pour ses propriétés diurétiques, antidiabétiques, antidermatophytiques, antifongiques et antimicrobiennes (Organization, 2017).

Cependant, sa présence est également cause de nuisances. En effet, elle est un habitat favorable à la prolifération de vecteurs de maladie comme le moustique (Labrada R., 1998 ; Rojas-Sandoval et *al.*, 2022). Sa présence en tapis végétal impact les activités humaines de loisir, empêchant par exemple la libre circulation des bateaux ou encore la pêche. *Pistia stratiotes* affecte l'écoulement de l'eau et peut ainsi être responsable d'obstructions de canaux d'irrigation ou d'une réduction de la production de centrales hydroélectriques (CBNMed, 2021).

De plus, le recouvrement végétal d'une grande surface engendrerait une anoxie du milieu, accompagnée d'une réduction de l'intensité lumineuse du milieu et de la compétition interspécifique par libération de composés allélopathiques (Aliotta G. et *al.*, 1991 ; Velard, C., 1998). Sa présence induirait également une eutrophisation et un envasement du milieu avec une forte sédimentation de la matière organique. L'évapotranspiration de l'eau serait aussi affectée.

4. Mesures d'endiguement

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) réalise depuis 2016 des travaux d'extraction de *Pistia stratiotes* sur le contre canal du Rhône sur l'axe Aramon-Comps, dans le but d'endiguer la prolifération. Pour ce faire, deux méthodes d'extraction sont réalisées chaque année : un décrochage par bateau au milieu du lit du contre canal et un autre décrochage précisément localisé sur les berges à l'aide de râteaux. Ce procédé permet de rassembler l'ensemble des laitues au même endroit, pour ensuite favoriser leur évacuation à l'aide d'une tractopelle.

La CNR travaille actuellement en collaboration avec le CNRS de Montpellier pour étudier la valorisation de la laitue. En effet, la laitue d'eau est testée avec d'autres plantes envahissantes, comme la jussie et la renouée du Japon, sur sa capacité à filtrer les métaux lourds présents dans des zones de rejets miniers.

5. Protocole 2023

La Fédération de pêche et de protection des milieux aquatiques du Gard réalise en 2023 un suivi de la physico-chimie du contre canal du Rhône. Ce suivi a pour but d'évaluer les impacts de *Pistia stratiotes* sur la physico-chimie de son milieu, pouvant ainsi affecter les populations piscicoles. Des plongées dans le contre canal viennent compléter ce suivi afin de réaliser un inventaire qualitatif de la faune piscicole. Cette étude permettra donc d'évaluer la nécessité de la réalisation d'un suivi piscicole par la suite.

Ce suivi est réalisé chaque semaine sur la période de juin à septembre, correspondant à la période de développement du tapis végétal sur la Contre-Canal. Quatre tronçons consécutifs, délimités par les obstacles à l'écoulement, allant d'Aramon jusqu'à la confluence avec le Gardon sont prospectés.

Mesures physico-chimiques :

Le suivi a débuté mi-juin 2023 (16/06) sur un tronçon du Contre-Canal au niveau d'Aramon (T3). Deux points de mesures fixes et un point de mesure mobile sont utilisés chaque semaine. Le premier point se situe à environ 2 mètres du bord dans le tapis végétal, le second se situe hors de la laitue d'eau sur la partie amont du tronçon. Enfin, le dernier point est réalisé en amont du recouvrement végétal. Il est donc déplacé en fonction de l'avancé du front de colonisation sur le canal par les plantes aquatiques. La conductivité, la température, l'oxygène dissous, la saturation en oxygène et le pH sont mesurés en surface, à mi-hauteur et au fond du canal.

Le protocole a, par la suite, été modifié par l'ajout de trois nouveaux tronçons (T1, T2 et T4) et le changement de la localisation des points de mesures sur ces tronçons (à partir du 17/08/2023). Le point de mesure dans la laitue d'eau est déplacé au milieu du chenal, atteint par le front de colonisation. Un second point est réalisé en dehors du tapis végétal en amont du tronçon, comme précédemment. Enfin, un troisième point fixe est situé à l'intérieur de l'obstacle à l'écoulement du tronçon T3. Ce dernier se trouve donc au centre du canal, dans l'écoulement, en sortie du tapis de *Pistia stratiotes* retenu par l'obstacle. La prise de mesures physico-chimiques a également été complétée par la prise de données tous les 50 cm sous la surface de l'eau (à partir du 21/08/2023).

Plongées :

Deux plongées ont été menées sur le tronçon numéro 3, une en début de suivi (16/06/2023) et la seconde en août (date 28/08/2023). Une plongée supplémentaire dans le tronçon T1 a été ajoutée en août. Celles-ci permettent d'évaluer l'impact du tapis végétal sur la faune piscicole, ainsi que les conséquences sur l'envasement et la granulométrie du canal. Les poissons sont identifiés et localisés à l'aide de photos et vidéos.

Cartographie :

Un recensement et une évaluation du recouvrement des espèces botaniques aquatiques ont été réalisés. Ainsi, une carte SIG permet de représenter l'évolution de la répartition de la laitue d'eau, entre le 18/08/2023 et le 28/08/2023. La concurrence et la coexistence des différentes espèces vis-à-vis de *Pistia stratiotes* sont donc étudiés.

Des points GPS pris régulièrement au front de colonisation, sur le tronçon T3 depuis le début du suivi, permettent également de visualiser l'avancée du recouvrement de *Pistia stratiotes*.

Les mesures physico-chimiques ainsi que la cartographie de la végétation, ont été interrompu sur le tronçon T2 à partir du 21/08/2023 et sur le tronçon T3 du 30/08/2023 au 13/09/2023, pour cause d'intervention de la CNR pour l'arrachage et l'évacuation de *Pistia stratiotes*.

III. Résultats et Discussion

III.1 Physico-chimie

Les végétaux flottants, tels que *Pistia stratiotes*, sont connus pour favoriser des conditions anoxiques, en empêchant la réalisation de la photosynthèse par les autres végétaux submergés. Ils limiteraient ainsi les échanges entre milieu aquatique et aérien (Grasset et *al.*, 2015).

Les données de physico-chimie ont été analysées à l'aide de tests statistiques de comparaisons de moyennes. Pour ce faire, une moyenne des mesures réalisées sur la colonne d'eau pour chaque paramètre et à chaque date a été calculée. Ainsi, il en ressort une différence significative (test de Student) pour les teneurs d'oxygène dissous (p-value = 0.03221), la saturation en oxygène (p-value = 0.02436), ainsi que le pH (p-value = 0.02701) sur le tronçon T3 entre des données récoltées en présence et en absence de *Pistia stratiotes*. Aucune autre différence significative, entre les mesures pour les différents paramètres, sous le tapis de laitue d'eau et en dehors de ce tapis, n'ont été détectées sur l'ensemble des trois tronçons T1, T3, T4. Le tronçon T3 étant celui avec la plus grande couverture en végétaux aquatiques flottants. En effet, sur les autres tronçons, un chenal sans laitue d'eau au centre du canal est présent pratiquement jusqu'à la fin du suivi, avec des patchs en bordure ayant tendance à se refermer (Cartographie). De plus, la comparaison des données prises en présence de *Pistia stratiotes* ou en son absence entre les tronçons, a démontré une différence significative entre le tronçon T1 et les tronçons T3 et T4 pour la concentration en oxygène dissous et la saturation en oxygène. (Erreur ! Source du renvoi introuvable.)

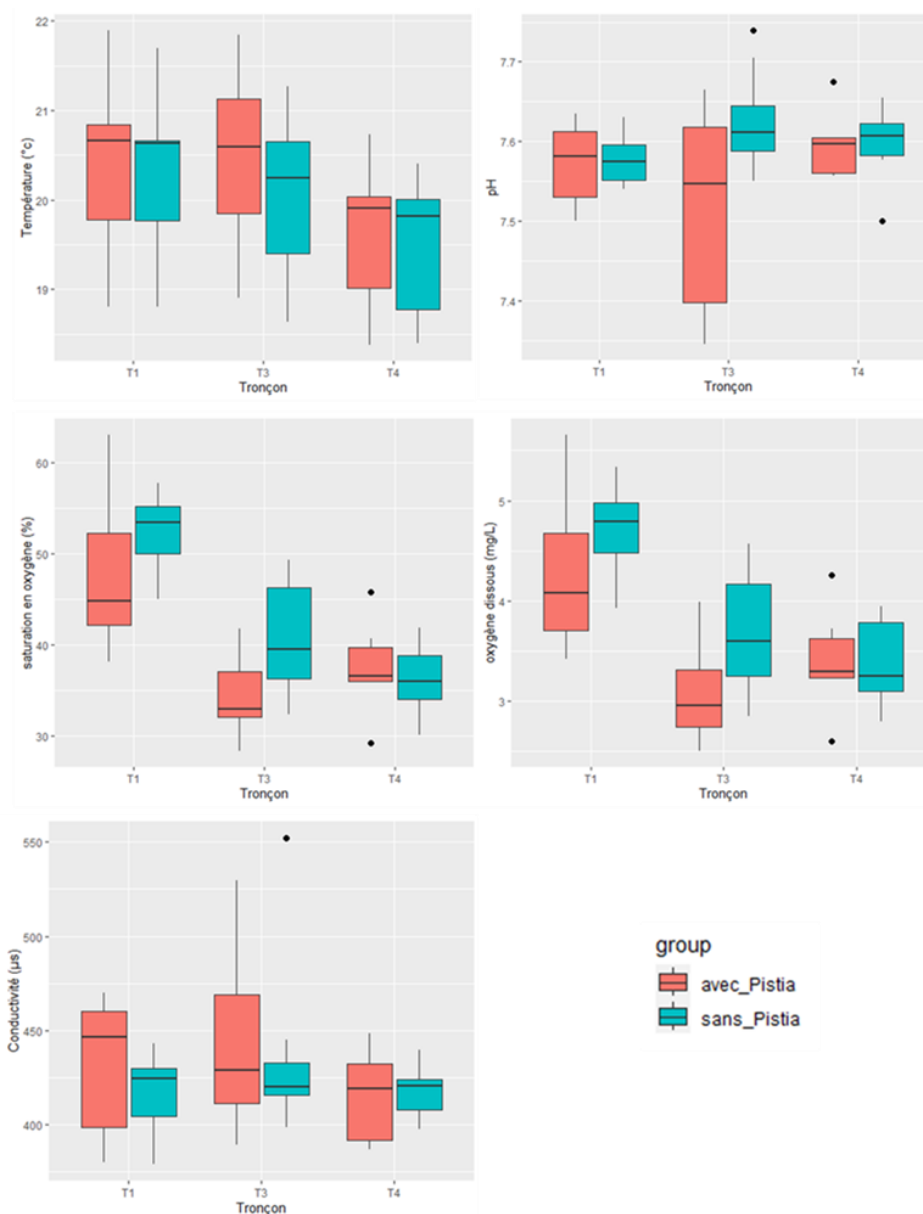


Figure 4. Valeurs moyennes de la colonne de température, pH, saturation en oxygène, oxygène dissous et conductivité ; en dessous et en dehors de *Pistia stratiotes*.

Les températures relevées sous *Pistia stratiotes*, sur les tronçons T3 et T4 sont plus élevées qu'en dehors du tapis végétal, jusqu'à l'automne où les valeurs moyennes deviennent plus similaires. Tandis que, sur le tronçon T1 les valeurs sont globalement semblables tout au long du suivi. (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

Pour le pH, les tronçons présentes des valeurs plus faibles en présence de *Pistia stratiotes*, jusqu'à l'automne où les valeurs deviennent plus similaires pour les tronçons T1 et T3 (avec/sans laitue d'eau). Tandis que la tendance s'inverse pour le tronçon T4. (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

Concernant l'oxygène, la teneur en oxygène dissous sur les tronçons T1, T3 et T4 ont tendance à être plus élevée en absence de laitue d'eau jusqu'à l'automne ou la tendance s'inverse. Pour la saturation en oxygène, la même situation est observée, sauf pour le tronçon T4 dont les valeurs restent similaires tout au long du suivi avec ou sans laitue d'eau. (Erreur ! Source du renvoi introuvable.)

A l'inverse, la conductivité est globalement plus élevée sous *Pistia stratiotes* que sur les points sans laitue d'eau sur l'ensemble des tronçons. (Erreur ! Source du renvoi introuvable.)

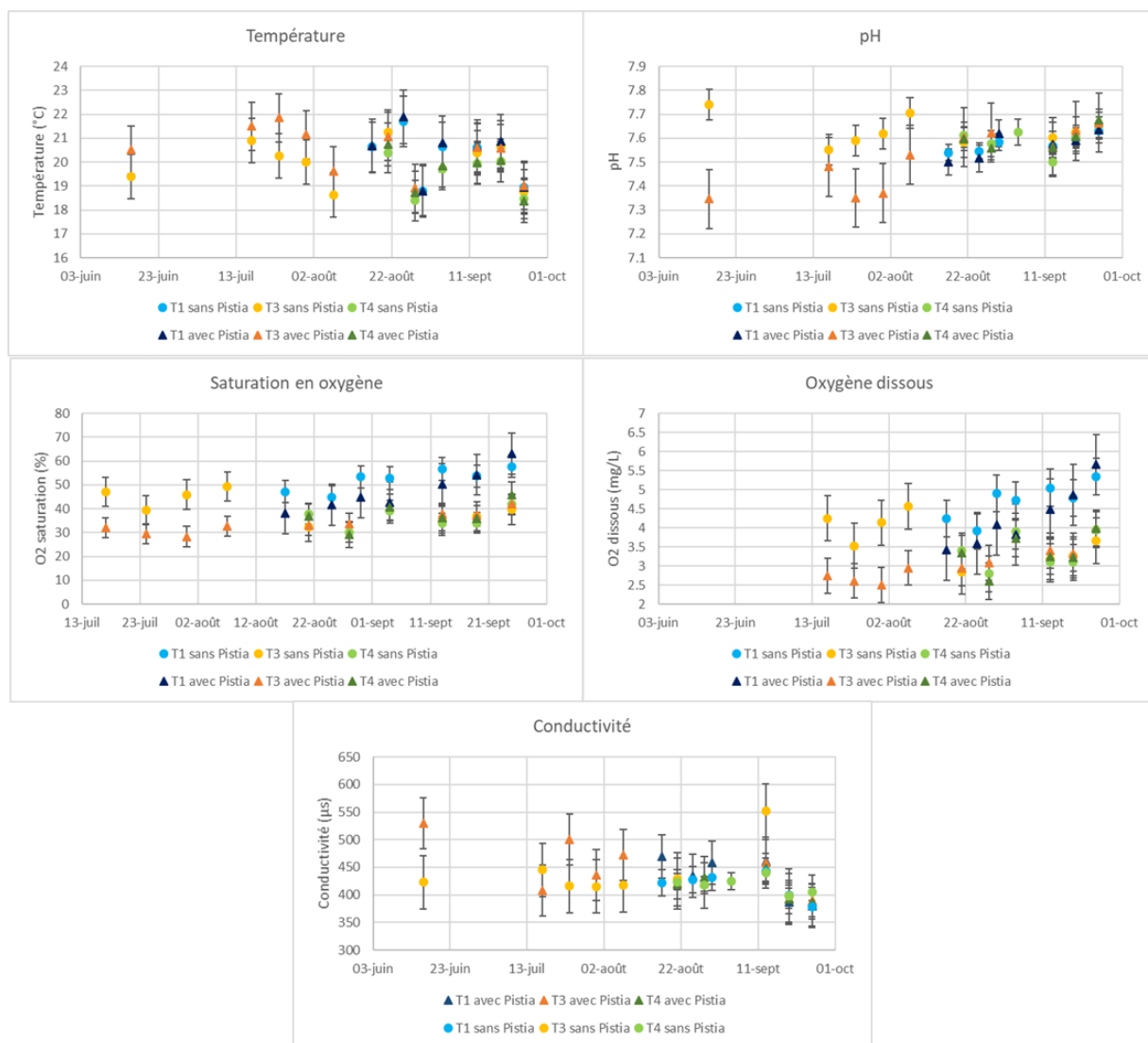


Figure 5. Valeurs moyennes de la colonne d'eau, au cours du temps, de température, pH, saturation en oxygène, oxygène dissous et conductivité ; en dessous et en dehors de *Pistia stratiotes*.

Les températures de l'eau relevées ainsi que le pH mesuré, se trouvent en dehors des optimums de la plante (pH : 6,5 à 7.2 ; température : 22 à 30°C). En effet, les valeurs de mesures

se situe entre 7.1 et 7.75 pour le pH, et la température entre 18.3 et 22.7°C. L'eau du canal est donc moins acide et plus fraîche que l'habitat optimal de la laitue d'eau.

Les données physico-chimiques de température, oxygène dissous et saturation en oxygène peuvent être définis selon des classes d'état de ces paramètres (source Légifrance : tableau des valeurs des limites de classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau). Ainsi, le critère de température de l'eau est considéré comme en très bon état sur l'ensemble des tronçons tout au long du suivi. Concernant l'oxygène, sur le tronçon T1, l'état passe de médiocre au début du suivi avec et sans *Pistia stratiotes* et devient moyen fin août. Pour le tronçon T3, la concentration en oxygène dissous est considérée comme mauvaise jusqu'au 21 août en présence de laitue d'eau, avant d'être classée en qualité médiocre. En dehors de la laitue d'eau sur ce même tronçon, la classe d'état est moyenne jusqu'au 7 août inclus, puis mauvaise le 21 août et ensuite médiocre jusqu'à la fin du suivi. La saturation en oxygène de ce tronçon T3 est mauvaise jusqu'à fin juillet et passe ensuite dans la classe médiocre en présence de *Pistia stratiotes*, tandis qu'en absence de la plante, la saturation en oxygène est médiocre pendant tout le suivi. Enfin, sur le tronçon T4, la concentration en oxygène dissous est mauvaise à la date du 28 août et considéré comme médiocre pour toutes les autres dates. La saturation en oxygène de ce tronçon peut être classée comme médiocre lors de la durée du suivi, à l'exception du 28 août sous le patch de laitue d'eau.

Le contre-canal du Rhône se trouve par ailleurs dans l'optimum de température du brochet, espèce cible du cours d'eau (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

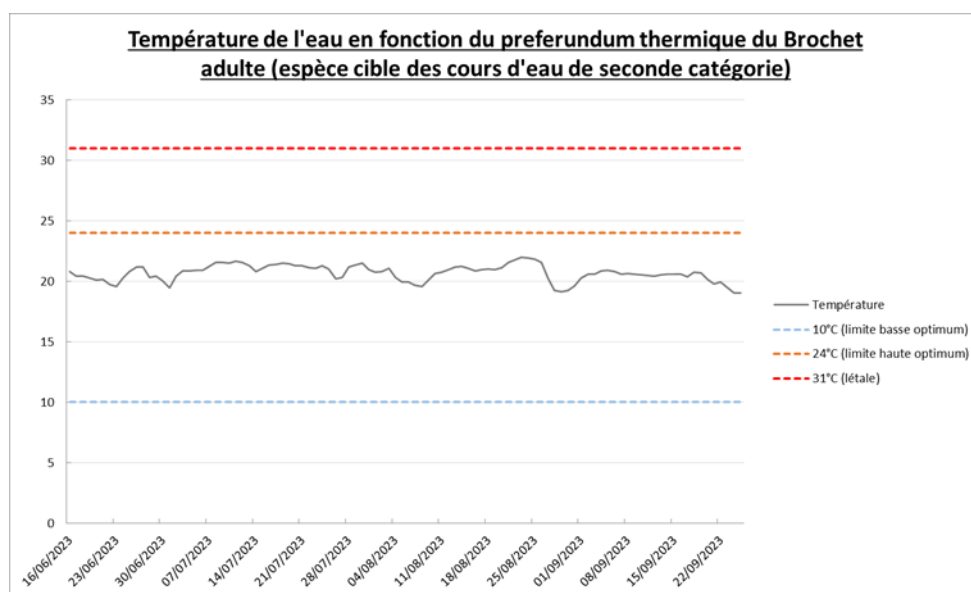


Figure 6. Température de l'eau du Contre-canal en fonction du preferendum thermique du Brochet adulte.

De même, le pH se situe dans la gamme supportée par le brochet (entre 5 et 9). Le brochet est une espèce assez résistante au manque d'oxygène. Les taux d'oxygène dissous du contre canal sont inférieurs à 7 mg/L en période estivale. Ceux-ci peuvent induire des stress et notamment des retards de croissance. Les taux restent cependant au-dessus du seuil critique de l'ordre de 1.5 mg/L (à 20°C). (Chancerel, 2003).

La végétation aquatique flottante telle que *Pistia stratiotes* constitue un élément favorable au maintien et à la stabilité des populations de brochets. Elle constitue en effet un abri pour les juvéniles et favorise l'efficacité de la prise de nourriture (chasse à l'affût simplifiée) des subadultes. Les capacités d'accueil du brochet sont optimales lorsque la surface de recouvrement en végétaux aquatiques est de l'ordre de 25 à 75 % en période estivale. (Chancerel, 2003).

Le contre-canal ayant un fonctionnement particulier, il est difficile de comparer toutes ces données physico-chimiques avec d'autres cours d'eau. En effet, le contre-canal est un système hydraulique totalement artificiel contenant des forages de décompression. L'eau drainée par ce canal provient de la percolation du Rhône au travers des digues et constitue un exutoire de la nappe alluviale. La qualité de l'eau est donc directement dépendante de l'environnement du contre-canal mais également de la composition de la digue ainsi que des eaux provenant du Rhône.

Les modifications apportées au protocole tout au long du suivi ont certainement eu un impact sur les résultats (prise de mesures en bordure ou au front de colonisation ; variation du nombre de points en profondeur sur la colonne d'eau ...). Il existe également un biais d'observateur avec une prise de mesures à différentes heures de la matinée sur les différents tronçons. Il est donc important de rester prudent quant aux conclusions à tirer de ces résultats. En effet, ce suivi mis en place cette année permet de mettre en évidence des axes d'amélioration du protocole.

III.2 Faune aquatique

Concernant la faune, globalement sur les deux périodes de plongée, peu d'individus adultes ont été inventoriés sous *Pistia stratiotes*. En effet, sous le tapis végétal, sont majoritairement retrouvés des individus juvéniles de cyprinidés. En début de suivi, une anguille, quelques carpes et un brochet, tous adultes ont été observés et photographiés (Figure 7). Lors de la seconde plongée, aucun poisson adulte n'a été détecté, seul de nombreux alevins (cyprinidés et goujons) ont été observés (majoritairement en berge). La majorité des observations de poissons ont été faites à la limite du tapis végétal, au front de colonisation, créant des caches appréciés par les peuplements.

Plusieurs tortues de Floride ont été vu sous et hors du tapis végétal et plusieurs hérons et poules d'eau étaient installées sur la litière d'eau. En dehors de la végétation, se trouvent de nombreux cyprinidés juvéniles et adultes (gardons, rotengles ...). Un brochet adulte a également été observé en dehors de *Pistia stratiotes* sur le tronçon T1 (Figure 8).

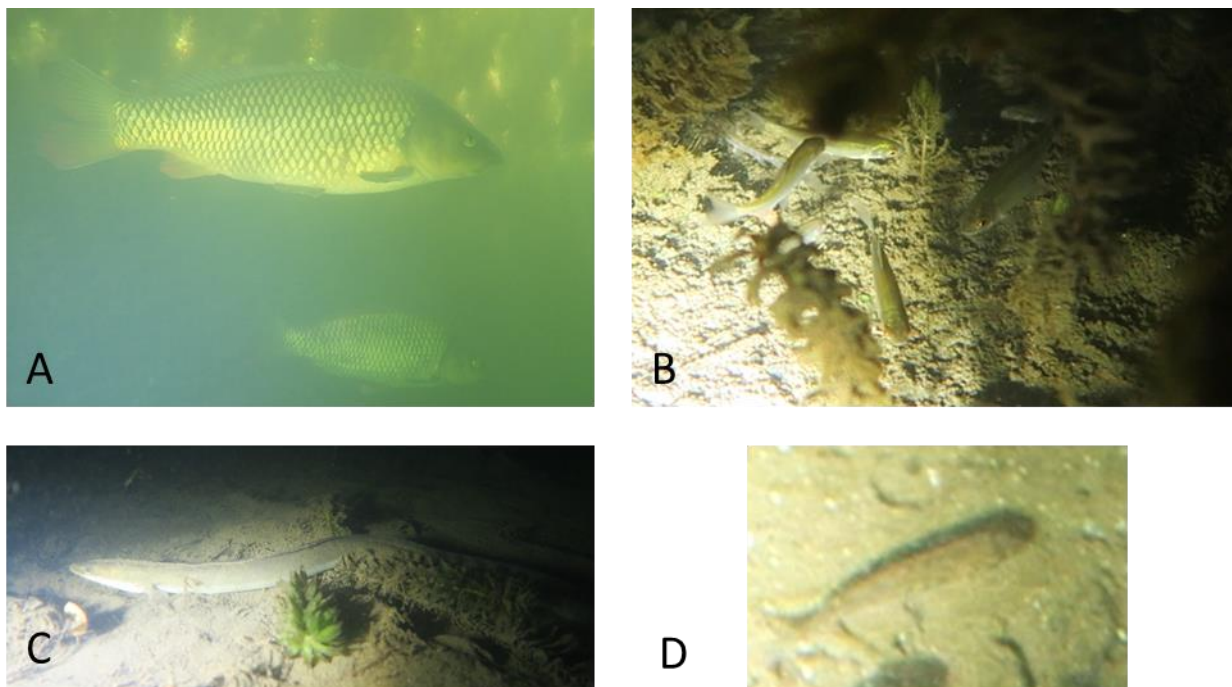


Figure 7. Faune piscicole photographiée sous *Pistia stratiotes*. A : Carpes communes (*Cyprinus carpio*) ; B : Alevins de cyprinidés ; C : Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) ; D : Goujon (*Gobio gobio*).



Figure 8. Faune aquatique photographiée hors de Pistia stratiotes. A : Gardons adultes (*Rutilus rutilus*) ; B : Brochet (*Esox lucius*) ; C : Tortue de floride (*Trachemys scripta elegans*).

III.3 Végétation

Cartographie

Le suivi de la végétation et l'établissement de la cartographie permettent de visualiser l'extension de l'emprise de *Pistia stratiotes* au cours du temps. Il est cependant plus compliqué d'apprécier l'évolution des plantes aquatiques recouvertes au fur et à mesure de l'avancement de la laitue d'eau. Ainsi, *Pistia stratiotes* s'est étendu globalement sur chacun des tronçons T1, T3 et T4 (T2 : non cartographié pour cause de travaux d'arrachage de la laitue d'eau en cours par la CNR) le 28/08/2023 par rapport au 18/08/2023. Quelques patches supplémentaires de jussie sont également à noter sur l'aval du tronçon T3 (avant intervention de la CNR). (Figure 9 ; Figure 10 ; Figure 11 ; Figure 12)

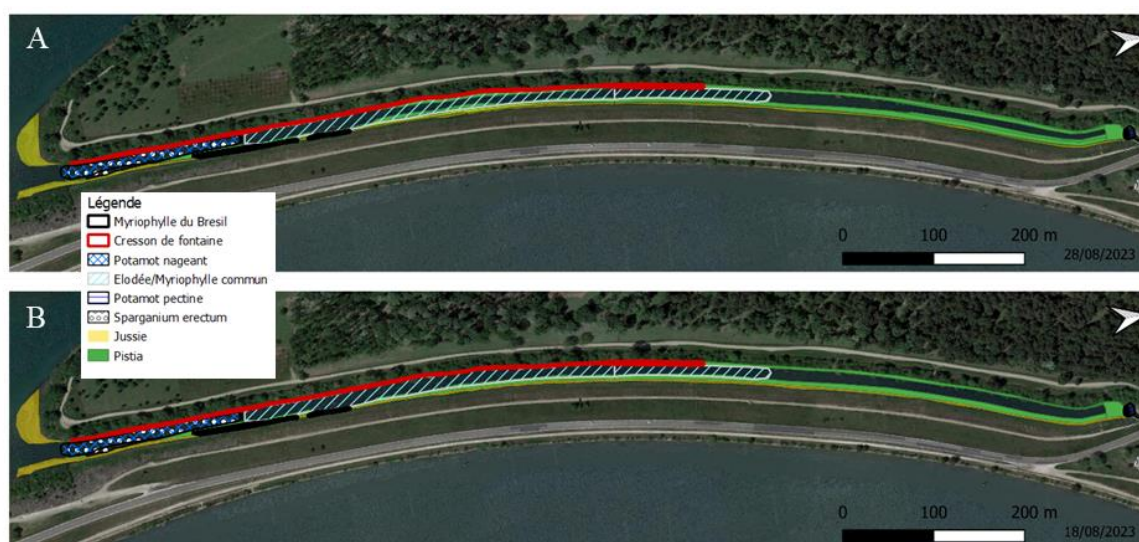


Figure 9. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T1 ; A : 18/08/2023 ; B : 28/08/2023.



Figure 10. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T2 le 18/08/2023.

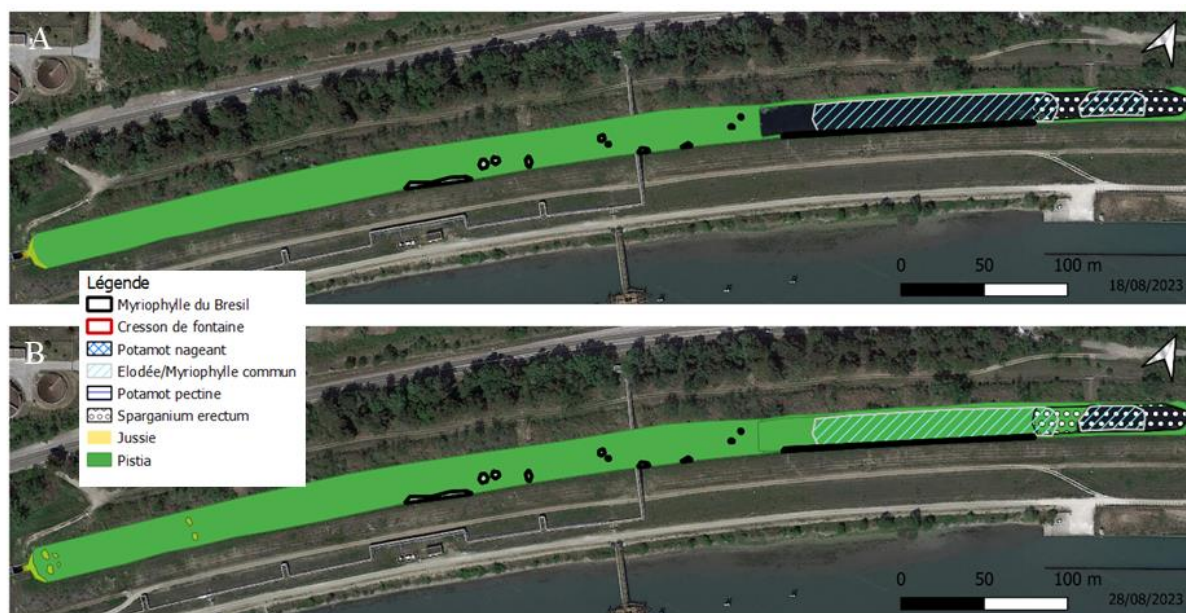


Figure 11. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T3 ; A : 18/08/2023 ; B : 28/08/2023.

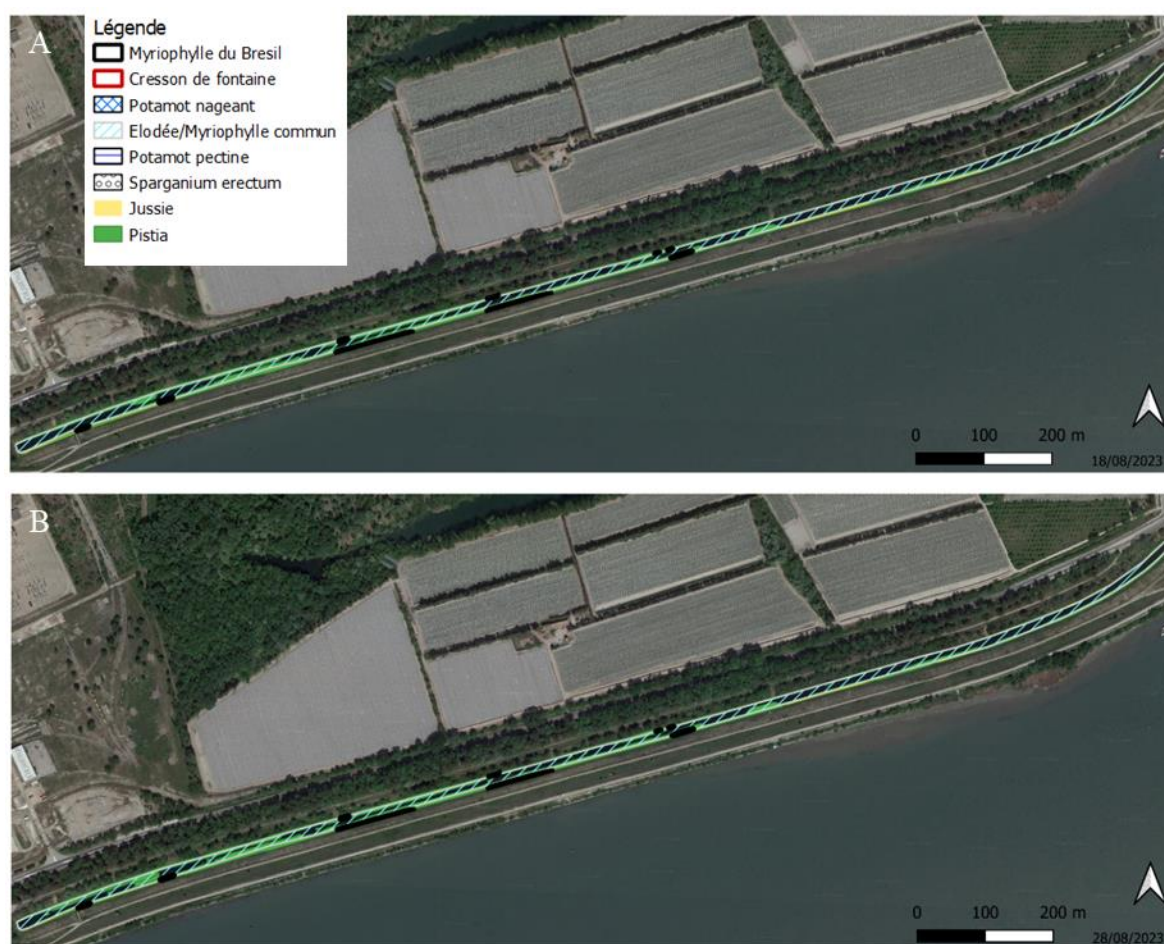


Figure 12. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T4 ; A : 18/08/2023 ; B : 28/08/2023.

Cette évolution est d'autant plus visible sur le tronçon T3, où un tapis végétal dense s'est formé, avec une progression d'environ 515 mètres en 73 jours, soit environ 7 mètres par jour. *Pistia stratiotes* a ainsi augmenté, en moyenne, sa surface de 139 m² par jour entre le 16 juin et le 28 août. La partie hachurée du tronçon T3 correspond à la surface colonisée par la laitue d'eau le 13 septembre, soit après intervention de la CNR (Figure 13).

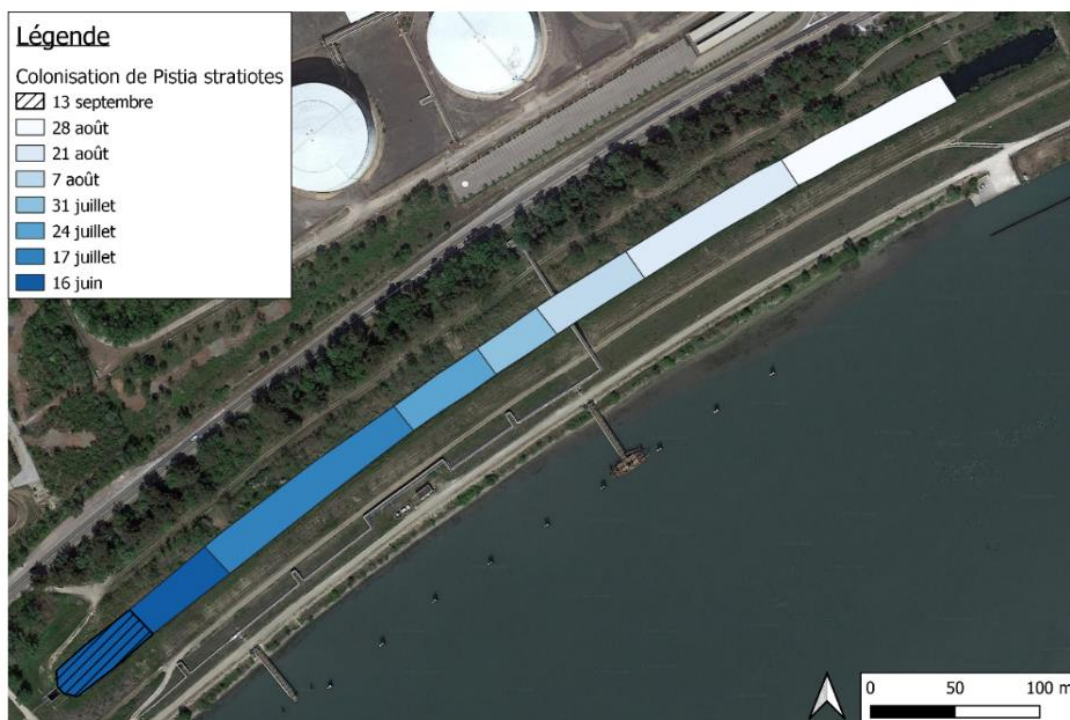


Figure 13. Développement du tapis végétal de *Pistia stratiotes* sur le tronçon T3 en fonction du temps.

Plongées

Les deux plongées réalisées en début et fin d'été, ont permis de rendre compte de l'impact de la laitue d'eau sur l'implantation d'herbiers dans le Contre-canal. En effet, lors de la première plongée, en juin, aucun herbier n'était visible sous le tapis de *Pistia stratiotes* sur le tronçon T3. Tandis que la plongée réalisée fin août sur le même tronçon, démontre que les herbiers ne se sont pas développés sous le tapis de *Pistia stratiotes*. Il est également remarqué que les herbiers (*Egeria densa*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton natans*, *Sparganium emersum*...) déjà présent (en dehors du tapis de *Pistia stratiotes* déjà formé au début du suivi) étaient désormais en grande partie recouvert par la laitue d'eau. La présence du tapis de *Pistia stratiotes* en surface empêcherait donc le développement d'herbiers aquatiques. De plus, on peut émettre l'hypothèse que l'absence de lumière induite par le développement du tapis végétal engendre la décomposition de ces herbiers. Cette décomposition a été observée lors de la seconde plongée (Figure 14). En effet, le tapis végétal limite la capacité photosynthétique des autres

plantes lorsque la couverture est complète et empêche ainsi leur développement. Cela réduit la richesse biologique globale de l'habitat en conduisant à la régression des plantes immergées (Peltre et *al*, 2002). *Pistia stratiotes* participerait donc à l'eutrophisation et l'envasement du milieu, pouvant ainsi dégrader les sites de nidification des poissons (Rojas-Sandoval et *al.*, 2022).

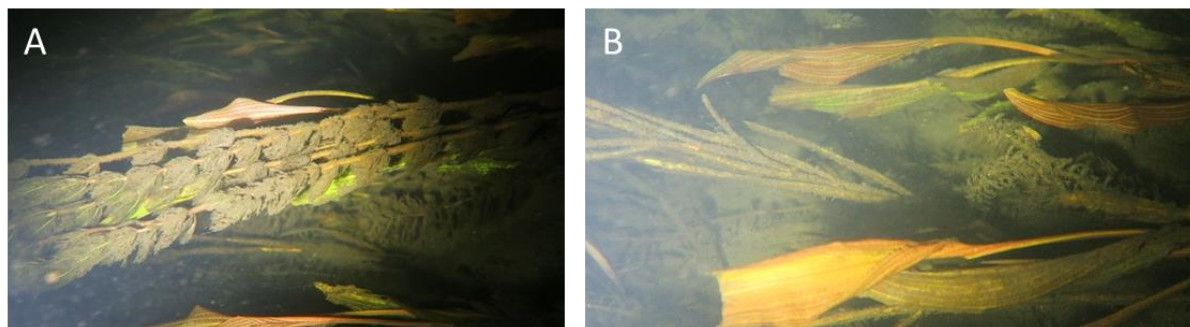


Figure 14. Exemples d'herbiers en décomposition sous *Pistia stratiotes*. A : Herbier de *Myriophyllum spicatum* en décomposition ; B : Herbier de potamot pectiné (*Stuckenia pectinata*) en décomposition.

La présence d'algues rouges (identifiée comme *Batrachospermum*) sous le tapis végétal de *Pistia stratiotes*, révélée lors de la plongée sur le tronçon T1, est caractéristique des milieux oligotrophes et sciaphiles (milieu ombragé) (Figure 15).



Figure 15. Algues rouges sous *Pistia stratiotes*.

III.4 Granulométrie

La granulométrie du Contre-canal diffère en présence et en absence de laitue d'eau. Le substrat est composé en bordure, de cailloux et graviers sur un lit de sable (Figure 16). Le centre du canal est majoritairement recouvert de sable sur les deux tronçons (T1 et T3) (Figure 17 ; Figure 18). Cependant, un colmatage est remarqué sous le tapis de *Pistia stratiotes* sur le tronçon T3, avec une absence d'herbiers ou des herbiers en décomposition (Figure 17).

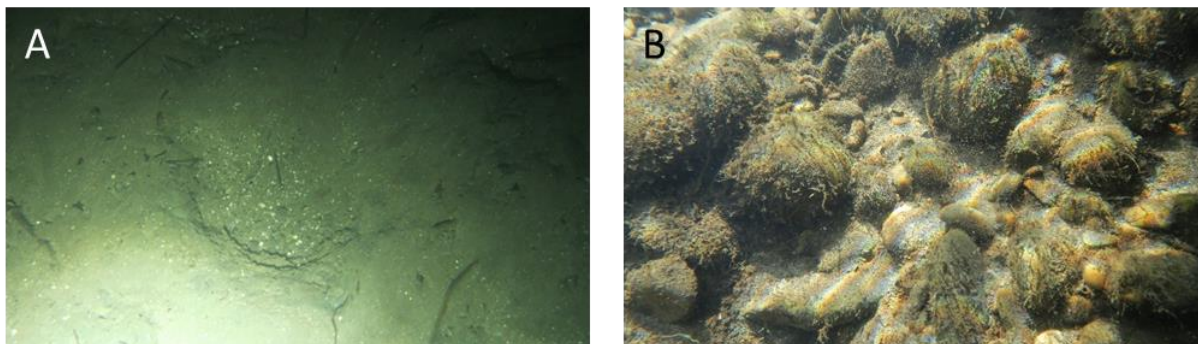


Figure 16. Granulométrie en bordure du tronçon T3. A : Sous *Pistia stratiotes* ; B : Hors *Pistia stratiotes*.

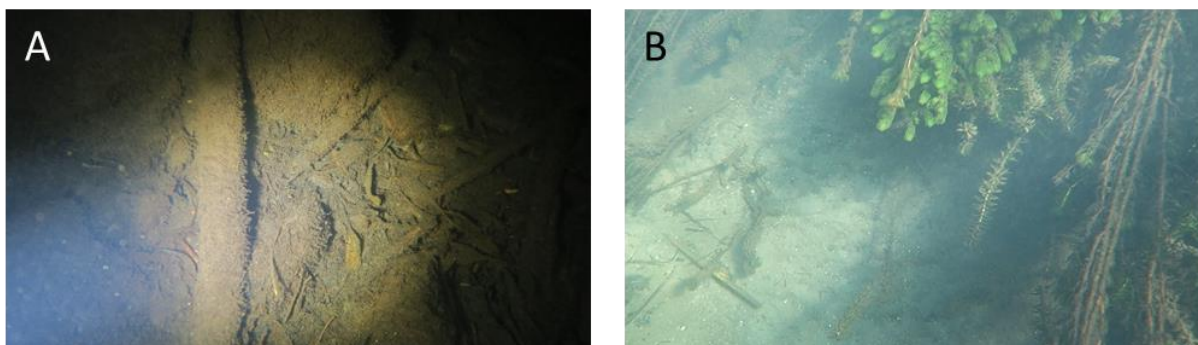


Figure 17. Granulométrie au centre du tronçon T3. A : Sous *Pistia stratiotes* ; B : Hors *Pistia stratiotes*.



Figure 18. Granulométrie hors *Pistia stratiotes* au centre du tronçon T1.

IV. Conclusion

L'impact de la présence de *Pistia stratiotes* sur le Contre-canal, a été abordé dans cette étude, au travers de mesures physico-chimiques de l'eau, ainsi que d'inventaires non exhaustifs des peuplements piscicoles et floristiques.

Ainsi, la présence de la plante aurait pour conséquences une anoxie du milieu et une baisse du pH de l'eau, lorsque le recouvrement en végétaux flottant devient très important, par rapport à une situation sans *Pistia stratiotes*. La période estivale et les fortes températures de l'air de cette année 2023, ont également joué un rôle sur les paramètres physico-chimiques de l'eau en absence et en présence de *Pistia stratiotes*.

Les images (photographies et vidéos) réalisées lors des plongées, conforte l'idée d'une dégradation des herbiers subaquatiques lorsque la laitue d'eau recouvre la surface de l'eau. Cette décomposition est à l'origine d'un colmatage du lit du Contre-canal. Elles ont également permis d'évaluer brièvement le peuplement piscicole, malgré la difficulté d'accès et de nage pour le plongeur sous le tapis végétal. Peu d'individus ont été inventoriés sous *Pistia stratiotes* et majoritairement au niveau du front de colonisation du tapis végétal. Quelques anguilles, carpes, brochets, gardons, goujons et juvéniles de cyprinidés ont été observés.

Afin d'obtenir des résultats plus pertinents, plusieurs axes d'améliorations peuvent être apportés au projet. Dans un premier temps, il serait intéressant de disposer des sondes physico-chimiques fixes, avant que *Pistia stratiotes* ne se développe de manière trop importante. En effet, il était impossible de pénétrer le tapis végétal, trop dense, et ainsi prendre des mesures physico-chimiques sur des points fixes. Ceci demandera de débiter le suivi plus tôt dans l'année (avril ou mai) et de réaliser des enregistrements de données physico-chimiques de manière plus régulières, avec un pas de temps de mesure plus rapproché (horaire par exemple). Dans un second temps, ajouter un capteur mesurant la transmission de lumière à travers le tapis de plantes flottantes permettrait de renseigner sur les contraintes au développement des plantes immergées. Enfin, concernant la cartographie, elle devra être réalisée par prospection en canoë, à pied et via la plongée, et débiter dès le début du suivi. Ceci, dans le but d'être le plus exhaustif et de mieux appréhender la concurrence et la coexistence des espèces végétales. En outre, il est important de collaborer et coordonner les interventions avec la CNR, pour le bon déroulé du suivi.

V. Bibliographie

- Aliotta G. Monaco P., Pinto G. (1991). Potential allelochemicals from *Pistia stratiotes* L. *Journal of Chemical Ecology*. 17, 2223–2234. <https://doi.org/10.1007/BF00988003>.
- CBNMed, 2021. *Pistia stratiotes* [en ligne]. INVMED-Flore, plateforme sur les invasions biologiques végétales. Conservatoire botanique national méditerranéen et Conservatoire botanique national de Corse. Disponible sur : <http://www.invmed.fr>
- Chancerel F, 2003. Le brochet : biologie et gestion. Conseil Supérieur de la Pêche. Collection Mise Au Point.
- Fried G., 2016. Prolifération de *Pistia stratiotes* dans le contre canal du Rhône. Fiche d’alerte 2016-019. Anses, 2 pp.
- Grasset C., Bornette G. et Delolme C. 2015. Rapport final : Eutrophisation des zones humides : conséquences pour la qualité, la décomposition des plantes aquatiques et les flux de carbone. Zone Atelier Bassin du Rhône.
- Khan M.A., Marwat K.B., Gul B., Wahid F., Khan H. & Hashim S., 2014. *Pistia stratiotes* L. (Araceae): phytochemistry, use in medicines, phytoremediation, biogas and management options. *Pakistan Journal of Botany*, 46: 851-860.
- Labrada R.. 1998. Les problèmes posés par la prolifération des végétaux aquatiques flottantes. Service de Protection des Végétaux. Rapport : Lutte intégrée contre la jacinthe d’eau et autres plantes aquatiques nuisibles. FAO, Rome.
- Organization, E. a. (2017). Data sheets on pests recommended for regulation : *Pistia stratiotes* L. *Bulletin*, 537-543.
- Peltre M.C., Dutartre A., Barbe J., Haury J., Muller S. et Ollivier M. 2002. Les proliférations végétales aquatiques en France : caractères biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices : Impact sur les écosystèmes et intérêt pour le contrôle des proliférations. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, (365-366) : 259-280.
- Rojas-Sandoval J., Acevedo-Rodriguez P., Mikulyuk A. 2022. *Pistia stratiotes* (water lettuce). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.41496>.
- Velard, C. (1998). La laitue d'eau : *Pistia stratiotes*. L Synthèse bibliographique. Cestas: Cemagref.

VI. Sitographie

FAO, 1998. Lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques nuisibles [en ligne]. Division de production et protection végétale Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Disponible sur : <http://www.bionica.info/biblioteca/FAO1998Eichhornia.pdf>. Consulté le 12/05/2023.

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Espèces exotiques envahissantes, consulté le 11/05/2023. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.ecologie.gouv.fr/especes-exotiques-envahissantes>.

Official Journal of the European Union, sur le site EUR-Lex. Consulté le 11/05/2023. Disponible sur : http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/1203/oj.

Pistia stratiotes L. in GBIF Secretariat (2022). GBIF Backbone Taxonomy. [En ligne]. Consulté le 05/05/2023. Disponible sur : <https://www.gbif.org/species/2870583>.

Légifrance. Tableau des valeurs des limites de classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau. [En ligne]. Consulté le 02/10/2023. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037347756>.

Table des illustrations

Figure 1. Zone d'étude sur le contre canal du Rhône	3
Figure 2. Pistia stratiotes (Source : SMAGE des Gardons)	4
Figure 3. Carte de répartition des observations de Pistia stratiotes (Source : GBIF).....	4
Figure 4. Valeurs moyennes de la colonne de température, pH, saturation en oxygène, oxygène dissous et conductivité ; en dessous et en dehors de Pistia stratiotes.....	10
Figure 5. Valeurs moyennes de la colonne d'eau, au cours du temps, de température, pH, saturation en oxygène, oxygène dissous et conductivité ; en dessous et en dehors de Pistia stratiotes.	11
Figure 6. Température de l'eau du Contre-canal en fonction du preferendum thermique du Brochet adulte.	12
Figure 7. Faune piscicole photographiée sous Pistia stratiotes. A : Carpes communes (Cyprinus carpio) ; B : Alevins de cyprinidés ; C : Anguille d'Europe (Anguilla anguilla) ; D : Goujon (Gobio gobio).	14
Figure 8. Faune aquatique photographiée hors de Pistia stratiotes. A : Gardons adultes (Rutilus rutilus) ; B : Brochet (Esox lucius) ; C : Tortue de floride (Trachemys scripta elegans).	15
Figure 9. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T1 ; A : 18/08/2023 ; B : 28/08/2023.....	16
Figure 10. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T2 le 18/08/2023.	16
Figure 11. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T3 ; A : 18/08/2023 ; B : 28/08/2023.....	17
Figure 12. Cartographie de la végétation aquatique du tronçon T4 ; A : 18/08/2023 ; B : 28/08/2023.....	17
Figure 13. Développement du tapis végétal de Pistia stratiotes sur le tronçon T3 en fonction du temps.	18
Figure 14. Exemples d'herbiers en décomposition sous Pistia stratiotes. A : Herbier de Myriophyllum spicatum en décomposition ; B : Herbier de potamot pectiné (Stuckenia pectinata) en décomposition.	19
Figure 15. Algues rouges sous Pistia stratiotes.	19
Figure 16. Granulométrie en bordure du tronçon T3. A : Sous Pistia stratiotes ; B : Hors Pistia stratiotes.	20
Figure 17. Granulométrie au centre du tronçon T3. A : Sous Pistia stratiotes ; B : Hors Pistia stratiotes.	20
Figure 18. Granulométrie hors Pistia stratiotes au centre du tronçon T1.	20

VII. Annexe

Tableau 1. Valeurs des limites de classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau.

Paramètres par élément de qualité (unités)	Code	Limites des classes d'état			
		Très bon/ Bon	Bon/ Moyen	Moyen/ Médiocre	Médiocre/ Mauvais
Bilan de l'oxygène 1					
Oxygène dissous (mg O2/ l)	1311	8	6	4	3
Taux de saturation en O2 dissous (%)	1312	90	70	50	30
Température2					
Eaux salmonicoles	1301	20	21,5	25	28
Eaux cyprinicoles		24	25,5	27	28