

Note de réponse aux recommandations formulées par le CSRPN

Projet de réintroduction de la Cistude d'Europe - SM3A

Le SM3A porte actuellement un projet de réintroduction de la Cistude d'Europe sur des étangs du bord de l'Arve, en Haute-Savoie.

Lors de la réunion plénière du 10 décembre 2024, le CSRPN a examiné la demande d'avis sur la demande de dérogation à la protection des espèces pour la réintroduction de Cistudes d'Europe sur les étangs de l'Arve. Le CSRPN a rendu un avis favorable et a formulé des recommandations afin de compléter l'étude réalisée.

Cette note apporte, dans la mesure du possible, des réponses aux recommandations.

1. Données hydrauliques du site retenu pour la réintroduction

Contexte général

Le secteur situé entre la confluence du Borne et le Pont de Bellecombe – dit espace Borne-Pont de Bellecombe (EBPB) - est un des tronçons encore relativement préservés des aménagements humains dans la vallée de l'Arve, même s'il a subi historiquement de nombreuses perturbations anthropiques, notamment en lien avec des extractions massives de matériaux dans les années 60 à 80 et l'implantation de nombreuses décharges.

Les extractions de matériaux ont conduit à de fortes incisions du lit durant plusieurs décennies et à un phénomène de chenalisation qui a fortement dégradé le style en tresse qui existait auparavant, même si l'EBPB constitue l'un des tronçons les plus préservés. Par ailleurs, l'arrêt des extractions a conduit à inverser la tendance depuis les années 2010 avec une mobilité du lit accrue au cours, notamment à la faveur des crues de mai 2015 et novembre 2023.

Pour plus de détail sur le contexte et les facteurs historiques d'évolution de la morphologie de l'Arve dans ce secteur, se référer à l'étude diagnostic (ARTELIA, 2018).

- Données hydrologiques générales :

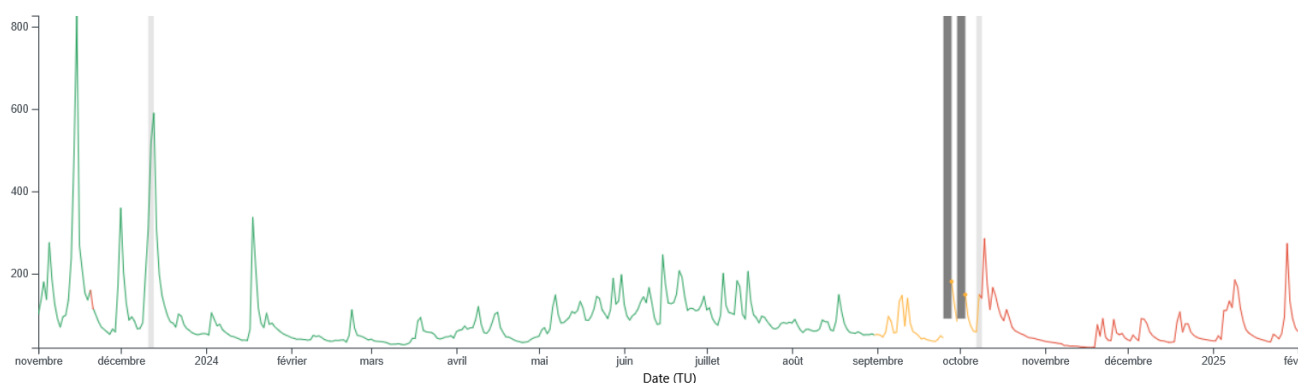
Les débits caractéristiques à Arthaz/Reignier (1635 km²) d'après l'étude (EDF, 2021) sont les suivants :

Période de retour (ans)	Débit de pointe à Arthaz/Reignier (m ³ /s)
2	437
5	593
10	721
30	955
100	1254

- Evènements récents

Il est intéressant de s'intéresser aux débits moyens journaliers qui donnent une indication de la capacité érosive (ou morphogène) des crues. Une crue dont la pointe est élevée mais de courte durée aura moins d'effet morphologique qu'une crue de plus faible débit mais de durée plus importante. La chronique des débits journaliers sur la période novembre 2023 à février 2025 à la station d'Arthaz est la suivante :

Débit moyen sur n jours (n=1, non glissant) - Données les plus valides de l'entité - V022 0002 - L'Arve à Reignier-Ésery [Arthaz] - du 01/11/2023 00:00 au 01/02/2025 23:59 (TU)

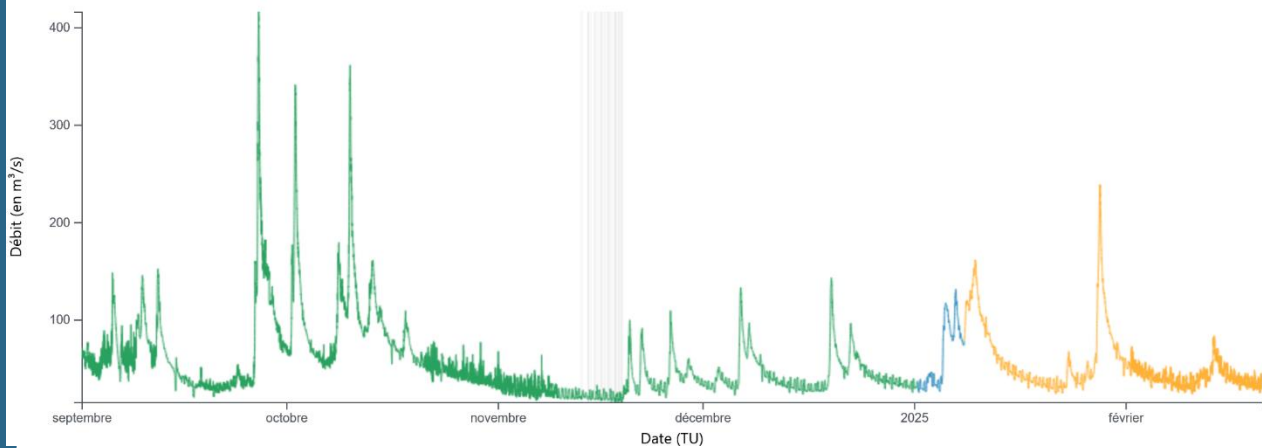


On constate que la période de novembre 2023 à janvier 2024 a été particulièrement active hydrologiquement. La crue du 14 novembre 2023 est la plus forte crue enregistrée sur la basse vallée, avec une pointe dépassant 1000 m³/s à Genève. Le débit moyen estimé sur la journée du 15/11/23 est de 830 m³/s. Trois autres crues ont marqué l'automne-hiver 2023-2024 avec des débits moyens de :

- 360 m³/s le 1^{er} décembre
- respectivement 520 et 590 m³/s les 11 et 12 décembre
- 340 m³/s le 18 janvier

Plus récemment, sur la période de septembre à février 2025, quatre petites crues ont été observées, avec les débits mesurés suivants sur l'Arve à Bonneville (et le Borne à St Jean) :

- 410 m³/s le 26/09/24 (21 m³/s sur le Borne)
- 340 m³/s le 2/10/24 (33 m³/s sur le Borne)
- 350 m³/s le 10/10/24 (23 m³/s sur le Borne)
- 240 m³/s le 28/01/25 (24 m³/s sur le Borne)



Ces crues moyennes, dont les débits sont de l'ordre de 300 à 500 m³/s dans le secteur d'étude, bien que de courte durée, sont encore efficaces vis-à-vis des érosions de berges, et peuvent expliquer l'amplification d'un phénomène probablement amorcé par les crues importantes de fin 2023.

- Diagnostic morphologique

Analyse des évolutions en plan

Le tronçon d'étude est relativement dynamique d'un point de vue morphologie, avec la présence de bancs de matériaux plus ou moins mobiles. La comparaison des photographies aériennes suivantes permet de comprendre plus finement les modifications qu'a connu le lit au cours des dernières années. La limite amont visible correspond au seuil situé en aval de la confluence avec le Borne (pk 25,7). La passerelle SM3A est au pk 24,1.





2020



2023

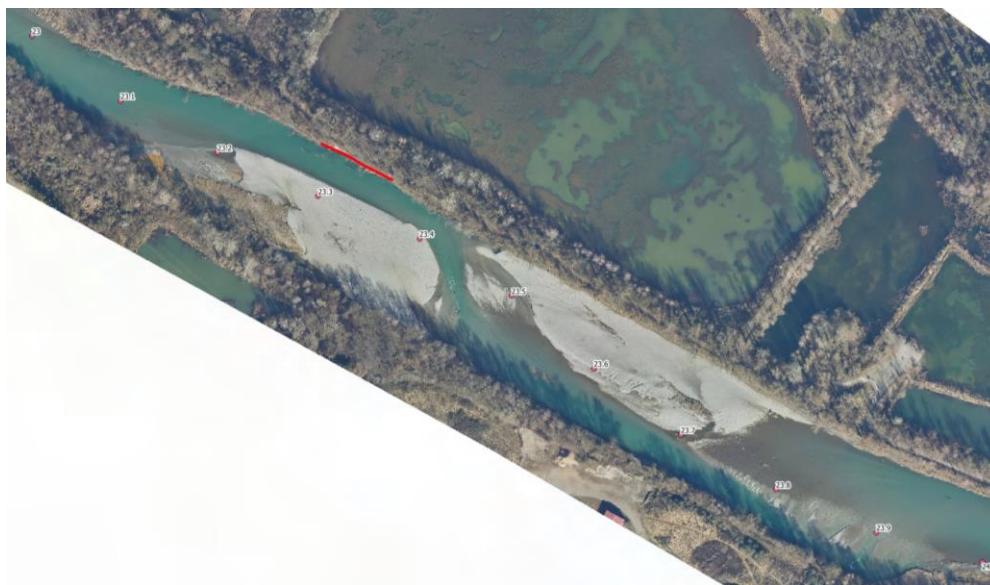


2024

En 2015, on constate que le lit présente en amont du pk 24 des bancs nus relativement mobiles, alors qu'en aval de ce point, ils semblent davantage fixés par la végétation. Entre 2015 et 2020, ce constat demeure, et on voit apparaître un nouveau banc de matériaux nus autour du pk 22,5 en rive droite.

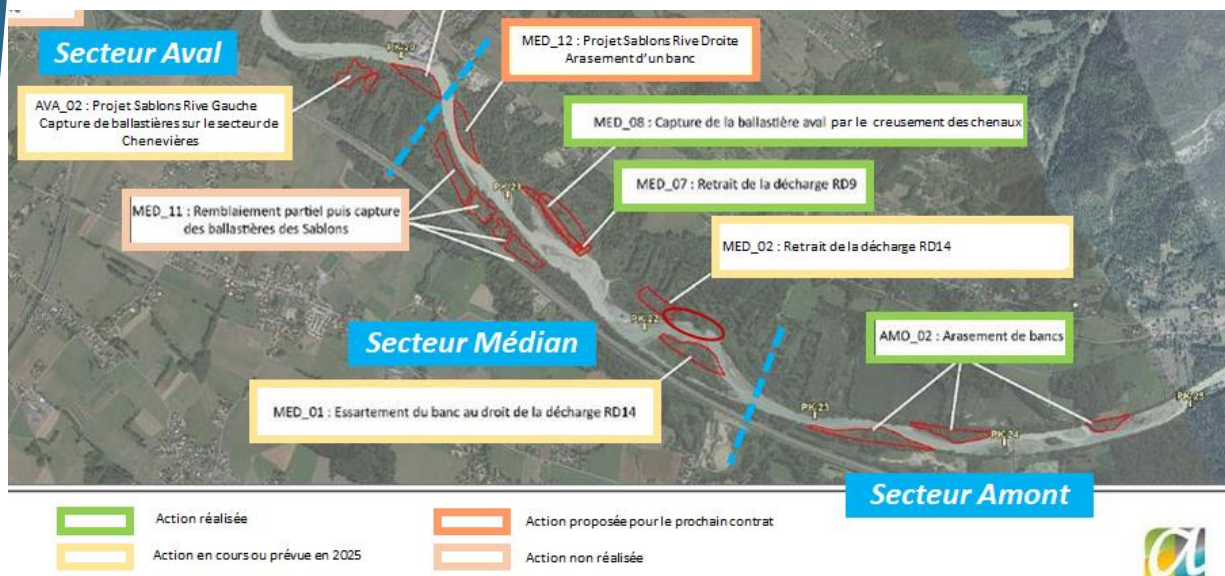
Entre 2020 et 2023, les deux bancs situés au droit de l'étang Millet (entre les pk 23 et 24) sont complètement décapés et des dépôts frais de matériaux viennent les recouvrir. Le banc rive droite progresse légèrement vers l'aval, avec du même coup le retour du bras en eau contre la rive droite en aval.

Entre 2023 et 2024, ces deux bancs sont encore modifiés et poursuivent leur progression vers l'aval. On voit clairement la progression des dépôts de sédiments vers l'aval. Le retour du bras en eau se fait alors de manière plus agressive contre la rive droite vers le pk 23.4, juste en amont de l'érosion étudiée.



Bancs mobiles en amont immédiat de l'érosion étudiée (en rouge) sur photographie aérienne de février 2024

La mobilité importante de ces bancs est à relier aux opérations d'arasement effectuées en 2022 :

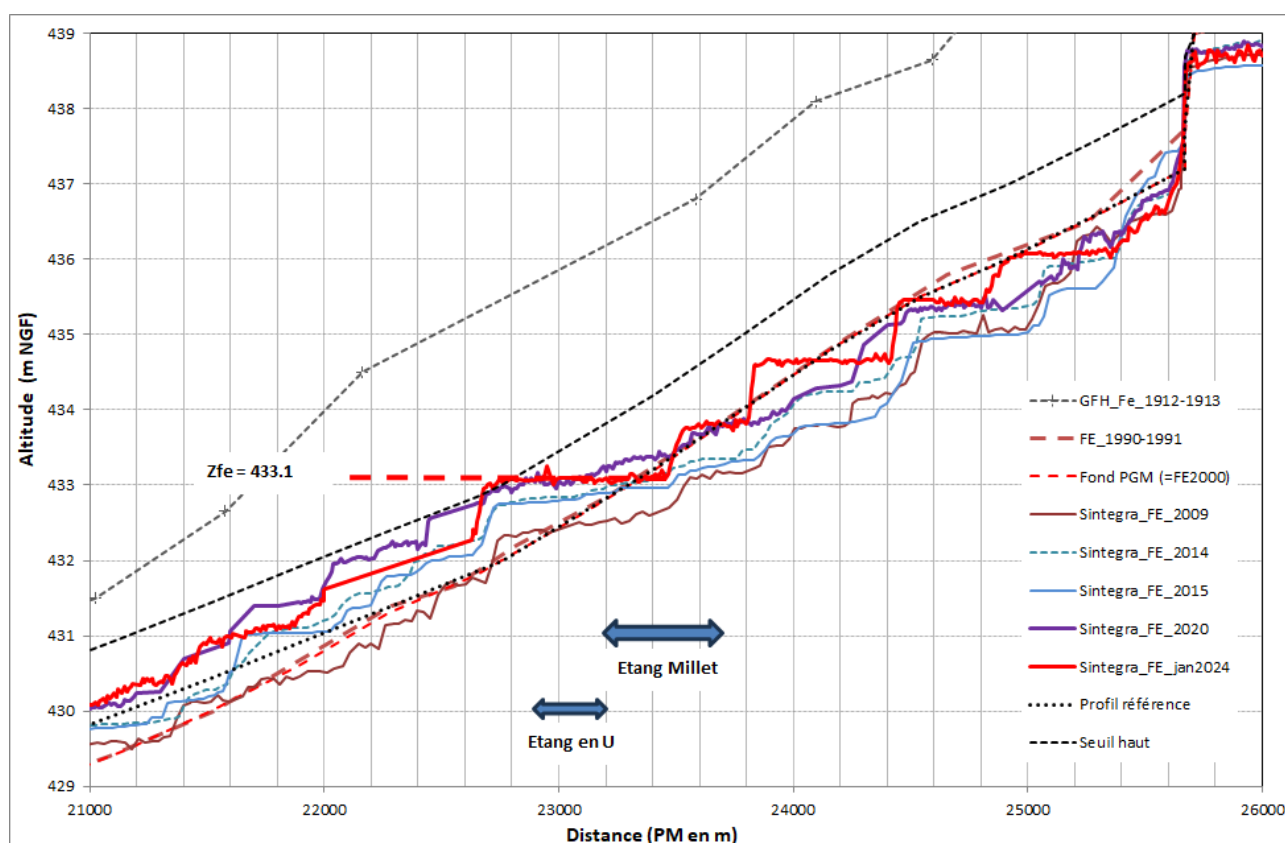


L'opération notée AMO_02 sur la figure précédente comprend trois bancs, qui ont été arasés aux dates suivantes :

- Banc 1 (amont) et 2 (médian) : janvier - mars 2022
- Banc 3 (aval) : novembre 2022

Analyse du profil en long

Les différents profils en long d'étiage historiques sur le tronçon d'étude sont portés sur la figure suivante :



Les extractions massives de matériaux dans l'Arve ont conduit à un fort déficit et une incision très importante de son lit, qui a connu son maximum en 2009 sur ce tronçon (profil marron sur la figure précédente). Elle est comprise entre 2,5 et 4 m entre le début du siècle dernier (profil des Grandes Forces Hydrauliques de 1912) et cette date. On note l'inertie importante de la morphologie du lit qui a réagi encore de nombreuses années après l'arrêt des prélèvements qui ont cessé à partir des années 90.

Entre 2009 et 2015, on constate une inversion de la tendance avec un exhaussement du lit de l'ordre de 50 cm en aval du pk 23,5. En 2020, puis 2024, cette tendance à l'exhaussement se poursuit de manière régressive avec des dépôts présents plus amont jusqu'au pied du seuil de la confluence du Borne. L'engravement atteint une moyenne d'environ 80 cm depuis 2009 sur l'ensemble du tronçon situé entre les pk 22 et 25.

On peut donc conclure que la tendance générale sur ce tronçon est à l'engravement du lit depuis une quinzaine d'année. Il est probable que cette tendance de fond se poursuive encore à un rythme qui dépendra de l'hydrologie naturelle de l'Arve et des apports solides amont. L'arrêt des extractions depuis les années 90 conduit à un remontée progressive du profil en long, mais il est très difficile d'estimer jusqu'à quel point, qui correspondra à une nouvelle pente du lit conditionnée par les apports solides actuels.

On constate que la progression des dépôts s'accompagne en 2024 de la présence de seuils naturels particulièrement marqués (pk 23,5 ; 23,8 et 24,4), avec un profil en long en « escaliers ». Ces seuils sont bien visibles sur la photographie aérienne. Il est probable qu'ils se lissent lors des prochaines crues.

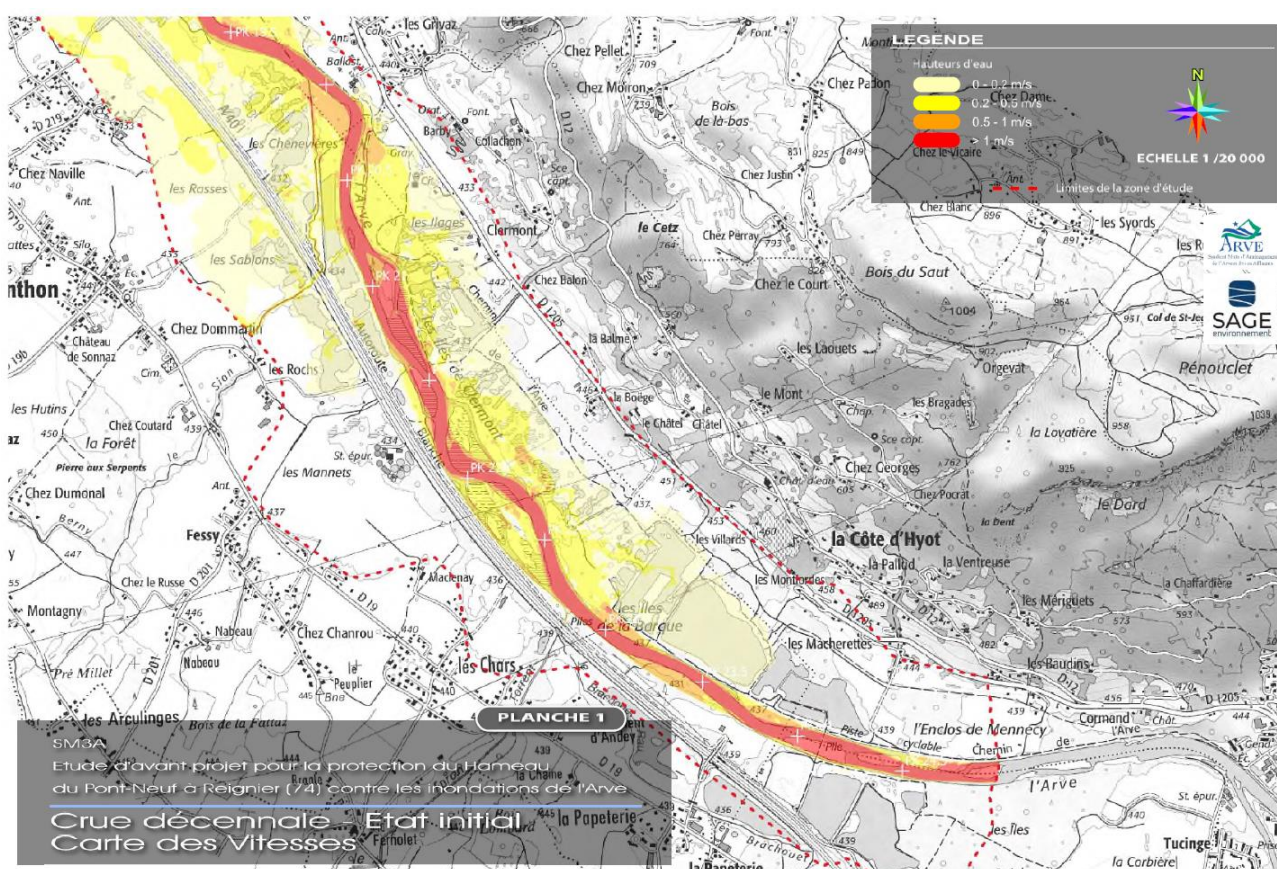
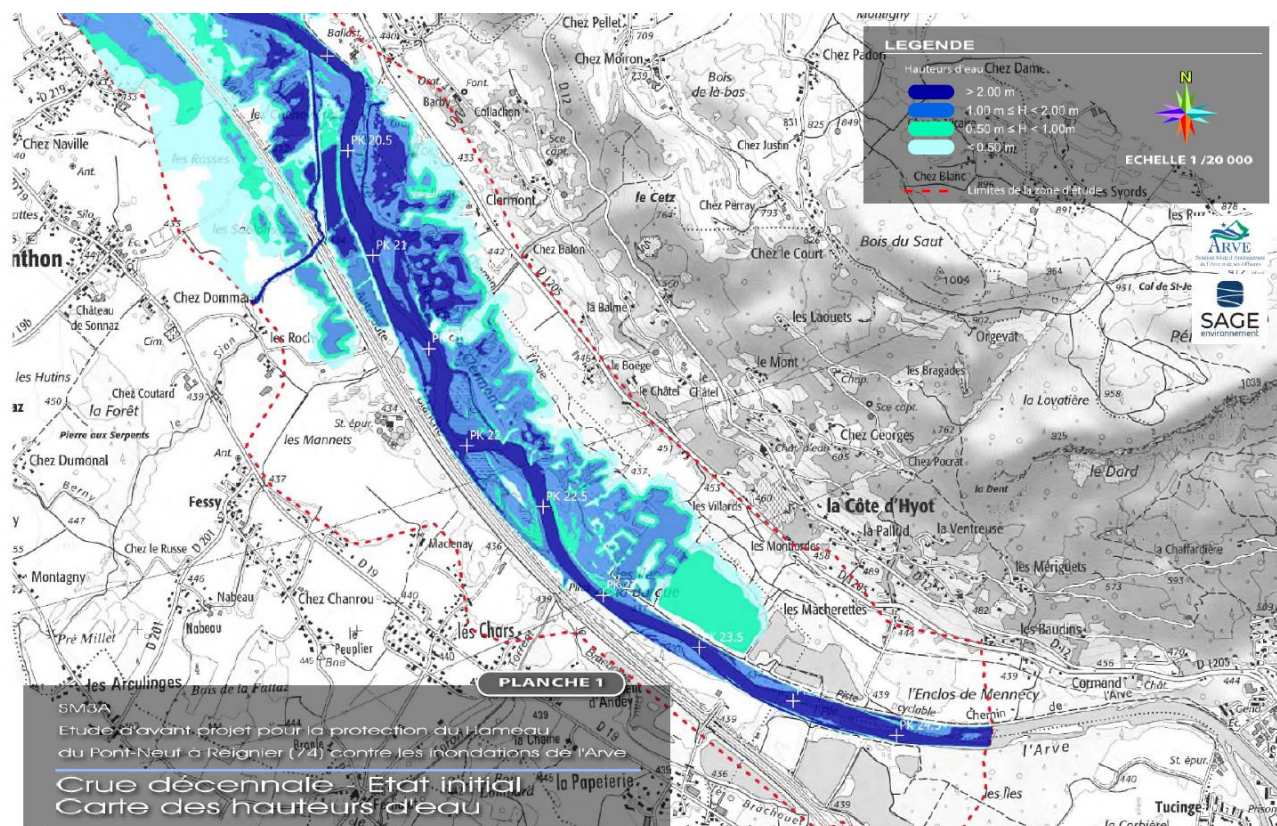
- **Diagnostic hydraulique**

L'Espace Borne-Pont de Bellecombe constitue une zone d'expansion des crues (ZEC) de l'Arve, qui joue un rôle d'écrêtement des crues pour les secteurs situés en aval, notamment Reignier, et plus en aval, l'agglomération de Genève

L'étude (ISL, 2017) a permis d'établir une analyse hydraulique détaillée de la basse vallée de l'Arve par le biais d'un modèle 2D. Ce modèle a été repris et encore affiné par l'étude (Sage Environnement, 2019) qui a porté uniquement sur le tronçon situé entre Bonneville et Reignier.

Ces études ont considéré l'hydrologie établie par ISL en 2016 qui considère pour les crues décennale et centennale des débits respectifs de 620 et 1030 m³/s.

Les hauteurs et vitesses pour une crue type décennale (débit à Arthaz de 620 m³/s) à proximité du projet sont décrites sur les figures suivantes :



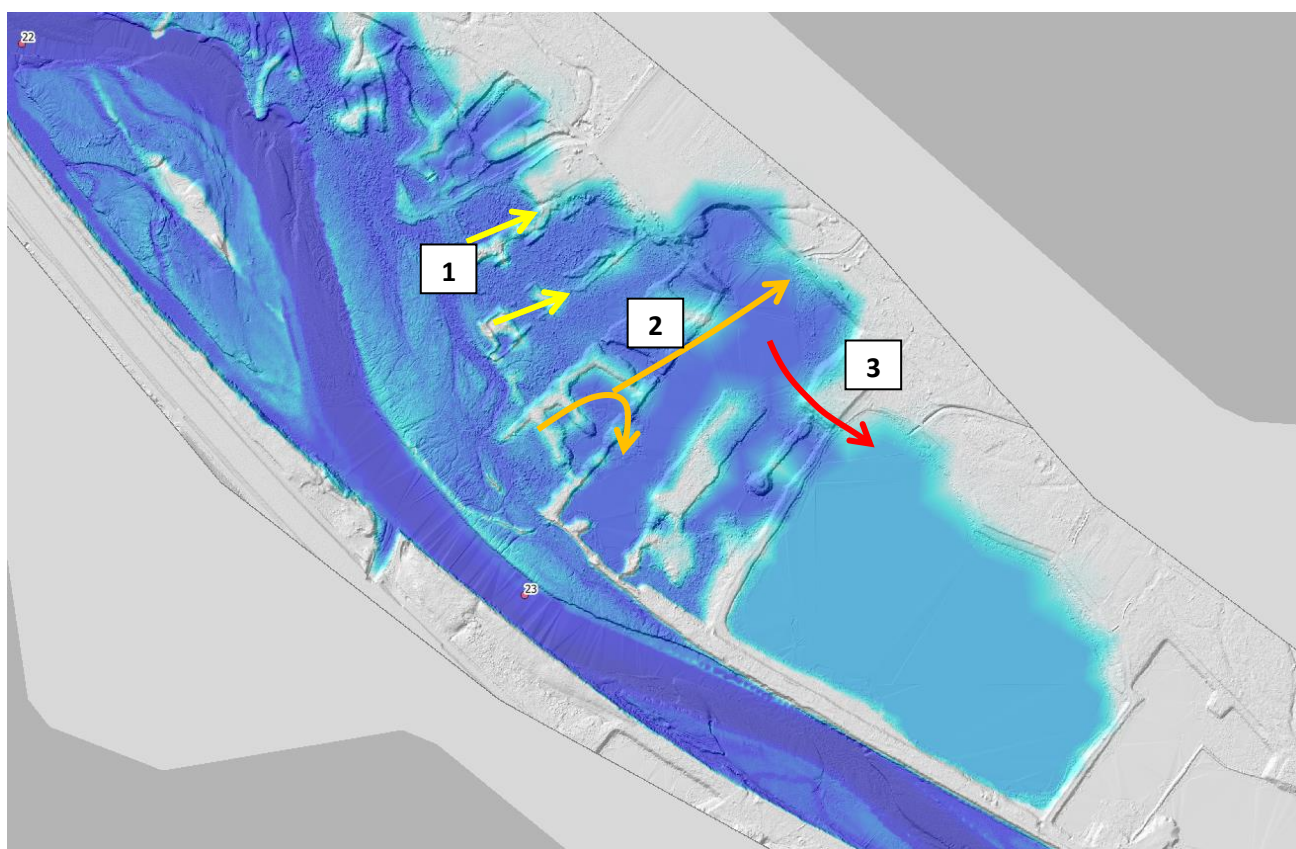
Carte des hauteurs d'eau (en haut) et des vitesses (en bas) pour une crue décennale d'après (SAGE Environnement, 2019)

On constate que les étangs des Iles de la Barque, dont l'étang Millet, sont inondés par l'aval. La carte des vitesses permet d'identifier que l'étang Millet est inondé depuis le point bas situé sous la ligne haute tension. Pour un débit de 620 m³/s, il y a entre 0,5 et 1 m d'eau supplémentaires dans l'étang.

D'après le modèle de (SAGE Environnement, 2019), la dynamique de la crue montre que l'eau commence à entrer :

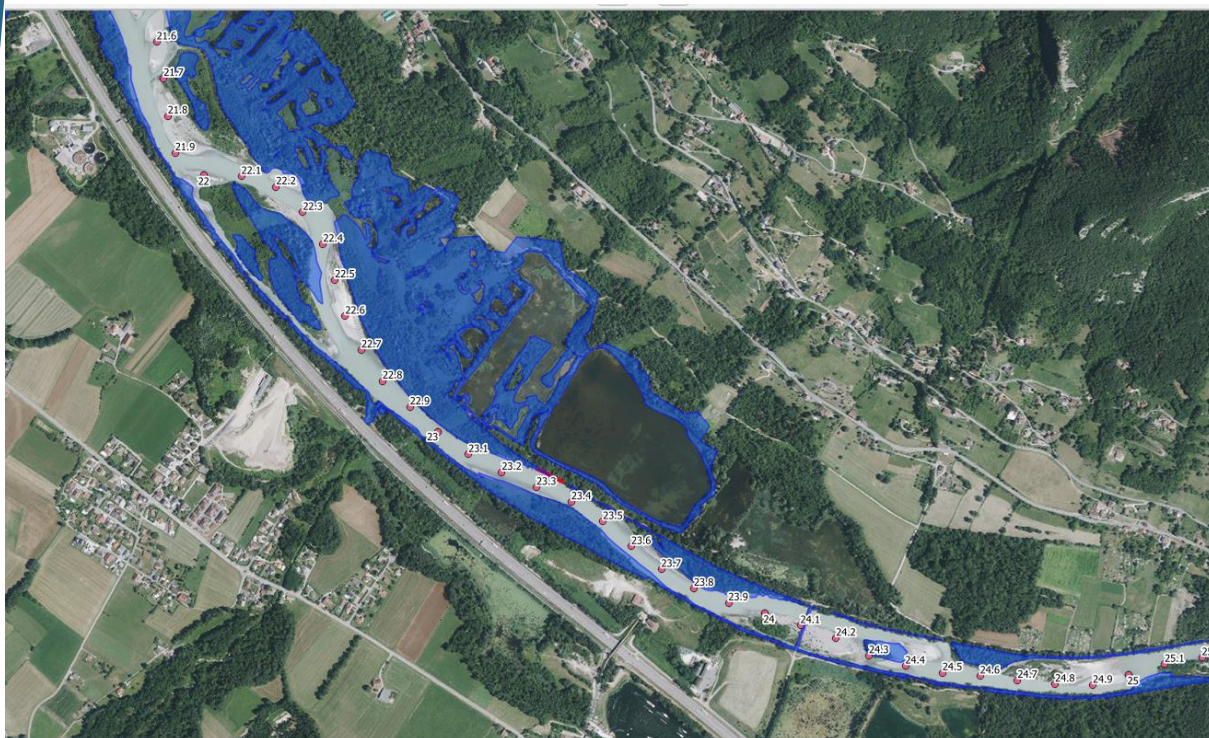
- dans l'étang en U au pas de temps 67 000, soit pour un débit dans l'Arve d'environ 320 m³/s ;
- dans l'étang Millet au pas de temps 75 600, soit pour un débit dans l'Arve d'environ 470 m³/s.

Ces étangs sont donc inondables pour des crues relativement fréquentes, d'une période de retour de l'ordre de 2 ans (Q2 proche de 440 m³/s à Arthaz d'après (EDF, 2021)).



Dynamique d'inondation des étangs par l'aval (d'après le modèle de SAGE Environnement, 2019)

L'emprise de la zone inondée par la crue du 14 novembre 2023 a été estimée à partir des laisses de crues et des modélisations qui semblaient les plus proches de l'enveloppe de crue observée. Elle est portée sur la figure suivante :



Ces observations confirment que les abords des étangs Millet et en U sont inondables pour des crues fortes (période de retour supérieure à 30 ans).

Les photographies suivantes ont été prises le 16 novembre 2023, durant la décrue. Elles montrent que les eaux de l'étang en U sont chargées de sédiments fins issus des débordements de l'Arve, ce qui ne semble pas être le cas pour l'étang Millet.





En l'état actuel, si l'étang Millet est inondable par l'aval, les débits entrants ainsi que les vitesses d'écoulements doivent être très faibles, non à même de transporter des sédiments fins de l'Arve qui en revanche transitent dans les étangs situés en aval immédiat

Bathymétrie des étangs

Dans le cadre de l'étude (Artelia, 2018), des levés bathymétriques ont été réalisés en mars 2018, dont les principaux résultats sont les suivants :

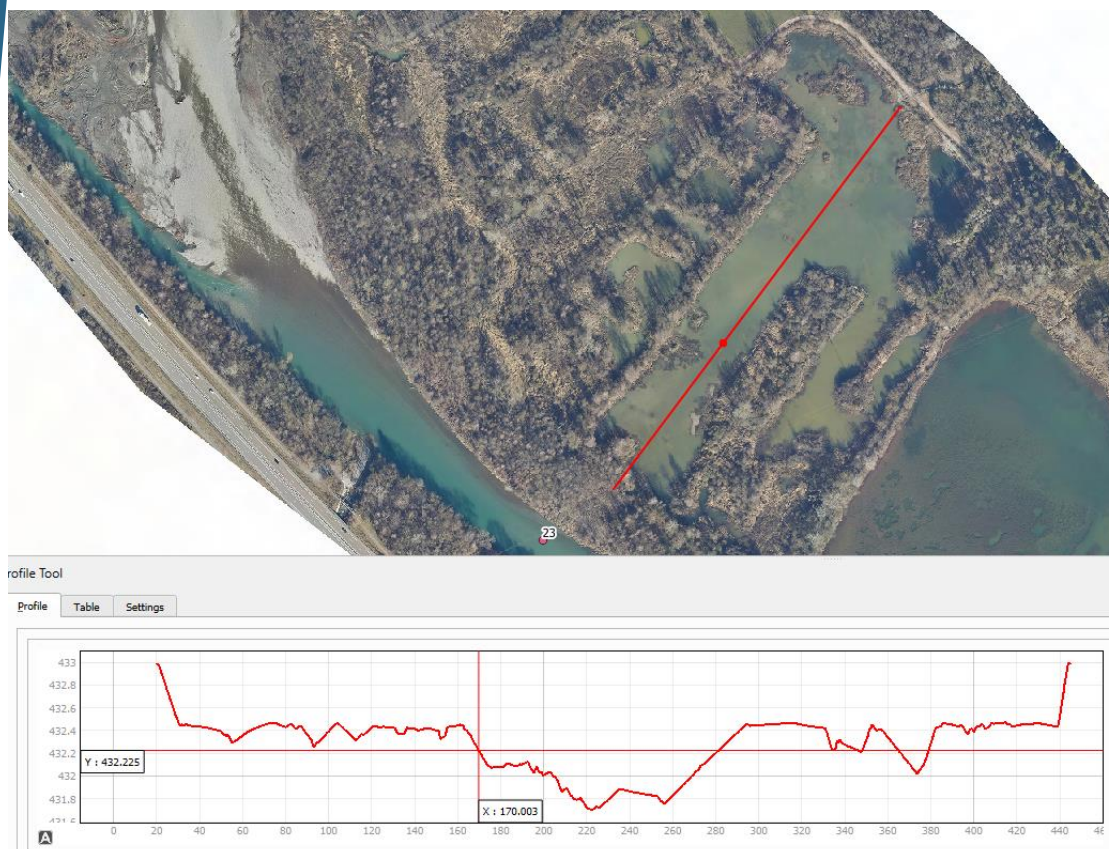
- Etang Millet

L'altitude du fond moyen varie principalement entre 432,5 et 433,2 mNGF, avec un trou sur la bordure nord dont le point le plus profond est à 431,0 mNGF. Sur la totalité du lac, la cote moyenne du fond semble être proche de 432,8 mNGF, valable également sur la moitié aval au droit de l'érosion.



- Etang en U

L'altitude du fond moyen varie principalement entre 431.7 et 432.5 mNGF, avec un trou au centre dont le point le plus profond est à 431,3 mNGF. Sur la totalité de l'étang, la cote moyenne du fond semble être proche de 432,2 mNGF.



- **Fonctionnement en situation de crue : analyse de l'impact éventuel sur les différents stades de développement de la Cistude**

Concernant les périodes de crues, en analysant l'historique des crues de l'Arve, on constate qu'il n'y a pas de périodes plus propices, il peut y en avoir à toutes les saisons, avec plusieurs scénarios de crues possibles : l'été avec des périodes de précipitations intenses combinés à la rupture d'une poche sous glacière ; l'hiver avec la fonte de la neige combinée à une limite pluie / neige qui remonte. Il n'y a pas d'influence sur les hautes eaux annuelles.

Toutes les périodes du stade de développement de la Cistude peuvent donc être concernés avec des impacts plus ou moins important. Toutefois les conséquences d'une crue peuvent être multiples et avoir des effets négatifs comme positifs.

Effets négatifs potentiels :

- Disparition / noyade d'individus
- Remobilisation des sédiments des sites de pontes en cas de crue morphogène
- Déplacements des Cistudes vers des zones plus proche de la route avec une augmentation des collisions lors des traversées de la route

Effets positifs potentiels :

- La remobilisation des sédiments peut entraîner la création de nouveaux sites de pontes
- L'érosion peut « rajeunir » des sites de pontes potentiels non accessibles du fait de l'occupation par la végétation arbustive / arborée
- Créer également de nouveaux solariums par déracinement des arbres.
- Emmener des individus plus en aval qui pourront coloniser de nouveaux sites

Concernant les individus présents dans l'enclos lors de leur mise en protection temporaire avant réintroduction, en cas de montée des eaux, on ne peut pas exclure le risque de noyade d'individus qui serait alors « piégé » dans l'enclos. C'est effectivement un risque, mais pour rappel, cet enclos n'est installé que de manière temporaire, et de courte durée, telle que nous l'avons prévue dans le projet.

2. Données relatives à la qualité de l'eau et des sédiments fins des gravières

Voir rapport « Données qualité eau et sédiments Iles de la Barque 2025 » en Annexe 1

3. Complément analyse présence historique : La Cistude en Haute Savoie à travers les recherches archéologiques - Point sur l'état des connaissances au 11 avril 2025 (issu de différents échanges mail avec des archéologues)

- Mésolithique (-7 000 ans avant JC = BC)

La seule donnée du bassin versant de l'Arve dont nous disposons provient de la partie Suisse, sur la partie aval du BV et est donc très ancienne. Le Museum de Genève conserve une dossière complète et un fragment de plastron provenant de la Touvière (Meinier, canton de Genève) qui a été datée au mésolithique (env. 7000BCcal). La Touvière est dans une zone de marais, le marais de Sionnet (un haut lieu d'observations ornithologiques), alimenté par la Seymaz, un affluent de l'Arve.

- Sites palafittiques de haute savoie (-5 000 à -500 ans avt JC = BC):

Selon Robin Brignad (Ingénieur de recherche – Eaux intérieures Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM)), peu de données sont disponibles pour ce département.

Cistude est documentée dans les niveaux de l'âge du Bronze final du palafitte de Chatillon (lac du Bourget, Savoie). Sur ces sites, le Museum de Genève se souvient d'avoir vu passé un lot de carapaces de cistude mais n'a pas gardé la conservation.

Aucun site lacustre d'Annecy ou du Léman n'a livré de vestiges ostéologiques de cette nature. Il précise néanmoins que les surfaces investiguées sont particulièrement réduites et qu'aucune fouille extensive n'a été menée.

La cistude est également bien attestée dès l'âge du Bronze dans la vallée de la Saône et la région lyonnaise.

- **Epoque romaine**

A la connaissance de Thierry Argant, archéozoologue, dans les rares fouilles menées en Haute Savoie, il n'y a pas eu de restes de cistudes mises à jour. A sa connaissance, la donnée la plus proche connue est un site antique fouillé en 1996 à Aix les Bains (conservation au musée savoisien de Bassin ; non étudié).

- **Moyen âge**

Eléments sur la consommation de la Cistude au Moyen Âge, cela concerne l'Isère, mais cela peut être intéressant pour les références citées :

https://www.researchgate.net/profile/Marc-Cheyland/publication/346716141_Forest_Cheyland_2003_consommation_de_la_cistude_d%27Europe_Emys_orbicularis_au_bas_Moyen-age_L%27exemple_de_Saint-Romain-de-Jalionas/links/5fcf5011299b188d400552f/Forest-Cheyland-2003-consommation-de-la-cistude-dEurope-Emys-orbicularis-au-bas-Moyen-age-Lexemple-de-Saint-Romain-de-Jalionas.pdf

4. Modalités du suivi génétique concernant le génotypage des individus vis-à-vis du risque de dérive génétique de la population.

Sur la question de la diversité du pool de géniteur mobilisés pour la production des individus promis au projet de réintroduction, ce point a effectivement donné lieu à de nombreux échanges au sein du comité scientifique réuni autour du projet (Marc Cheylan, Hugo Cauyela, Anthony Olivier), André Miquet également, ainsi que l'animateur SHF du Plan National en faveur de la Cistude d'Europe, et nos interlocuteurs des centres d'élevage de l'association Européenne des Zoos et Aquariums.

Il ressort de ces échanges que les avis divergent sur cette question. Néanmoins, nous avons suivi le guide de réintroduction sur ce point, en limitant les géniteurs aux seuls individus issus de la lignée géographique locale, la lignée haplotypique Ila, conscients que cette seule information ne permettrait pas de calculer une diversité génétique. Ainsi, nous avons, dans le cadre du contrat d'élevage soumis à l'EAZA, insisté sur la provenance diverse des individus géniteurs, issus de centres différents et d'origines géographiques différentes, afin de garantir sans la mesurer une diversité génétique des individus relâchés. Evidemment, cette précaution est cependant dépendante du nombre de géniteurs présents en centre d'élevage, pour lesquels l'EAZA ne réalise

pas d'analyse de l'ADN nucléaire. Cependant, le coût d'une analyse nucléaire du génome des individus géniteurs et la mesure des métriques de diversité et de consanguinité dans le temps n'est pas adapté aux ressources déjà mobilisées pour ce projet (*). Cependant, nous solliciterons le PNA Cistude afin d'envisager toute forme de travail collaboratif sur le sujet, soucieux que ce projet puisse permettre de préciser plus encore les modalités de réintroduction, en particulier sur cette question génétique.

() Une étude sur la diversité génétique et la dépression de consanguinité (séquençage ADN de tous les individus géniteurs + d'une partie des juvéniles relâchés, puis séquençage de tous les nouveaux individus capturés lors des CMR ultérieures) représente un coût supplémentaire d'environ de 30 000 €.*

5. Modalités de suivi des individus réintroduits

Pour rappel, tous les individus relâchés seront équipés de transpondeurs. Au moment de leur arrivée sur site, un marquage complémentaire sur la carapace sera réalisé sur chaque individu + photographies, afin de faciliter les suivis ultérieurs.

Puis, plusieurs séries de suivis selon la méthode classique d'installation de nasses et verveux seront réalisés :

- (voir fiche action 3.7.A) : 2 sessions de CMR dans le mois qui suit le relâché par cohorte, dont l'objectif est de mesurer le taux de survie consécutif à cette opération, au sein de l'enclos de mise en protection temporaire.
- (voir fiche action 3.7.B) : Un suivi de la dispersion par radiotracking pendant les premiers mois d'activités, 1 fois par semaine durant la période de mai à octobre, puis 1 fois par mois pendant la période d'octobre à mars. A la sortie de l'hivernation, entre mars et avril, un dernier suivi radiotracking sera réalisé afin de récupérer les émetteurs.
- Passée cette première année d'introduction / Acclimatation / Dispersion, une série de suivis par capture sera réalisée selon le schéma suivant :
 - o (voir fiche Action 3.7 C) Pendant les 6 premières années, une CMR annuelle avec 5 sessions de CMR. L'objectif est ici de calculer le taux de survie des individus relâchés, et de modéliser l'avenir probable de la population nouvellement installée
 - o (voir fiche Action 3.7.D) Puis un suivi CMR plus allégé, tous les 3 ans
 - o Un dernier suivi pourra être déclenché suivant les résultats des suivis CMR précédents : (voir fiche action 5.C1) une recherche des sites de pontes avec équipement par radiotracking de femelles gravides, afin d'identifier le cas échéant des problématiques liées à la gestion / entretien des sites de pontes (qui pourront se traduire ensuite par une gestion adaptative du site, Action 5.C2).

6. Précisions sur les actions prévues par rapport à la présence de la tortue de Floride sur le site

Grâce au diagnostic réalisé pour ce projet, la présence avérée de la Tortue de Floride en 2017 et 2018, aux Iles de la Barque, a été mise en lumière (3 observations avec un individu observé à chaque fois).

En début d'été 2024, 2 observations de Tortue de Floride (un individu à chaque fois) nous ont été rapportés sur l'étang Beltrami (en amont du site de réintroduction).

Des prospections ciblées par un stagiaire du SM3A ont été réalisées en août 2024 et début septembre 2024. Lors de ces prospections, aucun individu n'a été observé. Des prospections ciblées sur la Tortue de Floride seront réalisées entre avril 2025 et août 2025 par ce même stagiaire (à minima 3 passages) et un rapport de bilan sera réalisé. (voir fiche action 1.1.B).

En fonction des résultats des prospections 2025, il pourra être envisagé de reconduire les prospections sur les années 2026 / 2027.

Les données de Tortue de Floride sur le site étant sporadiques depuis 2017, aucune action de gestion n'est prévue à ce stade. A l'issue des résultats de prospection 2025, (voir 2026 et 2027), des mesures de gestions pourront être proposés.

7. Mise en place d'une protection forte sur le site

Des réflexions politiques ont été engagées afin d'évaluer la possibilité de mettre en place une protection forte sur le site, de type arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB).

Le SM3A s'est impliqué depuis plusieurs années à encadrer les usages existant sur le site, notamment la pêche. Cela par la mise en place de baux de pêche avec classement de 2 étangs en réserve de pêche afin de :

- Réduire les pratiques qui se font, bien qu'elles ne soient pas autorisées (Float tub, canotage...) par la mise en place d'un gardiennage par l'APPMA
- Canaliser la pêche sur la berge la moins impactante écologiquement avec possibilité de décaler la zone si déplacement des enjeux écologiques

Pour information, plusieurs arrêtés municipaux ont été pris sur le site :

- Véhicules à moteur interdit
- Pêche interdite en dehors des berges définies par les baux
- Possibilité de prendre des arrêtés supplémentaires : chiens tenus en laisse, canotage interdit, enceintes interdites, bivouac et feu interdit, accès zones de quiétude et sentiers secondaires interdit...

Concernant le contrôle et la surveillance du site, les moyens actuels sont :

- Gardiennage réalisé par l'APPMA pour la pêche
- Gardiennage réalisé par la police municipale d'Arenthon et Bonneville sur demande
- Gardiennage par l'ONF possible (partenariat possible uniquement gardiennage)

Concernant la sensibilisation des usagers, il est prévu dans le cadre du projet la mise en place de prestations externe de maraudage toute l'année sur des jours de fréquentation importante

ANNEXES

Annexe 1 : *Rapport « Données qualité eau et sédiments Iles de la Barque 2025 »*