

- RAPPORT D'ETUDE -

2022 N° 5/16

Cartographie des habitats de frayère pour l'alse feinte de Méditerranée

AUDRAN M., ALIX F., RIVOALLAN D. • Mars 2023



Photo de couverture
© MRM

Référence à citer

AUDRAN M., ALIX F., RIVOALLAN D., 2023. Cartographie des habitats de frayère pour l'alose feinte de Méditerranée. Campagne d'étude 2022. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 20p.

1 Contexte et objectifs de l'étude

1.1 Contexte

Le cycle de vie des poissons migrateurs repose sur la complémentarité fonctionnelle de nombreux habitats. Chacun de ces habitats est alors essentiel à la réalisation d'une phase du cycle biologique, que ce soit la croissance, la reproduction ou encore la migration. Ces espèces sont donc vulnérables aux dégradations pouvant affecter la disponibilité de ces habitats, leur qualité et plus particulièrement dans le cas des grands migrateurs, leur accessibilité.

L'aloise feinte de Méditerranée est un poisson migrateur endémique du pourtour Méditerranéen. Les pressions anthropiques et notamment la construction d'obstacles transversaux sur le Rhône et ses affluents sont à l'origine d'une forte régression des stocks à partir du milieu du XX^{ème} siècle. L'une des causes majeures de ce déclin repose alors sur la dégradation de l'accessibilité et de la qualité d'un habitat essentiel à la réalisation du cycle de vie des aloses : les habitats de frayère.

Pour enrayer ce déclin des populations, un plan de gestion des poissons migrateurs a été mis en place dès 1993. Concernant l'aloise, les actions prévues au PLAGEPOMI 2022-2027 poursuivent un objectif de décloisonnement de l'axe Rhône jusqu'à la Drôme et l'Eyrieux, ainsi que le décloisonnement des fleuves côtiers sur leurs linéaires classés en Zone d'Action Prioritaire pour l'Alose. Des actions de restauration de la continuité écologique ont ainsi été menées sur le Rhône et ses affluents ces dernières années (Sauveterre 2017 ; Rochemaure 2016, Pouzin 2017, Codolet 2021, Remoulins 2021, etc...), ainsi que sur les fleuves côtiers (Têt 2022 - passage à gué des Expos et radier Pont Joffre, Aude 2023 - St Nazaire, etc...).

Afin de répondre à ces objectifs de décloisonnement, il est nécessaire d'optimiser les mesures de gestion par la priorisation des actions. En effet, ces efforts de décloisonnements étant déployés sur plusieurs dizaines d'années, il est essentiel de cibler en priorité les secteurs présentant de forts enjeux pour l'espèce. **Ainsi, la connaissance de la répartition des habitats de frayères et de leur qualité, acquise dans le cadre des PLAGEPOMI, doit nécessairement guider les mesures de gestion.**

1.2 Objectifs et zones d'étude

A ce jour, il apparaît nécessaire d'actualiser les connaissances acquises sur plusieurs des axes colonisés par l'aloise. En effet, la morphologie des cours d'eau évolue avec le temps et notamment à la suite des crues morphogènes. D'autre part, certains linéaires nouvellement accessibles n'ont encore fait l'objet d'aucune étude de leurs habitats de frayère.

Ainsi, le premier volet de cette étude répond à un objectif d'actualisation de la cartographie des habitats de frayère dans une optique de priorisation des mesures de gestion. Cette actualisation a alors été réalisée sur 4 cours d'eau : la Cèze, l'Aude, la Têt et les Vieux Rhône de Rochemaure et de Donzère (*Figure 1*).

Les données disponibles sur les habitats de l'Aude et de la Têt sont relativement récentes (respectivement 2014 et 2016/2018), néanmoins, la morphologie de ces deux cours d'eau est susceptible d'avoir évolué à la suite de crues morphogènes étant survenues en 2018 sur l'Aude et en 2020 sur la Têt. Concernant la Cèze et les Vieux Rhône de Donzère et de Rochemaure, les connaissances en termes de disponibilité des habitats de frayère sont anciennes et/ou non cartographiées.

Alors que le premier volet apporte des connaissances en termes de répartition, de disponibilité et de qualité morphologique des frayères, **le second volet de cette étude aborde la qualité physico-chimique de ces habitats**. En effet, les paramètres physico-chimiques des zones de frayères, et notamment le colmatage et l'oxygénation du substrat, sont déterminants pour la survie des premiers stades de vie. En 2022, les mesures réalisées dans le cadre de ce volet poursuivent avant tout un objectif de validation du protocole d'évaluation de la qualité physico-chimique des frayères. Dans ce but, deux protocoles de mesures physico-chimiques ont été appliqués sur 3 frayères actives (i.e. sur lesquelles l'activité de reproduction est avérée) : la frayère de Fournès sur le Gardon, la frayère de Chusclan sur la Cèze et la frayère de Villetelle sur le Vidourle.

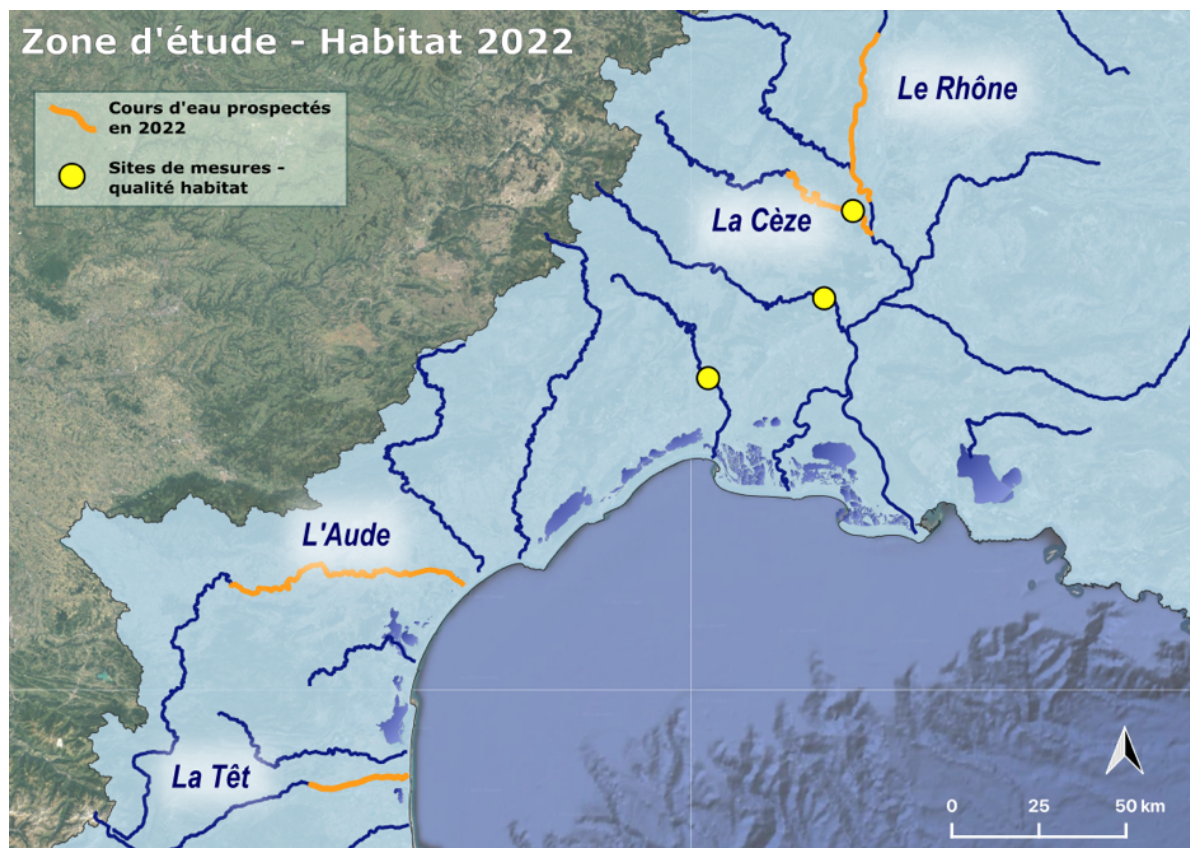


Figure 1 : Zone d'étude - Actualisation de la cartographie des habitats (linéaires oranges) et mesures de la qualité physico-chimique de l'habitat (ronds jaunes)

1.3 Matériels et méthode

a) Cartographie des habitats

L'aloise feinte de Méditerranée se reproduit sur des zones de radier, autrement dit, sur des linéaires caractérisés par de fortes vitesses d'écoulement et des profondeurs relativement faibles. **Les paramètres physiques de l'habitat sont alors déterminants pour le choix des sites de reproduction par les géniteurs¹.**

Les caractéristiques optimales de ces habitats² (basées sur les données issues des études sur la grande alose et adaptées à l'aloise feinte de Méditerranée) **sont les suivantes :**

¹ CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1986. Réserve naturelle de la frayère d'aloise - Etude des œufs de la grande alose (*Alosa alosa*) - Répartition et dérive, taux de mortalité, influence des pollutions. ENSAT.

² MARTY et al., 2014. Habitats potentiels de reproduction de l'Aloise feinte sur l'Aude. Onema, Délégation Interrégionale Méditerranée. 10p.

- Un substrat de pierres et de galets : de 30 à 130 mm,
- De fortes vitesses d'écoulement : de 0,8 à 1,2 m/s
- Une profondeur : de 0,6 à 1,2 m

Afin de localiser ces habitats et d'en évaluer l'intérêt pour la reproduction des aloses, le protocole appliqué comprend trois étapes :

Dans un premier temps, une étape de photo-interprétation à partir d'images aériennes permet de pré-localiser les frayères. Les secteurs cartographiés sont ensuite prospectés en canoë, avec une attention particulière à l'approche des potentielles frayères préalablement identifiées. La mesure des 3 paramètres déterminants cités ci-dessus est effectué sur chaque frayère potentielle rencontrée. Enfin, à partir de ces relevés, le caractère favorable des habitats est évalué sur la base d'un calcul standardisé permettant d'obtenir une note de 0 à 3 reflétant l'intérêt de chaque radier en tant qu'habitat de reproduction : (0) sans intérêt, (1) peu intéressant, (2) intéressant, ou (3) très intéressant.

Concernant le travail de cartographie 2022, il convient de préciser que certaines prospections n'ont pas pu être effectuées dans des conditions de débits optimales et représentatifs de la période de reproduction des aloses. En effet, la très faible hydrologie observée sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée en 2022 a impliqué des conditions de débits et de hauteurs d'eau globalement défavorables du mois de mai à novembre. De plus, des opportunités de hausse de débits ont été manquées pour cause d'une panne du courantomètre survenue en début d'été et ayant suspendu le suivi pendant près de 2 mois.

Ainsi, les résultats des prospections effectuées dans de telles conditions (seuil fixé à moins de 75% de la moyenne pluriannuelle des débits sur la période de reproduction - source : hydro-eaufrance) sont issus d'une adaptation du calcul standardisé associé à une prise en compte accrue de l'avis « à dire d'experts ».

b) Évaluation de la qualité des habitats

La qualité physico-chimique des zones de frayères est déterminante pour la survie des plus jeunes stades de vie. De plus, l'évolution actuelle du contexte hydro-climatique, par l'augmentation des températures de l'eau et par l'accentuation des étiages, risque de porter atteinte à l'efficacité de la reproduction. C'est pourquoi des mesures complémentaires ont été réalisées sur des frayères sur lesquelles l'activité de reproduction est avérée.

L'étude des paramètres physico-chimiques concernent deux descripteurs interdépendants du substrat : l'oxygénation et le colmatage, respectivement évalué par la pose de sticks hypoxie et la mesure de la conductivité hydraulique. La campagne 2022 a permis de tester la faisabilité de ces protocoles.

Mesure de l'oxygénation du substrat

Il est possible d'estimer l'intensité du colmatage du lit des cours d'eau par la détermination de la profondeur d'oxygénation du substrat. Cette profondeur d'oxygénation peut être observée via le développement de bactéries sulfo-réductrices sur des supports (« sticks ») en bois ³. En effet, leur développement entraîne la formation de dépôts de manganèse sur le bois, visibles sous forme de taches noires ou grises plus ou moins grandes. Le passage à une zone tachetée rend alors compte d'une transition vers un milieu peu oxygéné. Les sticks ont été posés lors de deux campagnes sur la période de présence des aloses sur les frayères afin d'observer une éventuelle évolution des résultats dans le temps.

³ Marmonier P., Delettre Y.R., Guyon J., Lefebvre S., Boulton A., 2004. A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the beds of rivers

Mesure de la conductivité hydraulique

Il existe une forte corrélation entre le pourcentage de particules fines dans le sédiment et la conductivité hydraulique de ce dernier. Plus les particules fines sont présentes, plus la conductivité hydraulique est faible⁴.

La conductivité hydraulique K est la capacité d'un milieu poreux (ici la matrice sédimentaire du lit) à laisser circuler un fluide. Le principe du protocole repose donc sur la mesure du temps nécessaire à l'infiltration d'1L d'eau dans le sédiment en un point et à une profondeur donnée. Ces mesures ont été effectuées en quatre points de chaque site, au mois de juin.

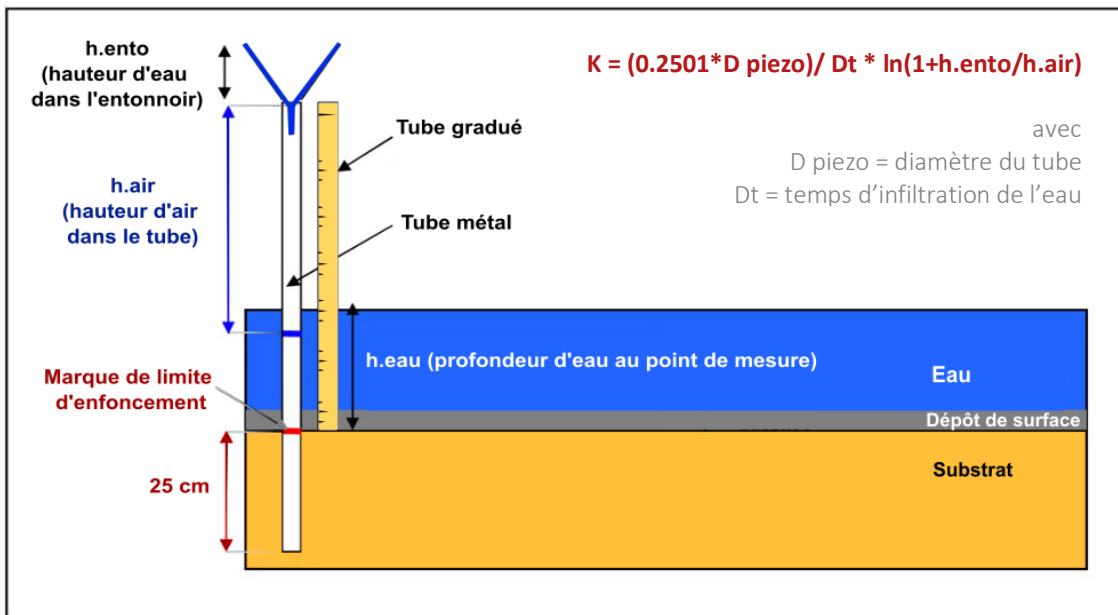


Figure 2 : Schéma représentatif du protocole de mesure de la conductivité hydraulique de l'eau

2 Résultats de la campagne 2022

2.1 Cartographie des habitats de frayère

c) Le Rhône

Les Vieux Rhône de Donzère (29km) et de Rochemaure (13,5 km) sont des linéaires présentant un potentiel certain en termes d'habitats favorables à la reproduction des aloses. Sur le Vieux Rhône de Donzère, une frayère active fait notamment l'objet d'un suivi historique (depuis 1998).

La notion d' « étages » du Rhône ainsi que la configuration des voies au droit des aménagements hydroélectriques font l'objet de plus amples explications dans les rapports dédiés à l'étude de la pêche de l'aloise sur le bassin du Rhône, disponibles au lien suivant : <https://www.migrateursrhonemediterranee.org/rapports-detudes/>

A ce jour, le quatrième étage du Rhône (vieux Rhône de Donzère) est accessible uniquement via l'usine de Caderousse. Cette dernière pratique des éclusages spécifiques à poisson : éclusages effectués en période de migration et dont les modalités d'ouverture sont adaptées à la montaison des aloses. L'accès au Vieux Rhône de Donzère est ainsi facilité et

⁴ Descloux S., Datry T., Philippe M., Marmonier P., 2010. Comparison of Different Techniques to Assess Surface and Subsurface Streambed Colmation with Fine Sediments

sa colonisation est confirmé annuellement par les différents suivis (pêcherie, reproduction, ADNe).

Le cinquième étage est quant à lui accessible uniquement via l'usine écluse de Bollène. En effet, bien que le barrage de Donzère soit équipé d'une passe à bassins, son dimensionnement ne permet pas le passage des aloses. Or, l'usine écluse de Bollène n'effectue pas d'éclusement spécifique à poissons, rendant difficile le passage des aloses. Ainsi, au-delà du quatrième étage, la colonisation du bassin Rhodanien reste fortement dépendante des conditions hydrologiques et n'est pas confirmée tous les ans.

Sur l'axe Rhône, ces deux linéaires constituent **les premiers secteurs aval favorables à la reproduction de l'aloise**. Pourtant, les données disponibles sur leurs habitats sont anciennes, voire non cartographiées. Dans un contexte de décroissance avec pour objectif la confluence de l'Eyrieux, il apparaît essentiel d'actualiser les connaissances sur ces secteurs dont l'accessibilité s'améliore d'année en année au gré des efforts de gestion assurés sur l'aval du bassin.

La prospection de ces secteurs a été effectuée du 30/08/22 au 01/09/22. Les débits réservés dont bénéficient ces deux bras ont assuré une hydrologie suffisante et représentative des conditions en période de reproduction avec des débits de $78 \text{ à } 80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (débit réservé).

Sur le Vieux Rhône de Rochemaure, **10 frayères** potentielles ont été cartographiées pour un linéaire total de **2 km** (Figure 3). Sur le Vieux Rhône de Donzère, **12 frayères** potentielles ont été cartographiées pour un linéaire total de **4 km** (Figure 4).

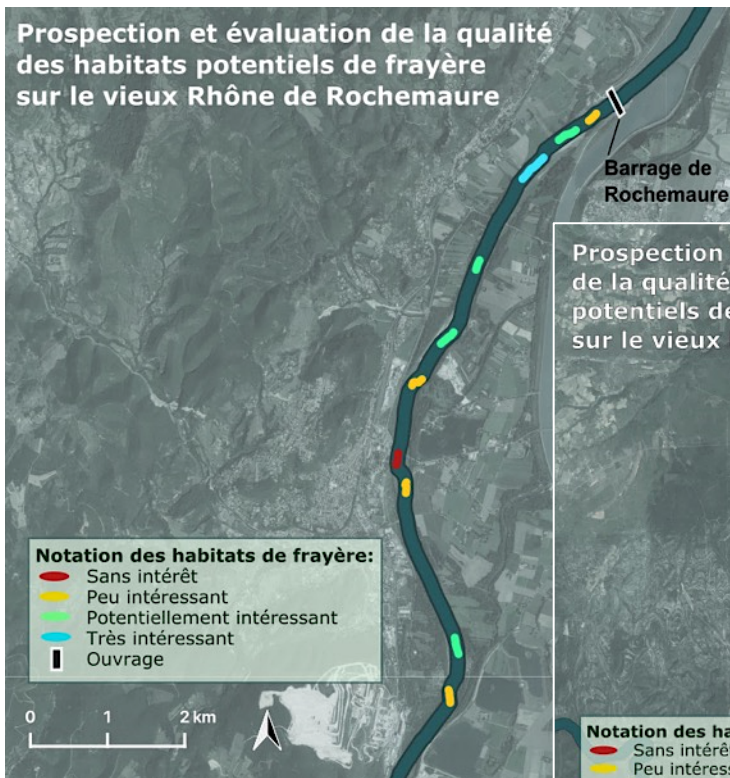


Figure 3 : Actualisation de la cartographie des habitats de frayères sur le vieux Rhône de Rochemaure

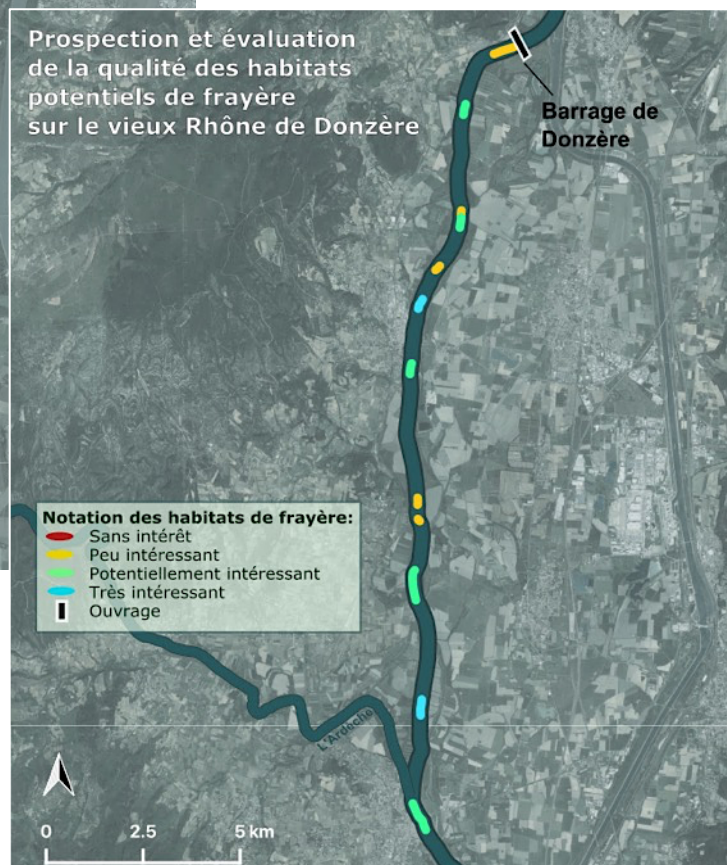


Figure 4 : Actualisation de la cartographie des habitats de frayères sur le vieux Rhône de Donzère

Bien que les mesures aient été prises en condition de débits réservés, **les facteurs limitants le plus souvent rencontrés sur ces linéaires sont la vitesse ainsi que la profondeur**, ces dernières étant fréquemment **trop importantes**. D'autre part, de telles conditions sont susceptibles d'affecter les données par l'introduction d'un biais : à défaut de pouvoir prendre les mesures dans les plus fortes veines d'eau, les opérateurs choisissent des points sur des zones plus calmes, surestimant ainsi la qualité de la frayère. Néanmoins, aux vues de la complexité des écoulements observés sur certains radiers (largeur et hétérogénéité importantes), le choix a été fait de considérer ces portions plus calmes du radier comme frayère potentielle à part entière. De plus, ces portions sont parfois fragmentées en plusieurs veines d'eau favorables sur une largeur supérieure à 100m. Dans ce cas, une seule frayère est considérée, dont la longueur équivaut à celle de la plus longue zone favorable.

Concernant la qualité de ces habitats, la disponibilité en secteurs favorables à la reproduction de l'aloise (classement « intéressant » et « très intéressant ») est comparable sur les deux Vieux Rhône. En effet, 5 frayères ont été qualifiées de favorables sur le Vieux Rhône de Rochemaure et 7 sur celui de Donzère. Ces habitats représentent alors, respectivement, **9% et 10% des linéaires prospectés.**

Perspectives et préconisations de gestion

Pour finir, ces résultats mettent en évidence des perspectives en termes de gestion et de suivi. Alors que l'exploitation des frayères par les géniteurs est suivie et confirmée sur le vieux Rhône de Donzère, celles du vieux Rhône de Rochemaure ne font l'objet d'aucun suivi de la reproduction. Aux vues des habitats favorables identifiés sur ce secteur, il serait intéressant de mettre en place un suivi prospectif de ces frayères potentielles.

Concernant l'accès du 5^{ème} étage, la reprise de la passe à poissons de Donzère (projet en cours mené par la CNR) améliorera considérablement l'accessibilité des habitats du Vieux Rhône de Rochemaure.

Il convient de remarquer que la proportion d'habitats favorables (9 et 10%) reste relativement faible. Ce constat, associé aux facteurs limitants de ces frayères potentielles (profondeurs et vitesses importantes) nous rappelle avant tout que ces secteurs sont situés sur la partie aval de l'axe Rhône dont la morphologie et les conditions hydrologiques ne sont que ponctuellement favorables à la présence d'habitat de frayère. C'est pourquoi il reste primordial d'assurer l'accès aux secteurs et affluents situés plus en amont et dont les caractéristiques sont d'autant plus favorables à la présence de frayères de qualité.

d) La Cèze

La Cèze est un affluent rive droite du Rhône dont la confluence est localisée sur le 3^{ème} étage du bassin. L'accessibilité ainsi que l'attrait de la Cèze font de cet affluent **un axe migratoire annuellement colonisé par les aloses**. De plus, **une reproduction effective sur la Cèze est confirmée** par le suivi de la frayère de Chusclan (depuis 2002) et par la capture d'alosons (2021 et 2022).

Concernant la situation de la Cèze en termes de continuité écologique, deux ouvrages font obstacle à la montaison sur sa partie aval : le seuil de Codolet situé à la confluence et le seuil de Chusclan (6,5 km de la confluence) constituant la limite de colonisation. La passe de Codolet a été reprise en 2021 afin d'assurer la franchissabilité du seuil de la confluence pour une plus grande diversité de débits. **Le seuil de Chusclan devrait quant à lui être équipé en 2023 et permettra ainsi l'accessibilité aux secteurs amont jusqu'aux cascades du Sautadet (obstacle naturel situé à 23,5km de la confluence).** C'est pourquoi **il est essentiel de disposer de connaissances en termes de potentiel d'accueil** sur ces secteurs prochainement accessibles. Or, la Cèze a connu plusieurs crues morphogènes depuis la dernière cartographie des habitats entre Chusclan et les cascades du Sautadet, réalisée en 1996.

L'actualisation de la cartographie des habitats de la Cèze a été réalisée les 18, 19 et 26 octobre 2022. Malgré un report des prospections à l'automne (pour cause de faible hydrologie et panne matériel), les débits étaient encore très bas sur les deux premiers jours de prospection (entre 1 et 2 m³.s⁻¹). Seul le troisième jour a connu des conditions assez représentatives de la période de reproduction (8,2 m³.s⁻¹).

Sur le linéaire étudié (17 km) 29 frayères potentielles ont été cartographiées pour un linéaire total de 4,4 km (Figure 5).

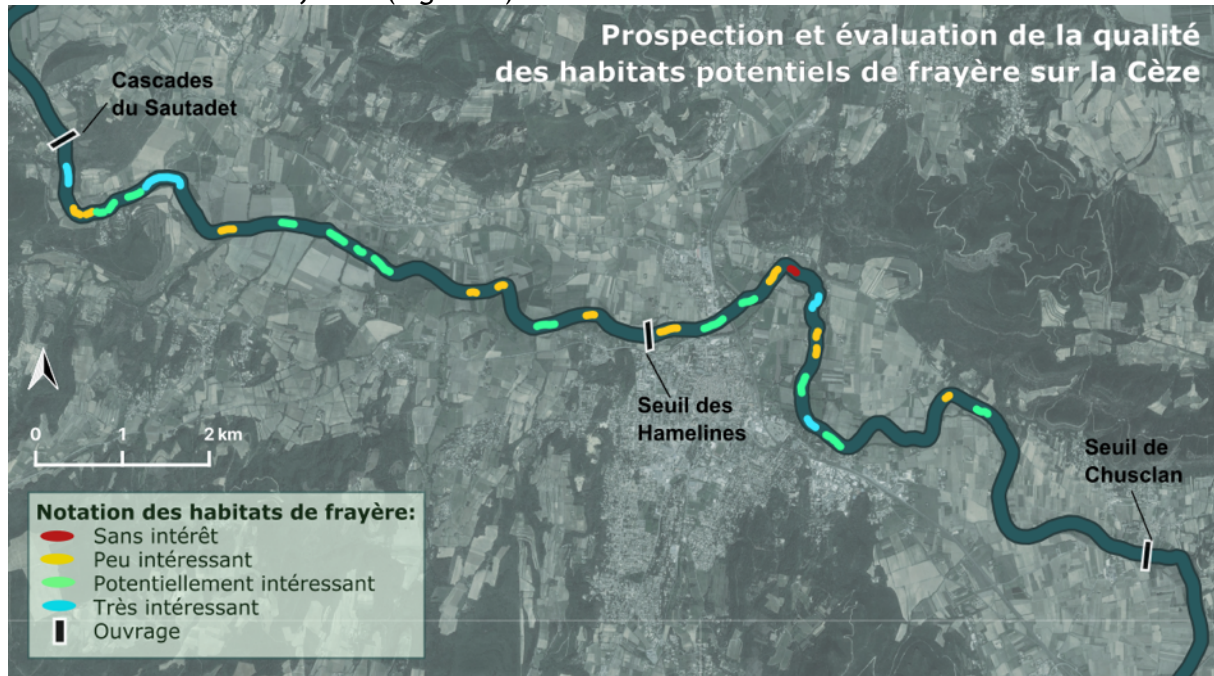


Figure 5 : Actualisation de la cartographie des habitats de frayères sur la Cèze

Globalement, les habitats de la Cèze semblent présenter une bonne granulométrie. Aux vues des conditions hydrologiques lors des mesures, il est évident que **les facteurs limitants sont majoritairement les trop faibles profondeurs et vitesses**. Ainsi, les données récoltées les deux premiers jours ont fait l'objet de l'adaptation (mentionnée dans la partie 1.3) de la méthode de détermination de la note. La comparaison avec les données de 1996 met en évidence le maintien du nombre de radiers total ainsi que de la proportion que représente leur linéaire. Seules deux frayères de qualité n'ont pas été ré-identifiées en 2022.

Concernant la disponibilité en habitats favorables (« intéressant » et « très intéressant »), **17 frayères ont été identifiées pour un linéaire de 3,12 km, soit 18,3% du linéaire prospecté**. Hormis la retenue du seuil de Chusclan s'étendant sur plus de 3 km, ces habitats favorables se répartissent sur tout le secteur d'étude mais se concentrent davantage sur la **partie amont**, à proximité des cascades. Cependant, sur ces zones amont, les radiers sont souvent marqués d'enrochements artificiels modifiant les écoulements en canalisant le flux des radiers (Figure 6).



Figure 6 : Radier localisé en amont de la zone d'étude et présentant des enrochements artificiels formant un chenal drainant la majorité du débit

Perspectives et préconisations de gestion

Aux vues des différents suivis de l'aloise réalisés par MRM, la Cèze, avec son unique zone de frayère, représente à ce jour un enjeu important pour l'espèce (300 bulls en 2022). Or, de nombreux efforts de décloisonnement ont été réalisés (reprise de Codolet, passe de Sauveterre, etc...) ou sont en cours sur les premiers étages du bassin (future passe de Vallabrègues). Ainsi, par l'amélioration des conditions d'accès, la colonisation de la Cèze est susceptible de s'intensifier dans les années à venir. C'est pourquoi il est primordial de maximiser le potentiel d'accueil de la Cèze par le rétablissement de la continuité écologique au droit du seuil de Chusclan. Le déploiement des différents suivi de l'aloise (pêche, reproduction, ADN) en amont de Chusclan, permettra alors de confirmer, dans les années à venir, la colonisation de ce secteur voire l'exploitation de ses habitats de frayères.

D'autre part, l'aménagement prévu pour le seuil de Chusclan comprend l'abaissement de la crête du seuil. Après travaux, il sera donc nécessaire d'assurer une courte prospection du secteur de 3 km actuellement qualifié de retenue. En effet, ce dernier pourrait s'en retrouver réduit au profit de nouveaux habitats et notamment d'habitats de radiers.

e) L'Aude

Depuis plus de 20 ans, l'intérêt du bassin de l'Aude pour l'aloise feinte de Méditerranée est avéré et a été mis en évidence à travers la réalisation de plusieurs suivis. **En effet, le suivi de la pêche (depuis 1998) ainsi que celui de la reproduction (depuis 2012) ont confirmé une forte présence de l'espèce ainsi qu'une importante activité de reproduction, essentiellement concentrées sur le site en aval de l'ouvrage de Moussoulens (point de blocage majeur - 25 km à la mer).** Or, la frayère de Moussoulens ne possède pas les caractéristiques physiques optimales. La reprise de ce dispositif constitue alors une priorité de gestion qui permettra aux aloses d'accéder à des habitats de frayère de meilleur qualité.

Ainsi, devant l'évolution à venir du contexte migratoire (objectif actuel de décloisonnement des secteurs en amont de Saint-Nazaire - 31,5 km à la mer), il est essentiel de connaître le potentiel d'accueil de ces linéaires prochainement accessibles. Or, les données habitats disponibles sur ces secteurs ont été acquises en 2014, alors que le fleuve a subi une crue morphogène en 2018. C'est pourquoi la cartographie des habitats potentiels de frayère a été actualisée en 2022 sur la ZAP (zone d'action prioritaire pour l'aloise), depuis l'ouvrage de Marseillette jusqu'à celui de Moussoulens, soit un linéaire de 48 km.

Comme sur la Cèze, les prospections ont été reportées à l'automne pour cause d'hydrologie trop faible et de panne matériel : les 9, 10, 24 et 25 novembre et les 05 et 06 décembre. 51 frayères ont ainsi été cartographiées pour un linéaire total de 8,9 km (Figure 7).

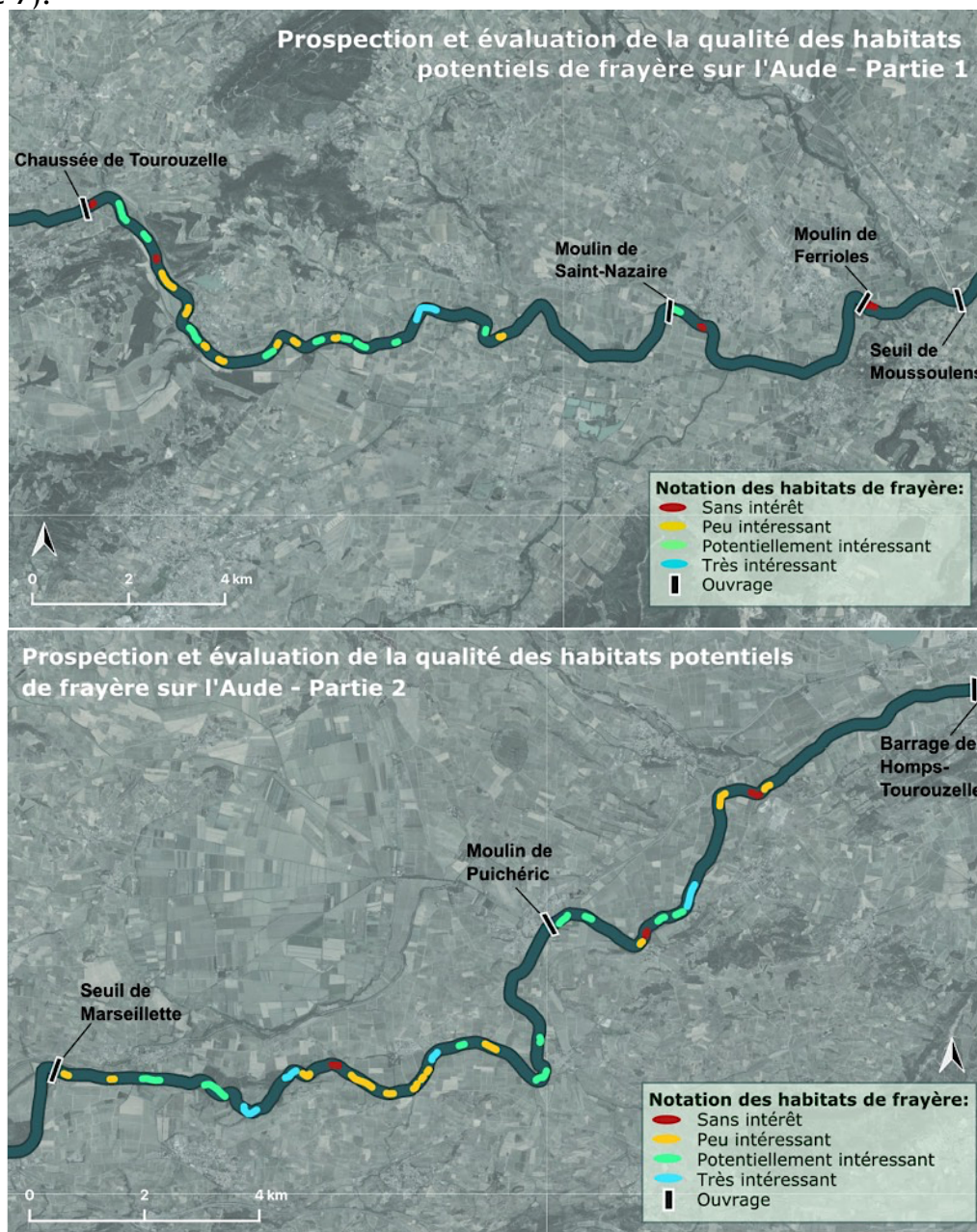


Figure 7 : Actualisation de la cartographie des habitats de frayères sur l'Aude

Seule la première session de prospection (09 et 10 novembre) a été caractérisée par une trop faible hydrologie, non représentative des conditions hydrologiques moyennes du printemps. Les mesures relevées sur cette session ont donc fait l'objet de l'adaptation (mentionnée dans la partie 1.3) de la méthode de détermination de la note. Les deux autres sessions ont connu des débits suffisants, supérieurs à $30\text{m}^3.\text{s}^{-1}$.

Globalement, le facteur limitant le plus récurrent est une mauvaise granulométrie, notamment sur la partie amont, entre Marseillette et Puichéric, où l'on rencontre de nombreux radiers caractérisés par un substrat de dalles.

Sur la partie aval, la problématique de granulométrie persiste dans une moindre mesure, à laquelle s'ajoute celle du colmatage (i. e. observation de sédiments fins / matière organique comblant les interstices du substrat) et des vitesses d'écoulement parfois trop faibles.

La comparaison avec les résultats de 2014 met en évidence un maintien de la disponibilité en habitats favorables (en proportion du linéaire) : 7% en 2014 contre 6,9% en 2022 - prenant en compte le linéaire jusqu'à l'embouchure).

Concernant la qualité des habitats, le nombre de radiers qualifiés de favorables (« intéressant » et « très intéressant »), est comparable entre l'amont et l'aval de la zone d'étude. Néanmoins, la partie amont présente légèrement plus d'habitats favorables (en nombre et en linéaire), parmi lesquelles 4 sont qualifiés de très intéressants (contre un seule sur la partie aval).

Sur l'ensemble du secteur prospecté, ces habitats favorables représentent 5,3 km, soit 11,1% du linéaire. Ce chiffre s'approche alors de la proportion en habitats favorables sur les Vieux Rhône et semble ainsi relativement faible pour un fleuve côtier. Cependant, ce résultat peut être expliqué par la présence sur la zone d'étude de six ouvrages et de leurs retenues dont les linéaires cumulés représentent près de 20 km.

Perspectives et préconisations de gestion

A ce jour, aucune observation d'aloses n'a été faite en amont de Saint-Nazaire alors que la quasi-totalité des habitats favorables à la reproduction de l'espèce sont localisés en amont de cet ouvrage. Avec ses 10 frayères potentielles de qualité, le linéaire situé en amont direct de l'ouvrage de Saint-Nazaire et s'étendant jusqu'à la chaussée de Tourouzelle, possède un potentiel d'accueil certain. Ainsi, les mesures de gestion actuelles doivent poursuivre comme premier objectif de rétablir pour l'espèce l'accès à ce linéaire.

Afin d'atteindre ce secteur à enjeu, les aloses doivent franchir 4 ouvrages : la barrage anti-sel, le seuil de Moussoulens, le moulin de Ferrioles et le Moulin de St-Nazaire. Le barrage anti-sel sera prochainement équipé d'une passe (2024) et devrait rester transparent en période de montaison. L'ouvrage de Moussoulens représente un blocage majeur et la reprise de sa passe à bassins reste indéterminée (autant en termes de date que de projet). Le Moulin de Ferrioles est équipé et son dispositif de franchissement est fonctionnel. Le Moulin de St-Nazaire est équipé mais son dispositif nécessite d'être repris afin d'assurer le passage des aloses, l'échéance de cette reprise étant fixée fin 2023. Ainsi, en 2024, seul l'ouvrage de Moussoulens représentera un obstacle à l'objectif de décloisonnement jusqu'à la chaussée de Tourouzelle.

D'autre part, des variations importantes et ponctuelles de débit et de hauteur d'eau ont été observées sur le site de Moussoulens pendant les périodes de reproduction. Ces variations sont notamment liées aux divers usages de l'eau en amont de l'ouvrage. Cette gestion quantitative de l'eau, associée aux étiages naturels, affecte à la fois l'activité de reproduction et la survie de la progéniture sur la frayère de Moussoulens. Le décloisonnement de ce secteur est alors d'autant plus urgent que le contexte actuel de changements hydro-climatiques est susceptible de multiplier les épisodes d'étiages sévères et précoces.

Ainsi, restaurer l'accès à des frayères de qualité permettrait de favoriser la résilience de l'espèce face à ces changements, cependant, la gestion quantitative de la ressource en eau affecte également les secteurs en amont de Moussoulens et demeurent, sur l'Aude, une priorité de gestion au même titre que la restauration de la continuité écologique.

f) La Têt

Cours d'eau majeur des Pyrénées Orientales, la Têt est classée en Zone d'Action Prioritaire (ZAP) pour l'aloise du seuil du Soler 1 à la mer (21 km) et en Zone d'Actions à Long Terme (ZALT) entre le seuil du Soler 1 et 2 (1 km). 8 ouvrages plus ou moins franchissables jonchent ce linéaire de 22km.

En 2015, la réalisation d'une passe à poissons sur le seuil du pont de Canet (le plus aval des ouvrages) a permis de restaurer l'accès au fleuve. Depuis, **les retours d'observations** ainsi que les différents suivis (ADNe, pêche, reproduction) **confirment alors une colonisation annuelle de la Têt** par les aloses jusqu'à Perpignan. En 2022, des travaux ont été menés pour rétablir la continuité au droit des deux premiers ouvrages de Perpignan et le troisième (seuil SNCF) sera équipé d'une passe à poissons en 2023. **Les aloses auront donc accès, en 2024, à l'intégralité du linéaire classé en ZAP alose.**

Au regard des investissements et de la mobilisation des acteurs et gestionnaires locaux (FDAAPPMA 66, OFB SD 66, SMBVT, SNCF Réseau...), **il apparaît nécessaire de mettre en évidence les bénéfices issus de cet effort de gestion conséquent.** Pour ce faire, il est indispensable de connaître le potentiel d'accueil de la ZAP. Or, la Têt, dont les habitats ont été cartographiés entre 2016 et 2018, a subi une crue morphogène en 2020.

L'actualisation de la cartographie des habitats favorables à la reproduction de l'aloise a ainsi été réalisée en 2022, sur l'ensemble du linéaire classé (ZAP et ZALT) excepté la section en travaux dans Perpignan et l'embouchure. Les prospections ont été réalisées les 28 et 29 juin 2022. **Sur les 13,6 km prospectés, 33 frayères ont été cartographiées pour un linéaire total de 4km (Figure 8).**

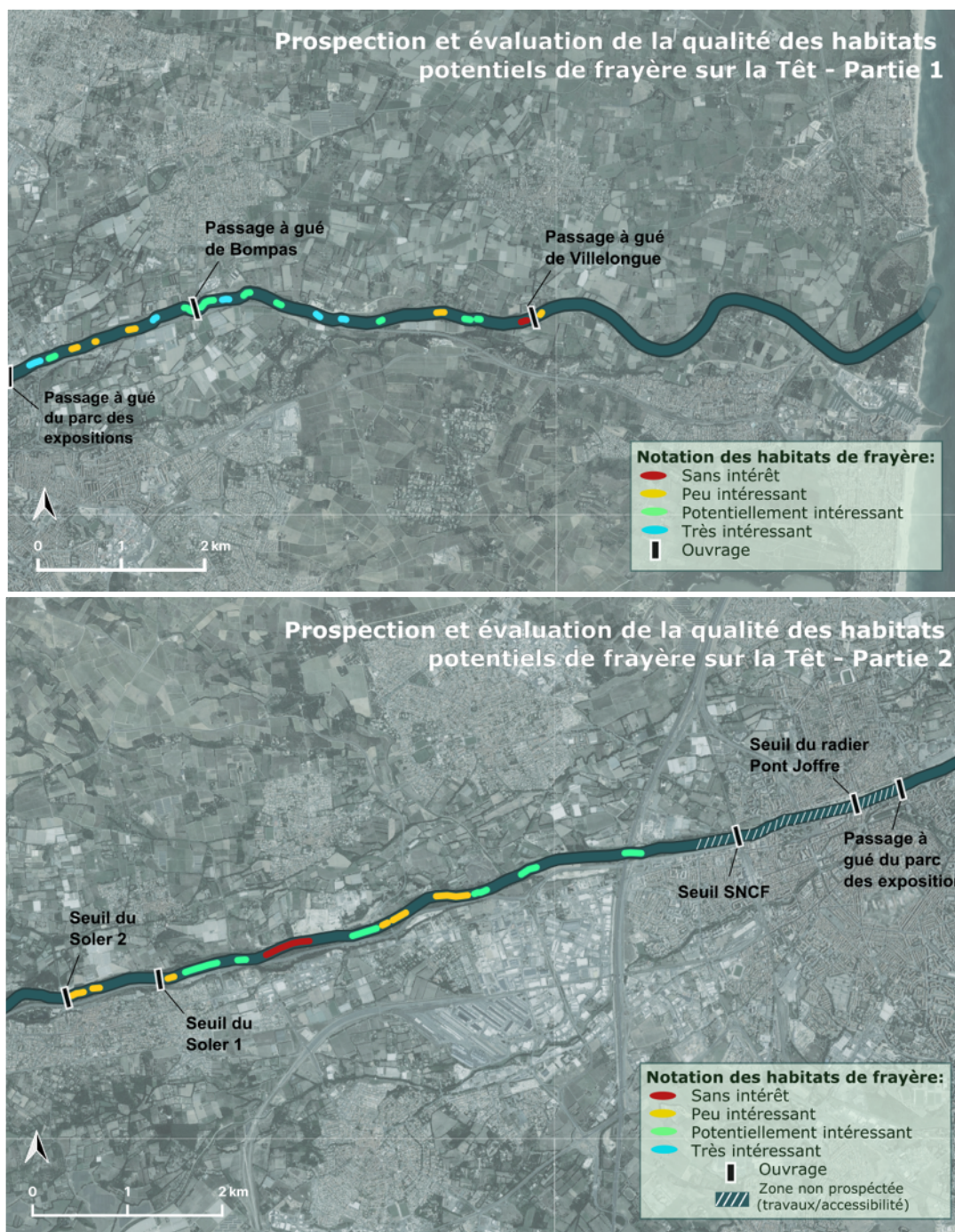


Figure 8 : Actualisation de la cartographie des habitats de frayères sur la Têt

Avec des débits inférieurs à $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, les conditions hydrologiques rencontrées durant les prospections sont particulièrement faibles et non représentatives des conditions moyennes observées sur la période de reproduction (Figure 8). L'ensemble des mesures relevées sur la Têt a donc fait l'objet de l'adaptation (mentionnée dans la partie 2.1) de la méthode de détermination de la note. La comparaison des résultats avec ceux de 2018 met en évidence un linéaire de radier comparable avant et après la crue morphogène. On pourra tout de même remarquer que le linéaire d'habitat de type radier est légèrement plus important en 2022 (4km contre 3,7km) et que ces habitats sont plus courts et plus fragmentés qu'en 2018.

Le principal facteur limitant est ici la granulométrie. En effet, le lit de la Têt est incisé sur plusieurs secteurs, entraînant ainsi un déficit sédimentaire et allant jusqu'à l'absence de matelas alluvial sur une portion du linéaire. Cette problématique est notamment prédominante sur la section amont de la zone d'étude, entre le seuil de Soler 2 et le seuil de la SNCF (Figure 9).



Figure 9 : Têt-2022. Secteur illustrant la faible hydrologie et l'affleurement de la roche-mère

Concernant la qualité des habitats, les radiers qualifiés de favorables (« intéressant » et « très intéressant ») représentent un linéaire de 2,3 km, soit 17% de la zone d'étude. Ce résultat s'approche alors de celui de la Cèze. En termes de répartition, il convient de remarquer que l'intégralité des habitats « très intéressants » sont localisés sur la partie aval du linéaire, où la problématique du déficit sédimentaire est moindre.

Néanmoins, malgré une granulométrie très limitante, la section amont, prochainement accessible, dispose d'un potentiel d'accueil non négligeable. En effet, la colonisation de ce secteur par les aloses multipliera par plus de 2,6 le linéaire d'habitats potentiels. De plus, 6 frayères potentielles « intéressantes » ont été identifiées sur cette section, pour un linéaire de 1,25 km.

Perspectives et préconisations de gestion

Comme évoqué précédemment, à partir de 2024, les aloses auront accès à l'ensemble de la ZAP, cette dernière disposant, selon les résultats de cette étude, d'un potentiel d'accueil satisfaisant. Les premiers objectifs en termes de restauration de la continuité écologique seront donc atteints. Afin d'améliorer la qualité de ces habitats et d'enrayer la problématique du déficit sédimentaire, les prochaines orientations de gestion envisagées reposent maintenant sur la restauration morphologique. Un tel projet est ainsi porté par le SMBVT et s'étendrait de St-Féliu-d'Amont au pont de l'A9 en amont de Perpignan. Outre ses bénéfices multiples pour le milieu, ce projet permettrait à termes d'améliorer la qualité des frayères présentes entre le Soler et le seuil SNCF.

D'autre part, depuis 2022, des prospections nocturnes sont menées afin d'identifier les frayères actives. En 2024, une fois l'aménagement du seuil SNCF achevé, ces prospections devront être étendues au secteur nouvellement accessible et notamment aux deux frayères identifiées comme « intéressantes » en aval du seuil du Soler 1.

Enfin, la section ayant fait l'objet de travaux en 2022 (à Perpignan) devra également être prospectée pour compléter l'actualisation de la cartographie des habitats de la Têt aval.

Un rapport mutualisant les résultats de l'ensemble des suivis de l'Aloise feinte de Méditerranée effectués sur la Têt est également disponible sur le site de l'association⁵.

⁵ ALIX F., RIVOALLAN D., CAMPTON P., 2022. Retours sur les investigations « Aloses » effectués sur la Têt en 2022. Campagne d'Études 2022. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 11p

2.2 Évaluation de la qualité des habitats

La qualité physico-chimique des zones de frayères est déterminante pour la survie des plus jeunes stades de vie. De plus, l'évolution actuelle du contexte hydro-climatique, par l'augmentation des températures de l'eau et par l'accentuation des étiages, risque de porter atteinte à l'efficacité de la reproduction. C'est pourquoi des mesures complémentaires ont été réalisées sur des frayères actives, autrement dit, sur lesquelles l'activité de reproduction est avérée : la frayère de Fournès (sur le Gardon), la frayère de Chusclan (sur la Cèze) et la frayère de Villetelle (sur le Vidourle).

L'étude des paramètres physico-chimiques concernant deux descripteurs interdépendants du substrat : l'oxygénation et le colmatage, respectivement évalué par la pose de sticks hypoxie et la mesure de la conductivité hydraulique. La campagne 2022 a permis de tester la faisabilité de ces protocoles : la mesure de conductivité hydraulique a ainsi été validée et sera donc reconduite et appliquée sur d'autres sites en 2023.

a) Mesure de l'oxygénation du substrat



Les résultats montrent des profondeurs de grisements allant de 0 à 30 cm. Si l'on exclut les valeurs extrêmes pour s'intéresser aux quartiles, sur l'ensemble des données, $Q1 = 3,4$ cm et $Q3 = 12,6$ cm. La comparaison des résultats entre les trois cours d'eau permet de mettre en évidence des profondeurs de grisement significativement différentes, notamment entre Cèze/Gardon d'un côté et Vidourle de l'autre (Figure 11).

En effet, comme la connaissance du contexte des différents sites pouvaient le suggérer, les profondeurs de grisements des sticks posés sur le Vidourle sont significativement plus courtes. Autrement dit, l'oxygénation du substrat devient très faible, et ce, très proche de la surface. Ces profondeurs étant comprises entre 0 et 5 cm, les résultats sont caractéristiques d'un substrat faiblement oxygéné (oxygénation de l'eau interstitielle $< 4\text{mg/L}$) et d'une prédominance de sédiments fins⁴ (la profondeur de grisement peut également être liée aux concentrations en nitrate et en ammonium).

Figure 10 : Sticks après relève

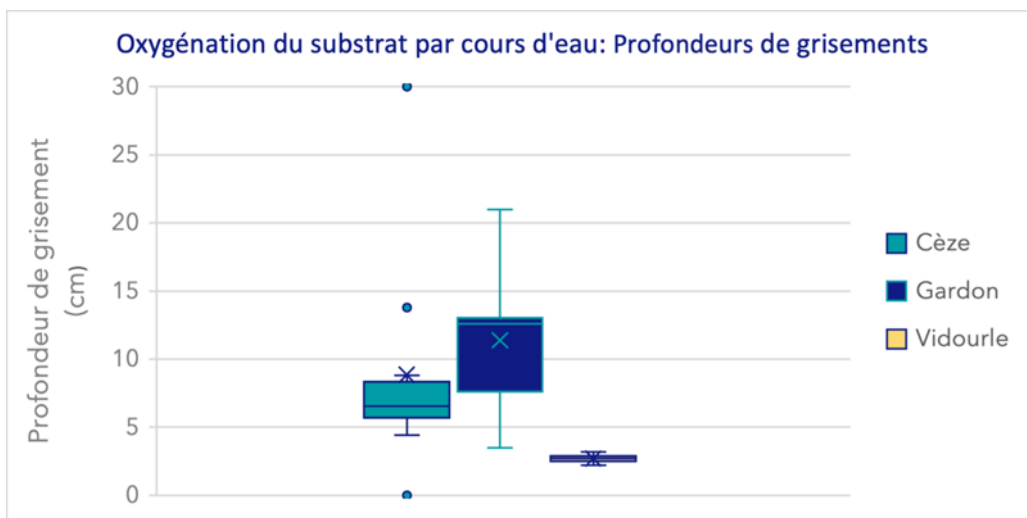


Figure 11 : Box plot des profondeurs de grisement pour chacun des trois sites

Par ailleurs, sur un même cours d'eau, la comparaison des résultats des sticks posés en début et en fin de saison ne permettent pas de mettre en évidence une oxygénation décroissante du substrat avec le temps sur une saison (Figure 12). Il convient néanmoins de remarquer que lors de la dernière relève, en juin, très peu de sticks ont été retrouvés (le Gardon, sur lequel 3 sticks ont été retrouvés, présente le plus faible taux de perte). En effet, la fréquentation de ces sites durant les mois de mai et juin est conséquente et explique alors les 75% de perte (contre moins de 17% à la 1ère relève).

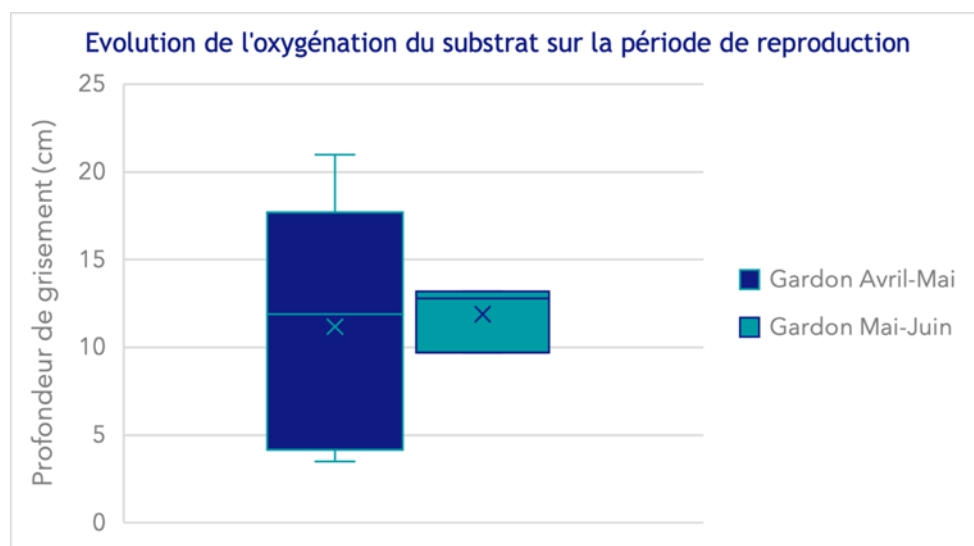


Figure 12 : Box plot des profondeurs de grisement sur le Gardon en début et en fin de période de présence des aloses sur la frayère

En conclusion, malgré des résultats potentiellement représentatifs de l'oxygénation du substrat, cette méthode reste difficile à appliquer. En effet, la pose des sticks s'avère particulièrement compliquée dès que la hauteur d'eau approche les 50 cm. De plus, le taux de perte est très important et le temps de recherche en est d'autant plus long. D'autre part cette technique a déjà été remise en cause ⁶, pour des raisons d'efficacité, de biais observateur ainsi que de perte considérable de données via la perte des sticks. **Ce protocole ne sera donc pas reconduit** dans le cadre des futures études de la qualité des habitats de frayère.

b) Mesure de la conductivité hydraulique

Les résultats des mesures de conductivités sont cohérents avec les résultats des sticks hypoxie. En effet, la comparaison des résultats des trois sites (Figure 13) permettent une fois de plus de discriminer le Vidourle comme présentant une plus faible conductivité hydraulique, autrement dit, un colmatage plus important.

⁶ Donon E., 2010. Colmatage interstitiel des cours d'eau : Développement d'un protocole de mesure standardisé sur les réseaux de contrôle de surveillance français. Rapport de stage de fin d'étude. CEMAGREF, ONEMA

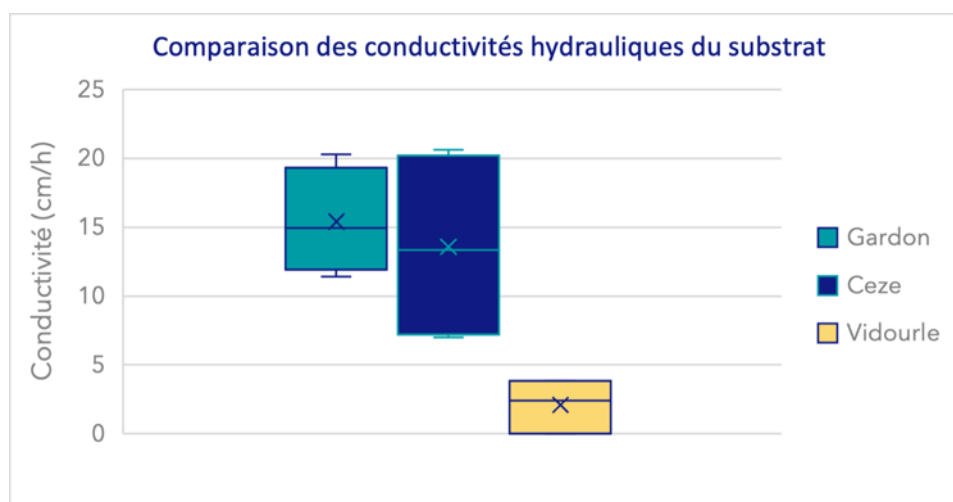


Figure 13 : Box plot des conductivités hydrauliques des trois sites étudiés

Cependant, si l'on se réfère aux travaux de l'ONEMA de 2010⁵, l'intégration de nos résultats dans les **classes de valeurs de K** (: 4 classes déterminées par ces travaux - Figure 14) nous renvoie aux interprétations suivantes :

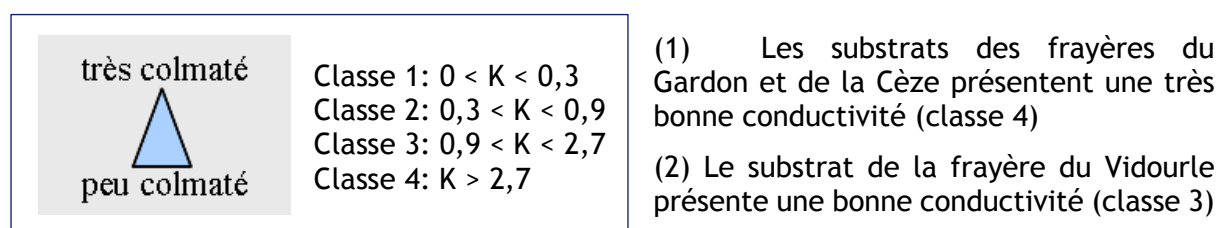


Figure 14 : Approche de la conductivité hydraulique par les valeurs numériques (calcul des classes de valeurs par la fonction chimerge)

Nos résultats suggèrent ainsi des **conductivités bonnes à très bonnes**. Or, la **connaissance du contexte de ces trois sites ainsi que les observations in situ faites en 2022 contredisent ces qualifications**, notamment sur le Gardon et le Vidourle. En effet, les passages sur ces sites permettent d'observer des sédiments fins et un développement algal précoce qui peuvent remettre en cause ces qualificatifs.

Une première hypothèse pouvant expliquer ce classement peut alors être avancée : **Les classes déterminées dans le cadre de l'étude de 2010 ont été calculées à partir de nombreuses mesures sur l'ensemble du territoire français, prenant ainsi en compte une grande diversité de cours d'eau et d'habitats**. Ainsi, l'attribution d'une classe, dans le cadre de notre étude, permet de placer nos sites sur une échelle conçue pour comparer une diversité de typologie de substrats. Or, **les spécificités des habitats ciblés dans cette étude (radiers à granulométrie grossière) sont susceptibles d'être incompatibles avec cette nomenclature peu adaptée à l'étude et la comparaison de ces habitats**.

Afin de remédier à cette problématique, **deux solutions complémentaires sont envisageables**. La première serait de concevoir un nouveau classement à partir de mesures effectuées exclusivement sur des habitats de type radiers (en se basant sur les données préexistantes, récoltées notamment par les autres associations migrateurs). La seconde serait de disposer de suffisamment de mesures (15 échantillons) pour appliquer des tests statistiques ayant pour but d'identifier, entre les sites, les différences significatives en termes de colmatage.

D'autre part, **une seconde hypothèse** (non exclusive à la première) **pouvant expliquer les résultats repose sur l'existence d'un biais lié à une mauvaise application du protocole**. En effet, une difficulté a été identifiée lors de la mise en œuvre du protocole : rendre le dispositif entièrement étanche entre l'entonnoir et la tige métallique creuse. Or, un écoulement d'une partie de l'eau par cette jonction conduirait à une surestimation de la mesure de conductivité et expliquerait ainsi nos résultats.

Pour conclure, la mesure de la conductivité hydraulique demeure plus simple à appliquer et présente moins d'aléa et de biais que la méthode des sticks. C'est pourquoi cette méthode a été validée pour estimer le colmatage du substrat et sera reconduite en 2023. Néanmoins, aux vues des réflexions évoquées précédemment, **des adaptations devront être appliquées afin d'améliorer le protocole et la qualité des résultats** : (1) Améliorer l'étanchéité du dispositif, (2) Effectuer un plus grand nombre de réplicats (entre 10 et 15), (3) Effectuer deux campagnes de mesures en début et fin de saison afin d'observer l'évolution du colmatage au cours d'une saison. Enfin, concernant l'interprétation des données, une centralisation des données préexistantes permettrait l'élaboration d'une nomenclature spécifique aux habitats de radiers ainsi qu'une mise en perspective des résultats.

Ces évolutions de matériel et méthode seront appliquées dans le cadre des études 2023 sur l'Aude, le Vidourle, l'Ardèche et (selon faisabilité) la Durance.

3 Conclusion

Cette étude a donc permis d'actualiser la cartographie des habitats potentiels de frayère sur 5 secteurs : les Vieux Rhône de Rochemaure et de Donzère, la Cèze en amont de Chusclan, l'Aude en amont de Moussoulens et enfin, la partie aval de la Têt jusqu'en amont de Perpignan. **Les résultats permettent alors de caractériser le potentiel d'accueil de ces linéaires, autant en termes de localisation des frayères potentielles qu'en termes de disponibilité (% de linéaire favorable) et de qualité des habitats.**

Ce travail permet ainsi de mettre en évidence les bénéfices des efforts de décloisonnement réalisés, notamment sur le linéaire de la Têt classé en ZAP ou encore sur l'aval du bassin Rhodanien. Il permet également d'évaluer les bénéfices futurs qu'apporteront les projets en cours, comme celui du seuil de Chusclan sur la Cèze.

D'autre part, sur les cours d'eau sur lesquels les efforts de gestion restent à faire, ces cartographies permettent d'identifier les secteurs à fort enjeux pour l'espèce. Ces données permettent non seulement d'appuyer les projets de décloisonnement en cours ou à venir mais également d'orienter les futurs efforts de suivi visant à mettre en évidence l'efficacité des mesures de gestion. A titre d'exemple, suite à l'ouverture du seuil de Chusclan, le suivi de la reproduction sera étendu vers l'amont (notamment dans un objectif d'évaluation de l'efficacité des travaux) et la cartographie 2022 des habitats de la Cèze nous permettra d'identifier les frayères les plus susceptibles d'être exploitées par les géniteurs.

Par ailleurs, la mesure des paramètres déterminant la qualité de ces habitats au regard des exigences de l'aloise (vitesse, hauteur, granulométrie) a permis de mettre en évidence des problématiques propres à chaque cours d'eau.

Ainsi, les prospections ont identifié la granulométrie comme facteur limitant sur l'Aude ainsi que sur la Têt, soulevant alors des problématiques de déficit sédimentaire. Sur la Cèze, ce sont avant tout les faibles vitesses d'écoulement ainsi que les enrochements artificiels qui semblent impliquer des paramètres physiques inadaptés. Et enfin, sur les vieux Rhône, les facteurs limitant majeurs sont des débits et hauteurs d'eau trop importantes. Ce constat n'est alors en aucun cas lié à une problématique de qualité de l'habitat mais simplement à la situation aval de ces secteurs sur l'axe Rhône et à l'envergure du fleuve.

En effet, la problématique majeure de ces secteurs, notamment concernant le vieux Rhône de Rochemaure, demeure liée à la continuité écologique et la difficulté pour les aloses d'atteindre le 4^{ème} et surtout le 5^{ème} étage du bassin.

Enfin, ce travail permet d'observer l'impact engendré par les retenues des ouvrages. Sur l'Aude notamment, ces retenues ont un impact considérable sur plusieurs kilomètres en amont de chaque ouvrage, créant ainsi des faciès lenticulaires sur 40% du linéaire étudié.

Ces données cartographiées seront compilées au sein d'un atlas cartographique et mis à disposition des partenaires locaux et de tout autres gestionnaires concernés. Ces résultats permettront ainsi d'identifier les secteurs à fort potentiel d'accueil, constituant ainsi des enjeux prioritaires de gestion et de suivi.

Concernant l'étude de la qualité physico-chimique des frayères actives, les protocoles de mesure d'oxygénation et de conductivité hydraulique du substrat ont permis d'obtenir des résultats cohérents. En 2022, l'application de ces protocoles a avant tout permis de tester leur faisabilité et reproductibilité. Le protocole des sticks (mesure de l'oxygénation) a ainsi été écarté pour cause de difficulté d'application du protocole selon les conditions hydrologiques, de biais observateur et de perte considérable de données via la perte des sticks. En revanche, le protocole de mesure de conductivité hydraulique a été validée et sera donc reconduit sur d'autres sites en 2023 et prendra en compte les préconisations 2022 visant à améliorer la qualité des données ainsi que leur exploitabilité.

En parallèle des études d'actualisation de la cartographie des habitats à venir, les futures études « habitat » développeront le volet « caractérisation fine des frayères ». Ce volet, basé sur l'analyse de données morphologiques et physico-chimiques, répondra alors aux problématiques propres à chacun des sites étudiés. Selon le cas d'étude, ces analyses permettront de caractériser finement la qualité de l'habitat (aussi bien pour la reproduction que pour la croissance des jeunes stades), de déterminer ou confirmer les pressions impactant le site étudié, d'optimiser la gestion par l'anticipation des pressions futures, ou encore d'acquérir des connaissances théoriques sur l'éthologie de l'espèce et ses exigences en termes de qualité des habitats favorables à leur reproduction.

Remerciements

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) tient à remercier vivement tous ceux qui, par leur collaboration technique ou financière, ont contribué à la réalisation de cette étude.

PARTENAIRES FINANCIERS

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
- Région : Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne Rhône-Alpes et Occitanie
- Département de l'Aude et des Bouches du Rhône
- Fédération Nationale pour la Pêche en France
- Compagnie Nationale du Rhône dans le cadre de ses Plans 5Rhône
- SNCF Réseau

MEMBRES MRM

- Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ain, des Alpes de Haute Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes, de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, de la Corse, de la Drôme, du Gard, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de la Savoie, de Haute-Savoie, de Haute-Saône, de la Saône et Loire, du Var et du Vaucluse
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique PACA (ARFPPMA PACA)
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique Auvergne-Rhône-Alpes (ARPARA)

PARTENAIRES TECHNIQUES

- FDAAPPMA66
- ABC Cèze

Financeurs

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée ne pourrait agir sans l'engagement durable de ses partenaires financiers



Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique :

- Ain
- Alpes de Haute-Provence
- Hautes-Alpes
- Alpes-Maritimes
- Ardèche
- Aude
- Bouches-du-Rhône
- Corse
- Drôme
- Gard
- Hérault
- Isère
- Loire
- Pyrénées-Orientales
- Rhône
- Haute-Saône
- Saône et Loire
- Savoie
- Haute-Savoie
- Var
- Vaucluse

Association Régionale des Fédérations de Pêche de PACA (ARFPPMA PACA)

Association Régionale des Fédérations de Pêche Auvergne Rhône-Alpes (ARPARA)

ASSOCIATION MIGRATEURS RHÔNE-MÉDITERRANÉE

ZI Nord, rue André Chamson, 13200 Arles
contact@migrateursrhonemediterranee.org
Tél. : 04 90 93 39 32
www.migrateursrhonemediterranee.org

