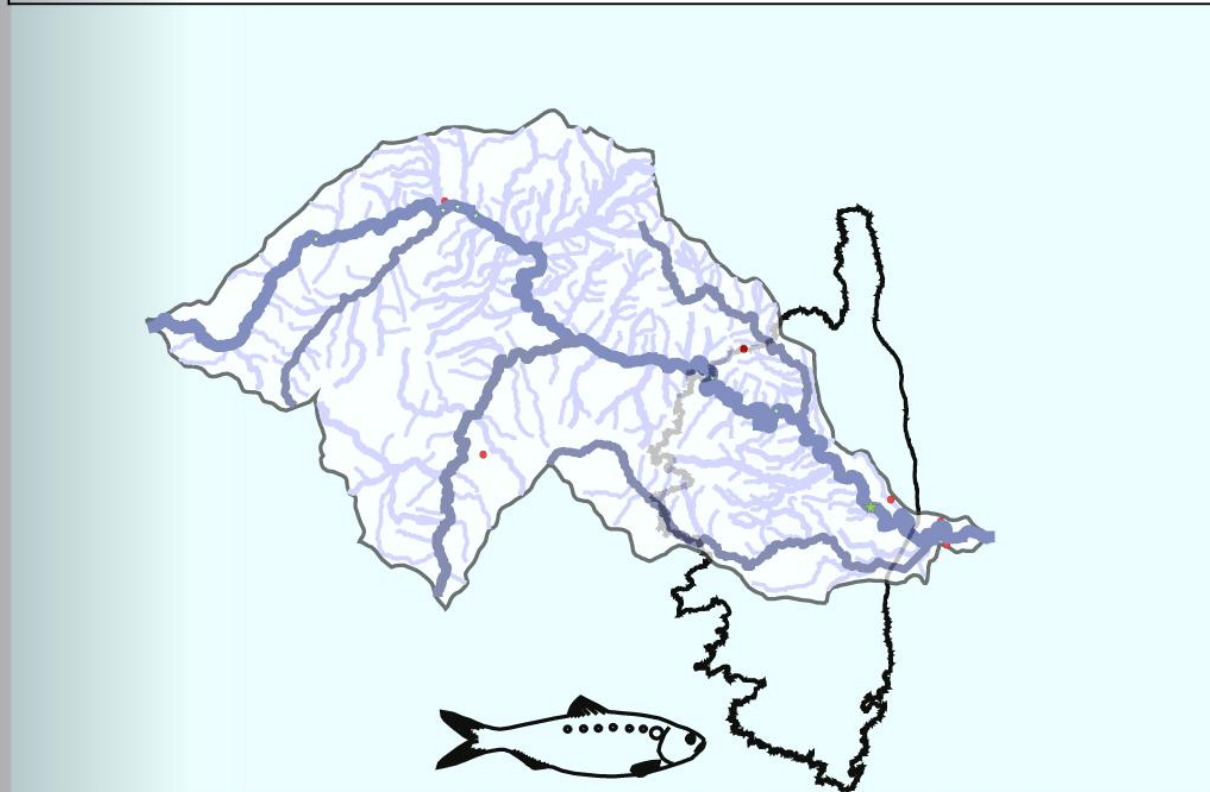




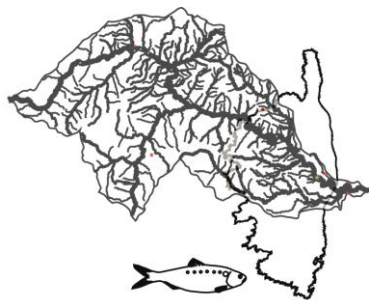
Etat des lieux de la population d'Alose feinte du Rhône sur le Tavignano (Corse) et diagnostic des potentialités écologiques de Corte à la mer

- Campagne 2010 -



Yann ABDALLAH, Isabelle LABEL

novembre 2011



1 = Barrage de Cardiccia

2 = Frayère d'aloses sur le Tavignano

Crédit Photos : Association MRM

Référence à citer :

ABDALLAH Y., LEBEL I., 2011. *Etat des lieux de la population d'Alose feinte du Rhône sur le Tavignano (Corse) et diagnostic des potentialités écologiques – Campagne 2010.* DREAL CORSE – Association Migrateurs Rhône-Méditerranée – INRA / Agrocampus Rennes. 65 p.

Sommaire

Introduction	1
1. Contexte général	3
1.1 Présentation de l'espèce	3
1.1.1 Taxonomie (Roule, 1924)	3
1.1.2 Description de l'adulte	3
1.1.3 Cycle biologique	4
1.1.4 Intérêt général de conservation	7
1.1.5 Contexte institutionnel et réglementaire inhérent à l'espèce	8
1.1.6 Etat et répartition des populations sur le bassin Rhône-Méditerranée	10
1.1.7 Etat et répartition des populations sur le bassin Corse	11
1.2 Présentation du site	11
1.2.1 Généralités	11
1.2.2 Contexte hydrologique	12
1.2.3 Contexte écologique et biologique	13
1.2.4 Gestion et usages de l'eau	14
1.2.5 La microcentrale de Cardiccia	15
1.3 Problématique et méthodologie employée	20
1.3.1 La problématique et les objectifs de l'étude	20
1.3.2 Méthodologie employée	21
2. Résultats	26
2.1 Description qualitative des habitats favorables à l'Alose	26
2.1.1 Description des faciès d'écoulement	26
2.1.2 Description des habitats favorables à l'Alose	27
2.2 Description qualitative des habitats favorables à l'Alose	41
2.2.1 Description des paramètres par frayère	42
2.2.2 Résultats de la notation	47
2.3 Corrélation des descriptions qualitative et quantitative	52
2.4 Premiers éléments issus de l'analyse génétique	53
3. Critique de la méthode et perspectives	55
3.1 Critique de la méthode	55
3.2 Perspectives	57
Conclusion	59
Bibliographie	60
Tables des figures et des tableaux	64

Introduction

L'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) est un poisson migrateur amphihaline potamotocue endémique du bassin Rhône-Méditerranée & Corse (RMC).

Abondante sur la plupart des cours d'eau côtiers du bassin, elle a vu son aire de répartition diminuer fortement au milieu du 20^{ème} siècle avec l'aménagement des grands barrages hydroélectriques du Rhône et les seuils sur les affluents (Lebel *et al.*, 2007). La réduction des voies de migration de l'Alose a contraint l'espèce à se maintenir sur la partie aval des cours d'eau en utilisant des frayères dites de substitution. Malgré une chute nette des populations, l'espèce n'a pas disparu grâce à une importante plasticité écobioécologique et à une faible exploitation halieutique. La réouverture des voies de migration reste toutefois la meilleure garantie de la pérennité des populations.

Dans sa première phase 1993-2003, le Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée prévoyait le retour de l'Alose sur le Bas Rhône en aval de l'Ardèche (affluent à près de 150 km de la mer) et ses affluents de rive droite (Gardon, Cèze, Ardèche). Cet objectif est désormais atteint puisque les aloses remontent tous les ans se reproduire dans l'Ardèche et parviennent même à migrer plus en amont (Abdallah et Lebel, 2011).

Dans la deuxième phase 2004-2009 du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI), les objectifs ont été élargis en termes d'espèces (Anguille, Lamproies migratrices, Salmonidés, Esturgeon) et en termes géographiques (affluents de rive gauche du Bas Rhône et fleuves côtiers méditerranéens).

Pour l'Alose sur le bassin du Rhône, l'objectif est de poursuivre et conforter les résultats obtenus dans le premier volet "l'Alose jusqu'à l'Ardèche" (maximiser les effectifs présents dans la partie amont du bassin, élargir la zone d'action aux affluents de rive gauche, rendre accessible et protéger les zones de frayères).

Sur les fleuves côtiers, les actions visent la reconquête par l'Alose de zones de reproduction accessibles sur l'Aude, l'Orb, l'Hérault, le Vidourle, l'Argens et le Tavignano. En effet, si le Rhône constitue la clé de voûte de la dynamique de population de l'Alose sur le bassin RMC, l'ensemble des fleuves côtiers contribue au bon état de santé des stocks (Le Gurun *et al.*, 2008). La présence de frayères de qualité à seulement quelques dizaines de kilomètres de la mer permet d'envisager un rétablissement rapide de la fonctionnalité de ces bassins versants. Ainsi, depuis quelques années, des actions ont été engagées sur l'Aude, le Vidourle, l'Hérault... pour identifier et caractériser les populations d'aloses de ces cours d'eau et équiper les premiers obstacles à la migration de dispositifs de franchissement.

En Corse, les aloses sont historiquement présentes sur 3 fleuves côtiers de la plaine orientales : le Fium'Orbo, le Golo et le Tavignano (Roché, 2001). L'état de ces populations est à ce jour inconnu, excepté sur le Tavignano où la présence de l'Alose est avérée jusqu'à Corte. Mais la construction du barrage de Cardiccia en 1991 a bloqué en tout ou partie la migration des aloses à 34 km de la mer (Langon *et al.*, 1999).

Une étude spécifique menée en 1999 par l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (Langon *et al.*, *ibidem*) a permis de montrer que le Tavignano est, à ce jour, le seul site en Corse où la reproduction de l'Alose a été observée. Ce fait révèle ainsi l'enjeu majeur que constitue ce fleuve dans la dynamique populationnelle de l'espèce.

Cet enjeu s'est traduit en avril 2002 par la proposition de classement de la basse vallée du Tavignano comme site d'intérêt communautaire dans le cadre du réseau Natura 2000. L'arrêté du 17 mars 2008 précise ainsi l'espace délimité sous l'appellation « site Natura 2000 basse vallée du Tavignano » (zone spéciale de conservation FR9400602), ainsi que la liste des types d'habitats naturels et des espèces de faune et flore sauvages justifiant la désignation. L'Alose feinte du Rhône constitue l'espèce faunistique phare de ce site.

La principale problématique sur l'axe migratoire des aloses est la centrale hydroélectrique de Cardiccia équipée d'une passe à poissons non adaptée aux capacités de franchissement de l'Alose (espèce cible : Truite). Cette situation engendre un blocage des géniteurs à l'aval et une déconnexion d'un linéaire important favorable à la reproduction. En l'absence de connaissances fines 1/ sur l'état de la population, 2/ sur ses caractéristiques migratoires, 3/ sur les potentialités d'accueil du fleuve (habitats favorables) et 4/ sur l'utilisation desdits habitats par l'Alose, il est impossible de définir pertinemment les enjeux de réouverture de la libre circulation.

Dans ce contexte, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Corse a souhaité mettre en place sur 3 ans un programme d'études ambitieux visant à approfondir les connaissances sur l'espèce et les habitats et à recueillir tous les arguments techniques et scientifiques pour construire une stratégie d'actions réaliste et efficace en faveur de l'Alose sur le Tavignano.

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) a ainsi été mandatée par la DREAL afin d'établir un état des lieux précis de la population d'Alose feinte du Rhône qui colonise chaque printemps le Tavignano. En 2009, MRM a réalisé une première étude dont les objectifs étaient de dresser un bilan des connaissances sur la population d'aloses du Tavignano (données historiques et contemporaines) et d'analyser l'ensemble des informations récoltées sur les contextes biologique, écologique, hydrologique, physico-chimique et politique afin de définir des enjeux et des objectifs à atteindre dans le cadre de cette étude et au-delà (Abdallah et Lebel, 2010).

Ce premier travail a permis de confirmer la présence de l'Alose sur le bas Tavignano et le maintien d'une activité de reproduction sur des habitats localisés à l'aval de Cardiccia. Il a également permis d'établir un calendrier de travail distinguant deux phases : une première se focalisant sur la description des habitats présents en aval et en amont de Cardiccia puis une seconde qui s'intéressera d'avantage à la population d'aloses, au déterminisme de sa migration et aux stratégies d'utilisation d'habitats.

L'année 2010 a donc été consacrée à l'étude des habitats favorables à l'Alose présents sur l'ensemble de son aire de répartition historique soit de Corte à la mer (linéaire de 62 km). La méthodologie employée est une analyse descriptive des habitats (sur la base des paramètres déterminants pour l'Alose que sont la courantologie, la bathymétrie et la granulométrie) à 2 échelles :

- une macro-échelle = les habitats sont décrits selon le type de faciès d'écoulement (pool, radier, plat courant), chaque faciès se caractérisant par des paramètres physiques propres (vitesses de courant, granulométrie dominante, hauteur d'eau moyenne),
- une micro-échelle = les différents habitats favorables à la reproduction préalablement identifiés sont décrits finement au regard de paramètres descriptifs relevés *in situ*.

La diversité et la richesse habitationnelle seront enfin comparées entre l'amont et l'aval de Cardiccia afin de mesurer l'impact de cet ouvrage sur la disponibilité globale du fleuve en habitats favorables à la reproduction des géniteurs et au développement des juvéniles.

En parallèle de l'étude menée sur les habitats, des échantillonnages d'individus (adulte ou juvénile) seront réalisés sur le bas Tavignano afin d'obtenir des prélèvements biologiques (morceau de nageoire et écailles) sur une soixantaine d'individus (30 mâles et 30 femelles). L'objectif de ces prélèvements est d'analyser génétiquement la population du Tavignano en utilisant les outils actuels performants que sont les marqueurs microsatellites. Cette méthode, appliquée par l'Agrocampus de Rennes, va permettre de caractériser avec précision la structure et la variabilité génétique de cette population, notamment en comparaison avec la structuration génétique d'autres populations d'*Alosa fallax rhodanensis*.

1. Contexte général

1.1 Présentation de l'espèce

1.1.1 Taxonomie (Roule, 1924)

Super classe : Poissons

Classe : Ostéichthyens

Sous classe : Néoptérygiens

Super ordre : Téléostéens

Ordre : Clupéiformes

Famille : Clupéidés

Sous famille : Alosinae

Genre : *Alosa*

Espèce : *Alosa fallax rhodanensis*

Si ce taxon se rapproche de l'espèce Atlantique *Alosa fallax fallax* en prenant en compte les critères méristiques (Quignard et Kartas, 1977), les caractéristiques biologiques d'*Alosa fallax rhodanensis* la relie davantage à la Grande Alose *Alosa alosa* (taille moyenne, âge de migration plus élevé, longue distance de migration) (Whitehead, 1985 ; Le Corre *et al.*, 1996 ; Le Corre *et al.*, 2000). Toutefois, Le Corre *et al.* (1996) confirment l'existence et la présence sur le Rhône d'un seul taxon identifié par Douchement (1981) comme une sous-espèce de l'Alose feinte, *A. f. rhodanensis*. La caractérisation génétique des morphes de *Alosa fallax* corrobore l'identification de la souche méditerranéenne en mettant en évidence une différenciation des caractéristiques génétiques entre les populations méditerranéennes et atlantiques (Le Corre *et al.*, 2005).

Les scientifiques s'accordent aujourd'hui sur la nécessité de clarifier la systématique du genre *Alosa* sp. à une large échelle spatiale. Une caractérisation génétique des aloses méditerranéennes à l'aide de marqueurs moléculaires permettrait d'apporter de précieux éléments de réponses (Baglinière, *comm.pers.*).

1.1.2 Description de l'adulte

L'Alose feinte du Rhône est un poisson au corps fusiforme, aplati latéralement (Figure 1). Le dos est vert bleuté à reflets métalliques, les flancs argentés et le ventre blanc. Une tache noire est présente au dessus de l'opercule suivie de 4 à 8 autres moins visibles qui se prolongent sur les flancs supérieurs. Le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial est compris entre 35 et 46 mais peut augmenter légèrement (Quignard et Kartas, 1977, Baglinière *et al.*, 1996, Le Corre *et al.*, 1997 ; Le Gurun *et al.*, 2008). Cette espèce se distingue également par une échancrure médiane sur la mâchoire supérieure et par un nombre de rayons sur les nageoires pelviennes égal à 8.



Figure 1 : L'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924). MRM

Les adultes peuvent vivre jusqu'à 5 à 8 ans sur le Rhône et l'Aude (Douchement, 1981 ; Le Corre *et al.*, 2000). Les mâles mesurent au maximum 50 cm et les femelles 60 pour un poids de 2 kg (Le Corre *et al.*, 1996 ; Le Gurun *et al.*, 2008) ou plus.

1.1.3 Cycle biologique

L'Alose feinte du Rhône est une espèce amphihaline¹ et potamotoque² (Figure 2).

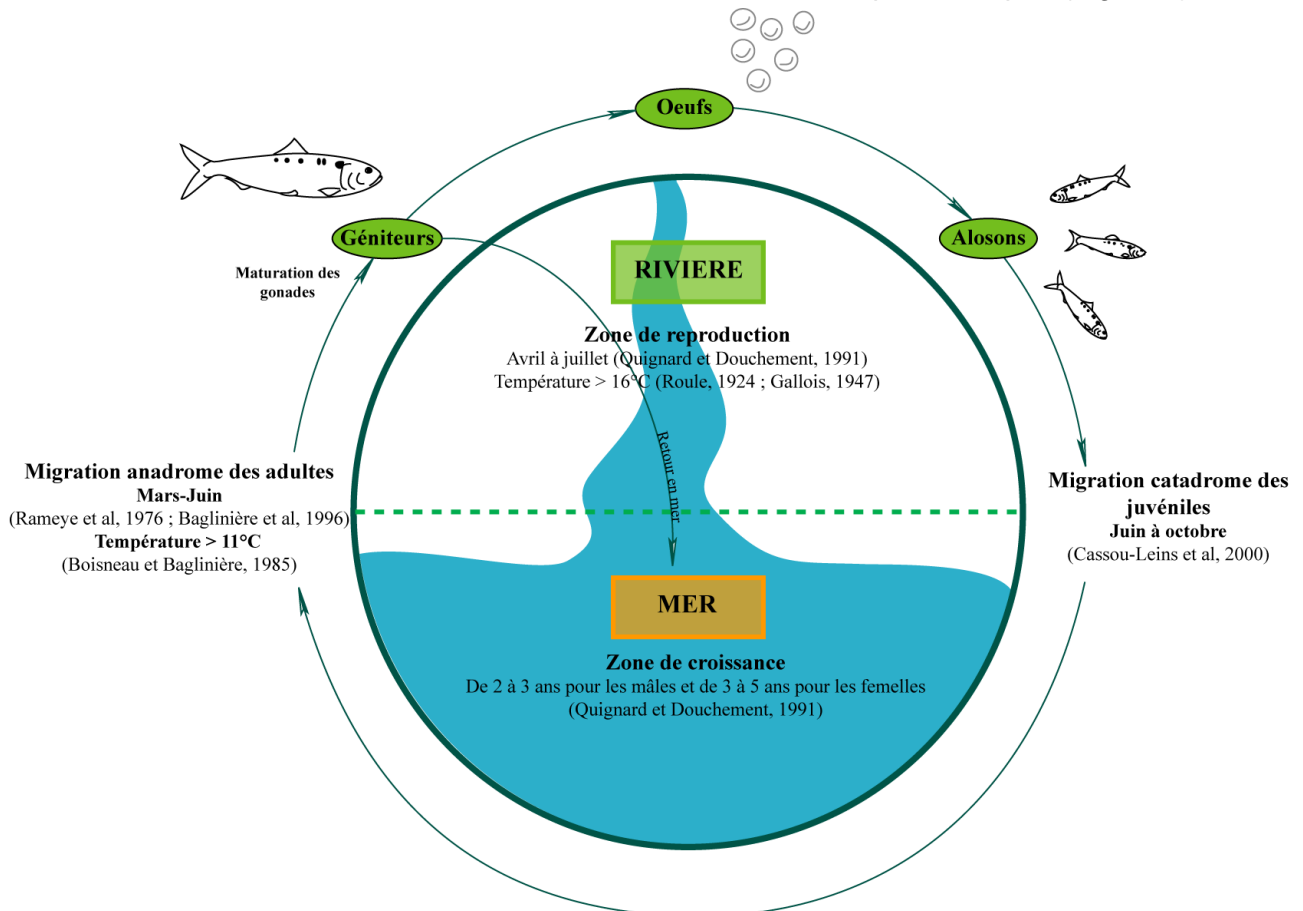


Figure 2 : Cycle biologique de l'Alose feinte du Rhône. MRM

Migration des adultes

L'Alose feinte du Rhône commence sa migration génésique en mars et dure tout le printemps (Quignard et Douchement, 1991 ; Le Corre *et al.*, 1996). Les facteurs externes dans le déterminisme de l'entrée en rivière et dans la structuration des flux migratoires sont nombreux. La température de l'eau et le débit semblent les facteurs prépondérants dans l'initiation de la migration et son intensité (Menesson-Boisneau *et al.*, 2000). La maturité sexuelle fractionnée des individus joue également un rôle dans la structuration des flux migratoires. Ainsi, la migration peut se terminer alors que la reproduction est largement entamée (Rameye *et al.*, 1976 ; Quignard et Douchement, 1991 ; Le Corre *et al.*, 1996). Le cycle complet de migration génésique des adultes s'étale généralement entre mars et juillet.

¹ Qualifie une espèce dont une partie du cycle biologique s'effectue en mer et une autre partie en rivière

² Se dit des poissons qui vivent en mer et remontent les fleuves pour s'y reproduire

Reproduction

La localisation des frayères fait appel à un choix des géniteurs lié à l'accessibilité des sites (présence d'obstacles) et aux paramètres hydrogéomorphologiques du milieu (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1986). Une frayère naturelle peut se résumer par un profond se terminant en aval par un substrat de type radier (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Boisneau *et al.*, 1990 ; Sabatié, 1993) (Figure 3).

Lorsque de telles conditions ne sont pas rencontrées, les aloses peuvent tout de même se reproduire sur des frayères de substitution, situées généralement au pied des seuils. L'aval d'un seuil a en effet la particularité de présenter une élévation du courant qui suffit à la reproduction de l'Alose, bien que de telles conditions ne soient pas de toute évidence optimales pour ce poisson (Boisneau *et al.*, 1990).

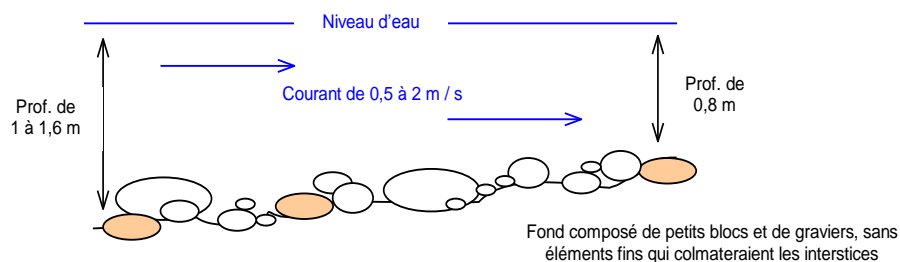


Figure 3 : Typologie d'une frayère naturelle à Alose (Barral, 2002)

Le principal facteur contrôlant l'activité de ponte est la température de l'eau avec un seuil déclencheur situé entre 15 et 18°C (Roule, 1924 ; Gallois, 1947 ; Le Gurun *et al.*, 2008). Le débit joue aussi un rôle important puisque que l'activité de frai cesse en période de crue. Les facteurs physiologiques interviennent également dans cette phase (maturation fractionnée des ovaires).

L'acte de ponte, appelé « bull » (Figure 4), est caractéristique du genre *Alosa*. Il se définit comme un rapide mouvement circulaire d'au minimum deux géniteurs qui, flanc contre flanc, frappent violemment la surface de l'eau à l'aide de leur nageoire caudale. Le diamètre d'un bull avoisine 1 à 1,2 m et sa durée varie entre 2 et 10 s (Boisneau *et al.*, 1990). Le vortex ainsi créé favorise la fécondation et la dispersion des gamètes émis par les géniteurs pendant l'accouplement. Espèce itéropare³, la plupart des géniteurs regagne la mer après la période de reproduction.



Figure 4 : Acte de ponte ou « bull » chez l'Alose feinte du Rhône. MRM/F.Gardin

³ Se dit d'une espèce capable d'effectuer plusieurs migrations de reproduction, en opposition aux espèces sémelpares qui meurent après leur seule et unique reproduction (Saumon Atlantique, Lamproie marine...)

Ontogenèse

Les œufs semi-flottants tombent sur le substrat et s'insinuent dans les interstices du sédiment (Whitehead, 1985). La période d'incubation dure de 3 à 6 jours (Gallois, 1947 ; Le Gurun *et al.*, 2008 ; Casanova *et al.*, 2009) pour des températures comprises entre 16,5 et 22°C. La taille moyenne de l'œuf est de 1,7 mm avant hydratation et de 2,4 à 2,9 après hydratation (Chiappi, 1933 *in* Aprahamian *et al.*, 2002 ; Hoestlandt, 1948 *in* Taverny *et al.*, 2000). Les paramètres pour un bon développement embryonnaire sont encore mal connus mais il semble que l'oxygénation et un substrat assez grossier non colmaté soient des éléments prépondérants. En effet, Le Gurun *et al.* (2008) et Casanova *et al.* (2009) ont montré qu'il y avait des différences importantes en termes de survie durant l'incubation entre une frayère naturelle (cas de l'Ardèche) et une frayère de substitution (cas du Rhône et du Vidourle). Ces auteurs ont estimé une survie de 60% entre la fécondation et l'éclosion des larves dans des conditions *a priori* optimales et une survie inférieure à 20% dans des conditions perturbées (colmatage, faible oxygénation, surconcentration des œufs sur la zone d'incubation...). Ces éléments révèlent l'importance de la qualité de l'habitat dans le succès de la reproduction des aloses et donc la nécessité de garantir le meilleur accès possible aux frayères de qualité (Casanova *et al.*, 2009).

La résorption de la vésicule vitelline se fait dans les six jours après éclosion (Chiappi, 1933 *in* Quignard et Douchement, 1991). Il a été observé sur l'Ardèche que le sac vitellin était complètement résorbé après 24 h (Hoestlandt, 1947 *in* Quignard et Douchement, *ibidem*). La densité de la larve étant supérieure à celle de l'eau, elle n'arrive à s'élever dans la masse d'eau que par des mouvements limités en raison de l'absence de vessie natatoire et d'un phototropisme négatif la maintenant sous le substrat pendant ses premiers stades (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1988 ; Cassou-Leins *et al.*, 2000). Elle trouve des conditions favorables à son développement tant en termes de luminosité, de vitesse d'écoulement (couche limite) et de nourriture (faune endogène : diptères, zooplancton). Néanmoins, des études récentes réalisées en milieu artificiel contredisent ces affirmations. Elles ont mis en évidence d'une part, une photoréponse positive des larves jusqu'à l'âge de trois jours (Jatteau et Bardonnnet, 2008) et d'autre part, une indépendance des larves au substrat, ces dernières colonisant plutôt la colonne d'eau et ceci dès leur éclosion. Ces observations conduiraient sans doute à une dérive rapide des larves par rapport au lieu de reproduction, dépendant cependant de la taille des interstices, les granulométries les plus grossières abritant les plus grandes quantités de larves (Jatteau et Bardonnnet, *ibidem*).

Dévalaison des alosons

Lorsque que les alevins passent au stade aloson (Figure 5), ils migrent vers d'autres zones de nourrissage situées principalement le long des rives. Leur déterminisme de migration est essentiellement d'origine trophique (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1988).



Figure 5 : Juvénile d'Alose feinte du Rhône capturée en octobre 2007 à l'embouchure du Grand Rhône. MRM

La dévalaison des juvéniles vers la mer se produit de mi-juin à octobre. Durant cette phase, les alosons se déplaceraient en banc (Taverny, 1991) et plutôt en surface. Les facteurs physiques déclenchant seraient la température et/ou le débit selon les bassins étudiés. Tout comme ces derniers, les facteurs biologiques influençant la dévalaison des alosons de l'Ouest Méditerranée n'ont pratiquement pas été étudiés. En référence aux travaux réalisés sur l'Alose savoureuse *Alosa sapidissima*, la dévalaison serait d'abord reliée au taux de croissance c'est-à-dire que les premiers alosons migrants proviendraient des parties aval (taux de croissance plus élevé en début de saison) ou qu'il existerait une taille minimale à acquérir chez les juvéniles avant la dévalaison (Limburg, 1996).

Enfin, la dévalaison serait reliée à un facteur d'ordre physiologique. Au vu des observations réalisées sur l'Alose feinte sur l'estuaire de la Gironde, l'adaptation à l'eau salée doit obligatoirement se dérouler de manière progressive (Taverny, 1991 ; Jatteau et Bardonnnet, 2008).

Par la suite, les jeunes alosons gagneront la mer pour y rester jusqu'à leur maturité sexuelle (2 à 3 ans pour les mâles et 3 à 5 ans pour les femelles). Sur le Rhône, l'Age Moyen de Première Remontée (AMPR) est de 3,34 ans pour les mâles et de 4,03 ans pour les femelles (Le Corre *et al.*, 2000).

1.1.4 Intérêt général de conservation

Les recherches en génétique ont validé l'existence d'une sous-espèce de l'Alose feinte endémique au bassin méditerranéen, qui constitue ainsi un enjeu fort en termes de **biodiversité** (Le Corre *et al.*, 2005).

Il est également intéressant d'étudier le comportement migratoire de l'Alose dans la mesure où ses capacités de franchissement sont réduites (Larinier et Travade, 1994). Elle constitue donc un indicateur biologique intéressant de la **continuité écologique**. Or, ce n'est que récemment que l'on a commencé à rouvrir certains axes de migration de l'Alose en France, suite aux progrès significatifs effectués dans la conception des ouvrages de franchissement (Croze et Larinier, 2001).

L'Alose étant un migrateur amphihaline, elle constitue un parfait indicateur de **santé d'un écosystème** à l'échelle du bassin versant puisque les enjeux liés à sa conservation interviennent sur plusieurs types de milieu allant du marin aux petits cours d'eau. La préservation de cette espèce implique donc de veiller à la qualité de l'ensemble de ces milieux et d'adopter une stratégie d'actions à large échelle. Ainsi, les mesures relatives à la qualité de l'eau et des milieux prises pour la conservation de l'Alose et de son habitat sont favorables à la biodiversité des écosystèmes aquatiques des eaux continentales et du littoral marin.

Enfin, cette espèce, largement convoitée par la pêche professionnelle et amateur du milieu du XX^{ème} siècle, reste encore aujourd'hui **emblématique du fleuve Rhône** et de sa biodiversité. De plus, si elle n'est plus visée par la pêche professionnelle, elle représente une espèce d'**intérêt halieutique fort**.

1.1.5 Contexte institutionnel et réglementaire inhérent à l'espèce

La prise de conscience de la diminution et de la fragmentation de l'aire de répartition de l'Alose feinte du Rhône, associée aux enjeux écologiques et socioculturels sus-cités, s'est traduite par son classement au niveau national comme espèce vulnérable (Tableau 1).

Statut de Conservation (Livres rouges)	
International	Préoccupation mineure
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Tableau 1 : Statut de conservation d'*Alosa fallax rhodanensis* (IUCN, INPN, MNHN)

Elle apparaît également dans les annexes II et V de la directive « Habitat-Faune-Flore » et est donc considérée à ce titre comme espèce d'intérêt communautaire. Les enjeux inhérents à sa gestion, sa protection et sa conservation doivent être pris en compte lors de l'élaboration des documents d'objectifs sur les sites d'intérêt communautaire (SIC) dans le cadre du réseau européen Natura 2000. L'Alose feinte du Rhône peut faire l'objet d'étude ou de suivi visant à améliorer les connaissances sur l'état de ses populations. Des actions spécifiques de protection et de gestion peuvent également être engagées et financées dans ce cadre.

L'Alose figure enfin à l'annexe III de la Convention de Berne (Tableau 2).

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexes II et V
Convention de Berne	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Tableau 2 : Statut de protection d'*Alosa fallax rhodanensis* (INPN, MNHN)

Au-delà de ces statuts, plusieurs mesures réglementaires, en particulier la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCEE) et la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA), relatives à la restauration de la qualité des milieux, interviennent en faveur de la préservation de cette espèce migratrice et de ses habitats dulçaquicoles.

La directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau et préconise le retour au bon état écologique des masses d'eau à l'horizon 2015. La libre circulation des poissons est un élément fondamental de la qualité des eaux superficielles et doit à ce titre faire l'objet d'une attention renforcée. Cette conception nouvelle est déclinée par bassin hydrographique et ainsi intégrée au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2010-2015 des bassins RM & C.

La LEMA (loi n°2006-1772 du 30/12/2006) crée les conditions qui permettront d'atteindre l'objectif ambitieux de bon état écologique des eaux d'ici 2015 qui a été fixé par la DCEE. Afin de reconquérir la qualité écologique des rivières et de restaurer la continuité tant au niveau des organismes aquatiques qu'au niveau du transport sédimentaire, cette loi apporte plusieurs modifications concernant les ouvrages hydrauliques et en particulier l'abrogation des articles 432-5 et 432-6 du Code de l'Environnement. Pour rappel, l'article L.432-5 vise à maintenir un débit minimum à l'aval de chaque ouvrage, afin de permettre la vie, la circulation et la reproduction des espèces piscicoles. Sur les cours d'eau classés au titre de l'article L.432-6 et régis par le double classement (décret et arrêté ministériel fixant la liste d'espèces migratrices), la libre circulation des poissons migrateurs doit être assurée à la montaison et à la dévalaison. Les nouveaux ouvrages ou ceux dont le renouvellement d'autorisation ou de concession est en cours doivent s'équiper dans un délai de 5 ans de dispositifs assurant la libre circulation des poissons.

Les articles L.432-5 et L.432-6 du Code de l'Environnement demeurent applicables jusqu'à leur substitution par l'article L.214-17 au plus tard le 1^{er} janvier 2014. Cet article constitue un nouveau dispositif de classement binaire des cours d'eau au titre de la continuité :

- Seront classés en Liste 1, les cours d'eau ou portions de cours d'eau en très bon état écologique ou identifiés par les SDAGE comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs - eau douce et eau salée - est nécessaire. Sur ces secteurs, toute autorisation ou concession relative à un ouvrage – nouveau ou existant - pourra être modifiée par l'autorité publique dès lors que son fonctionnement ne permet pas la préservation des Grands Migrateurs (Art. L214-4 et L215-10 CDE).
- Seront classés en Liste 2, les cours d'eau ou portions de cours d'eau dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport sédimentaire et la libre circulation des poissons migrateurs. Sur ces zones, tous les ouvrages doivent être gérés, entretenus ou équipés de dispositifs efficaces de franchissement piscicole.

Au delà de la restauration de la continuité piscicole, la nouvelle Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques prévoit également des modifications concernant les débits à savoir :

- Le relèvement des débits réservés d'ici 2014 avec la notion de régime réservé (modulation à l'année),
- La mise en place d'un débit minimum (passage au 1/20^{ème} du module du cours d'eau) sur les tronçons aménagés,
- Le passage de la notion de débit réservé à celle de régime réservé (modulation à l'année).

La LEMA renforce en outre la gestion locale et partagée de la ressource en eau à travers les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) dont la portée juridique est renforcée.

L'objectif d'atteinte du bon état écologique des cours d'eau et de continuité écologique a été introduit dans le droit français par la loi Grenelle I (3 août 2009) qui repose sur « *des cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux classés pour la préservation de rivières de référence, de réservoirs biologiques et d'axes importants de migration pour les espèces amphihalines et pour le rétablissement de la continuité écologique* ». Sa mise en œuvre a été traduite et proposée dans une loi, dite « loi Grenelle II » dont le projet a été validé le 8 octobre 2009 par le Sénat. En parallèle, la mise en place du règlement européen en faveur de l'Anguille impose de procéder au classement des cours d'eau sur lesquels la protection de l'Anguille est nécessaire avant le 31 décembre 2010.

Aussi, ces deux textes doivent aboutir à la définition de linéaires et d'ouvrages prioritaires vis-à-vis des espèces migratrices amphihalines, dont la procédure est initiée depuis fin 2008. Ces nouveaux classements seront en outre basés sur les orientations fixées par les SDAGE et PLAGEPOMI.

1.1.6 Etat et répartition des populations sur le bassin Rhône-Méditerranée

Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle, les populations d'aloses remontaient sur le Rhône jusqu'au lac du Bourget, soit sur une distance d'environ 600 km de la mer (Figure 6). On les trouvait également sur la Saône, dans la région de Villefranche (Rameye *et al.*, 1976) et sur les affluents, principalement de rive droite (Ardèche, Cèze et Gardon).

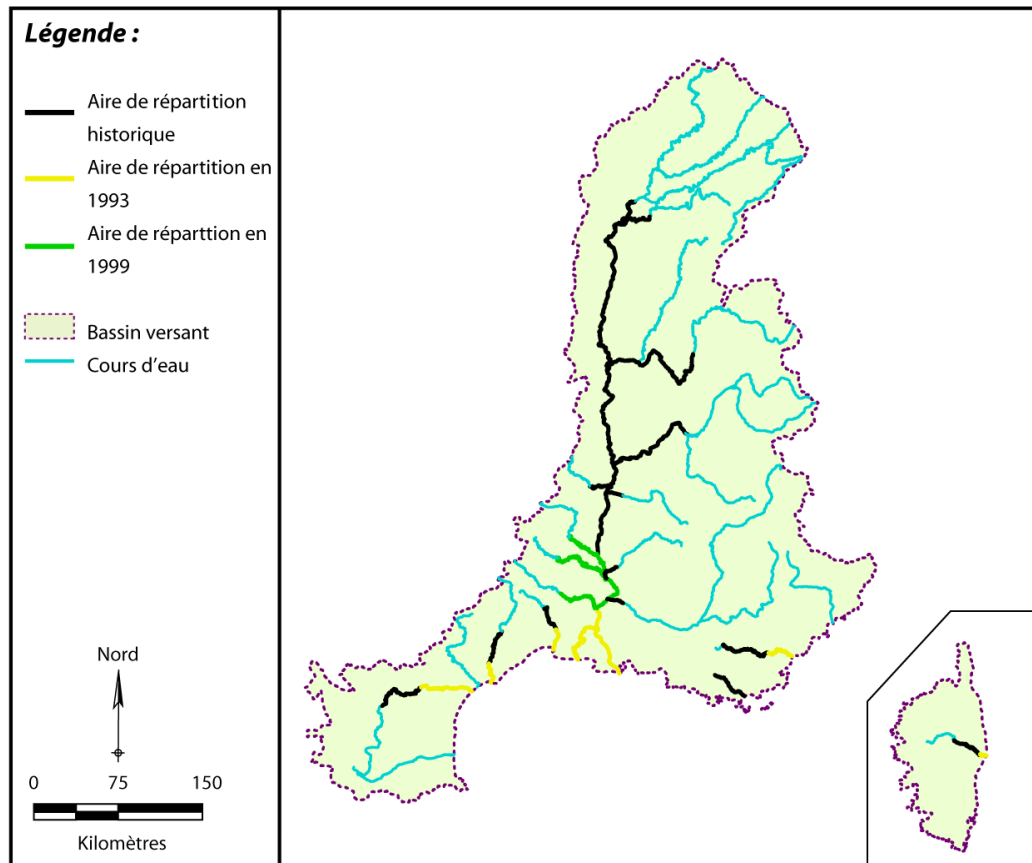


Figure 6 : Evolution de l'aire de répartition de l'Alose feinte du Rhône sur le bassin Rhône Méditerranée et Corse. MRM

Mais dès la sortie de la seconde guerre mondiale, le besoin de reconstruire le pays pousse les autorités à chercher des sources d'énergie abondantes. C'est ainsi que très rapidement la plupart des axes hydrographiques est équipée d'ouvrages de production hydroélectrique. Les nombreux barrages construits alors vont constituer autant d'obstacles à la migration de l'Alose (Gallois, 1947) et de toutes les autres espèces migratrices (Lamproies, Anguille, Esturgeon).

Aujourd'hui, et grâce aux efforts engagés dans le cadre du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI), les aloses atteignent à nouveau l'Ardèche, notamment grâce à l'aménagement des écluses du Rhône aval pour le franchissement piscicole (Lebel *et al.*, 2001). S'il est difficile d'estimer quantitativement le stock de cette espèce, on sait toutefois qu'il n'est pas résiduel puisque une exploitation par la pêche amateur (engins et à la ligne) se maintient entre 9 et 12 tonnes par an (Lebel, 1999 ; Abdallah, 2007).

1.1.7 Etat et répartition des populations sur le bassin Corse

La bibliographie disponible sur la présence et la répartition des populations d'aloses en Corse est beaucoup moins dense que sur le bassin rhodanien en raison principalement de l'absence d'exploitation halieutique de l'espèce en Corse, que ce soit dans un passé proche ou lointain.

En se référant aux quelques documents traitant spécifiquement des populations de poissons de la Corse (Roché, 1987 ; Raymond, 1991 ; Roché, 2001), il semblerait que la présence des aloses soit inféodée aux fleuves côtiers de la plaine orientale. Sa présence est ainsi citée sur trois d'entre eux : le Golo, le Fium'Orbo et le Tavignano.

Bien que l'Alose soit citée présente sur le Fium'Orbo, aucune donnée précise (capture ou observation) n'est disponible dans la bibliographie. On considérera donc que sa présence est potentielle sur ce fleuve. Sur le Golo, Rameye *et al.*, (1976) expliquent que des aloses y avaient été prélevées par la Fédération de Pêche de Bastia et données au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris en la personne de M. Kiener.

Les données les plus abondantes concernent le Tavignano. Des communications orales de vieux pêcheurs de la ville de Corte racontent unanimement que les aloses remontaient « dans le passé » jusqu'à l'aval de la ville de Corte. Ces pêcheurs, braconniers, visaient spécifiquement les truites mais au printemps, les captures accidentelles d'aloses dans leurs filets ne semblaient pas rares (Mattéi J., comm.pers.). Ce sont les seules informations disponibles qui permettent d'établir une limite historique de colonisation de l'Alose sur le Tavignano, notamment avant l'édification du barrage de Cardiccia en 1992. Depuis ces témoignages, différents travaux se sont succédés durant cette dernière décennie (Langon *et al.*, 1999 ; Barral, 2002 ; Ucciani, 2002 ; Mattei et Deroche, 2009 ; Abdallah et Lebel, 2009). Ainsi, à l'opposé des deux fleuves voisins, des données récentes permettent d'actualiser et de préciser l'état des populations d'aloses sur le Tavignano.

Il en ressort notamment :

- la présence de géniteurs au mois de juin à l'aval immédiat de Cardiccia (pic d'activité horaire entre 17 et 19h),
- l'existence d'une reproduction efficiente : repérage d'une frayère active (Langon *et al.*, 1999), présence de bancs de juvéniles (Mattei et Deroche, 2009),
- une potentialité d'accueil importante du Tavignano en termes de sites favorables à la reproduction (Langon *et al.*, 1999 ; Barral, 2002),
- un blocage des aloses à l'aval de Cardiccia (infranchissabilité de la passe à poissons) (Ucciani, 2002) et une impossibilité d'accès à plusieurs frayères potentielles (au minimum 4) (Langon *et al.*, 1999).

1.2 Présentation du site

1.2.1 Généralités

Le bassin versant du Tavignano est le deuxième bassin hydrographique de l'île (Figure 7). Il draine en effet une superficie totale de 775 km² et la longueur de son cours principal est de 85 km. Le Tavignano prend sa source en amont du lac de Nino à 1 700 mètres d'altitude et se jette en mer non loin de la commune d'Aléria. Le cours du Tavignano se caractérise par une pente moyenne élevée de 21,76 %.

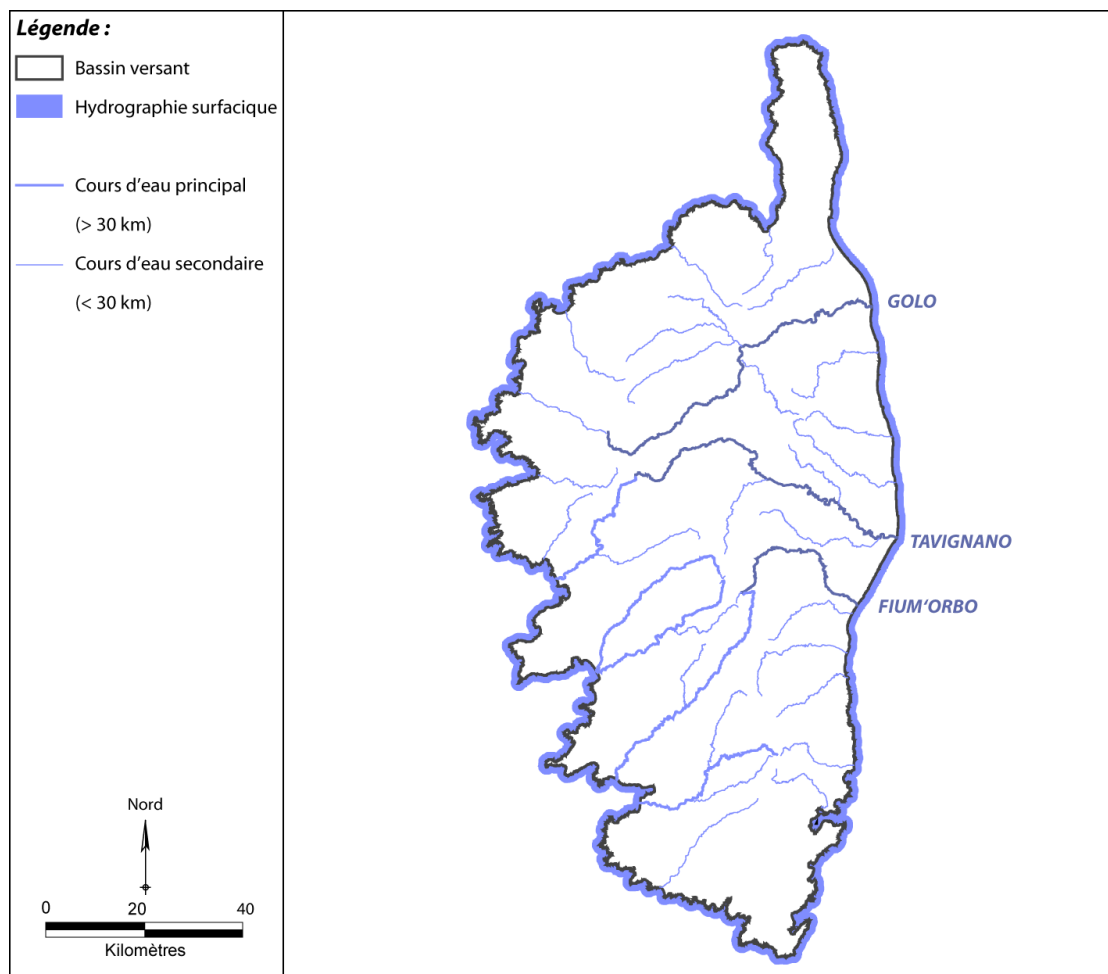


Figure 7 : Réseau hydrographique Corse. Bassin versant du Tavignano. BD Carthage©/MRM

1.2.2 Contexte hydrologique

Le Tavignano est caractérisé par un régime pluvial méditerranéen, marqué par des étiages estivaux sévères et de très fortes variations de débit intra et interannuelles (Figure 8). À la station de mesure d'Antisanti (code Y9102030, bassin versant hydrologique de 573 km²) et sur la période 1973-2010, le débit moyen interannuel est de 11.7 m³/s, le débit de crue décennale de 790 m³/s, le débit mensuel minimal quinquennal (QMNA₅) de 0,65 m³/s, l'étiage quinquennal (VCN3 quinquennal) de 0.37 m³/s. En aval de la centrale hydroélectrique de Cardiccia, le régime hydrologique est géré par la Commune de Giuncaggio qui doit restituer un débit réservé minimum de 1.5 m³/s.

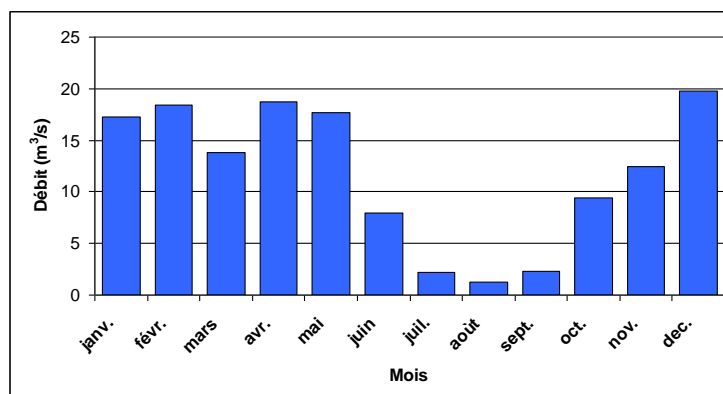


Figure 8 : Hydrogramme des débits moyens mensuels du Tavignano calculés sur la période 1973-2010. Station hydrologique d'Antisanti (Pont du Fado). Banque Hydro/MRM

Les trois principaux affluents du Tavignano, caractérisés par un régime torrentiel sont d'amont vers l'aval : la Restonica, le Vecchio et le Tagnone (Figure 9). Le Corsiglièse constitue lui le principal affluent de rive gauche du Tavignano.

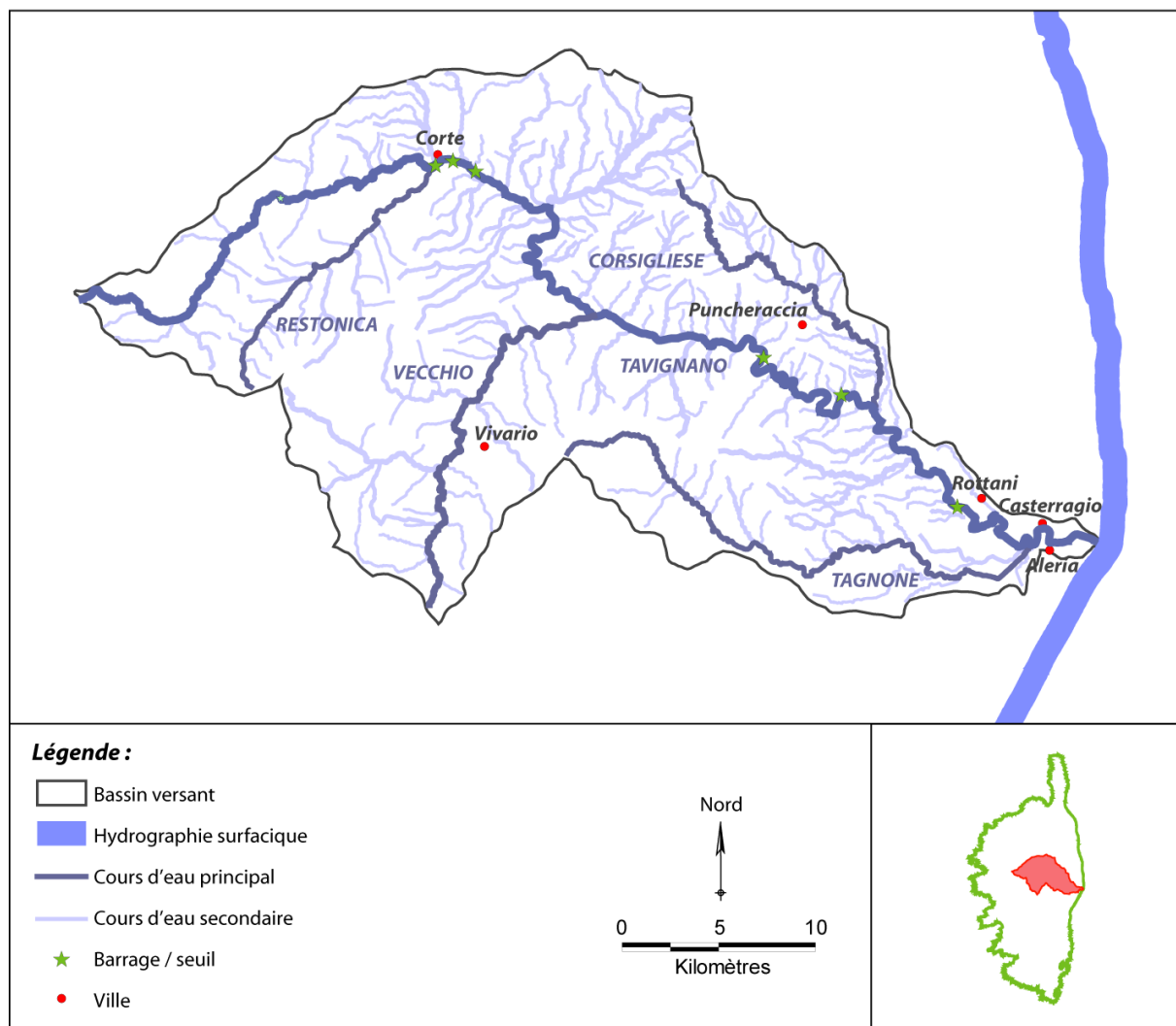


Figure 9 : Réseau hydrographique et obstacles transversaux du bassin versant du Tavignano (MRM)

1.2.3 Contexte écologique et biologique

De bonne qualité générale (classes 1A et 1B) sur l'ensemble de son cours, les eaux du Tavignano souffrent essentiellement des rejets de la station d'épuration de la ville de Corte (7 000 habitants). En effet, cette pollution azotée et phosphorée a pour conséquence immédiate d'augmenter la production primaire naturelle du fleuve et de favoriser un développement algal plus important sur plusieurs kilomètres en aval de Corte. Toutefois, sans autre apport conséquent, la situation devient rapidement normale grâce aux capacités d'autoépuration du milieu. Par ailleurs, si aucune crise dystrophique n'a été observée sur le Tavignano, il semblerait qu'il puisse être propice à l'eutrophisation sur sa partie aval, où son profil change radicalement (diminution de la pente, apparition d'un profil en méandres) (COLLECTIF, 1994).

Le cours supérieur du Tavignano est inclus dans le Parc Naturel Régional de la Corse et présente de nombreuses zones d'intérêt biologique remarquable. Pour préserver ce potentiel, la tête de bassin du Tavignano est classée en rivières réservées et ainsi protégée contre tout nouveau projet d'exploitation hydroélectrique (Barral, 2002).

La basse vallée a été reconnue comme site d'intérêt communautaire dans le cadre du réseau européen Natura 2000. L'arrêté du 17 mars 2008 précise ainsi l'espace délimité sous l'appellation « site Natura 2000 basse vallée du Tavignano » (zone spéciale de conservation FR9400602), ainsi que la liste des types d'habitats naturels et des espèces de faune et flore sauvages justifiant sa désignation.

Du point de vue piscicole, le Tavignano est classé en 1^{ère} catégorie de l'embouchure jusqu'à la source, comme l'ensemble des rivières de Corse. Le peuplement piscicole du Tavignano est représenté par un faible nombre d'espèces en comparaison aux autres fleuves côtiers méditerranéens. Les données disponibles grâce au Réseau Halieutique et Piscicole (RHP) mené par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) depuis près de 20 ans (station localisée à Corte) révèlent la présence de 3 espèces dites autochtones : la Truite macrostigma, la Blennie fluviatile et l'Anguille. On recense également la présence de la Truite arc-en-ciel, introduite régulièrement dans le fleuve à des fins halieutiques ainsi que celle du Vairon, également introduit par l'Homme (Mattéi J., comm.pers.).

En aval de Cardiccia, le peuplement piscicole s'enrichit d'espèces colonisant ponctuellement le milieu comme le Mulet porc ou l'Alose feinte du Rhône. Depuis quelques décennies, se sont également installées la Tanche et la Carpe commune, introduites par l'Homme.

Malgré un peuplement peu diversifié, le Tavignano constitue un enjeu écologique de premier ordre pour deux espèces d'intérêt communautaire (la Truite macrostigma et l'Alose feinte du Rhône) et pour l'Anguille, espèce dont la sauvegarde est aujourd'hui reconnue prioritaire à l'échelle européenne (règlement CE 1100/2007 du 18/09/2007 instituant des mesures de reconstitution des stocks d'anguilles européennes).

1.2.4 Gestion et usages de l'eau

Le bassin versant du Tavignano, essentiellement rural, présente de nombreuses surfaces boisées et des terrains agricoles localisés essentiellement dans sa plaine orientale (agrumes, pastoralisme). Ainsi, sur la majorité de son linéaire, les activités agricoles ne constituent pas une source de perturbation majeure pour le milieu. Toutefois, plusieurs pompages autonomes (Figure 10) ont été répertoriés lors de l'expertise terrain effectué par MRM en 2010. La multiplication de ces pompages, notamment en période critique estivale peut ponctuellement accentuer le phénomène d'étiage dont les impacts sur l'hydrosystème peuvent être importants (augmentation des phénomènes dystrophiques, augmentation de la thermie naturelle ...).



Figure 10 : Pompage individuel dans le lit du Tavignano. 2 juin 2010 . MRM

L'urbanisation du bassin versant se focalise sur la ville de Corte qui compte aujourd'hui environ 7 000 habitants (Source INSEE, 1999). En 2002, Barral estime à 12 000 le nombre de personnes habitant sur l'ensemble du bassin versant. Depuis l'équipement de la ville de Corte par un système d'assainissement adapté, l'impact des rejets domestiques sur le fleuve a diminué et devient nul seulement quelques kilomètres en aval de la commune.

L'extraction de granulats a été une activité importante sur le Tavignano, engendrant certains traumatismes hydromorphologiques (érosion régressive, enfoncement du lit). Aujourd'hui, cette activité a très fortement diminué, et seul un site d'extraction en activité a pu être répertorié. En revanche, des actes d'extractions sauvages ont été relevés lors de l'expertise terrain réalisée par MRM en 2010. Ces actes, non contrôlés et non surveillés, ont pour conséquences directes une augmentation de la turbidité sur plusieurs centaines de mètres en aval du site d'extraction et un colmatage accru du substrat.

Les eaux du Tavignano sont également convoitées par les producteurs d'hydroélectricité. On recense à ce jour 2 ouvrages hydroélectriques sur le fleuve :

- la prise EDF sur le Haut Tavignano destinée au remplissage du barrage de Calacuccia (1 070 m), posant des problèmes d'étiage hivernaux et printaniers (débit réservé de 200 l/s du 30 juin au 30 septembre et de 50 l/s du 1^{er} octobre au 30 juin),
- la microcentrale de Cardiccia (commune de Giuncaggio, à 34 km de l'embouchure), équipée d'une passe à poissons.

Plus en aval, on recense deux autres obstacles aux écoulements : le seuil fusible de la gravière de Pifferini et le seuil fusible de la prise de l'Office d'Équipement Hydraulique de la Corse à Casaperta.

Ces deux ouvrages sont créés de façon ponctuelle, pour répondre à un besoin limité dans le temps. A certaines périodes de l'année (variables selon l'activité des usages associés), ces deux ouvrages sont susceptibles d'être effacés et donc franchissable par toutes les espèces piscicoles.

Les activités de pleine nature constituent le secteur économique le plus en vogue sur le bassin versant. Bénéficiant d'un territoire d'exception, les randonneurs mais également les kayakistes viennent de l'Europe entière pour se jouer des rapides du Tavignano. Plusieurs campings bénéficient de cet attrait touristique, notamment à Corte et à Sortipiani où on recense également un loueur de canoës-kayaks qui propose des descentes du fleuve d'avril à septembre.

Enfin, le Tavignano et ses affluents sont prisés par une petite population de pêcheurs locaux qui cible en très grande majorité la truite.

1.2.5 Obstacles

Le bassin versant du Tavignano est un bassin peu anthropisé, où les usages liés à l'eau sont relativement réduits en comparaison à d'autres fleuves côtiers méditerranéens.

Dans le cadre de son programme annuel d'actions et pour répondre aux attentes du plan de gestion Anguille (consécutif au règlement CE N°1100/2007), l'Association MRM a réalisé en 2010 et en partenariat avec l'ONEMA SD20 et la FDAAPPMA 20, un diagnostic des conditions de migration anadrome de l'Anguille européenne sur différents fleuves côtiers corses dont le Tavignano (Campton *et al.*, 2010).

Ce diagnostic a permis de référencer l'ensemble des obstacles à la migration des poissons en Corte et la mer. 5 obstacles ont ainsi été localisés et décrit.

1/ Le seuil fusible de la gravière de Pifferini (Figure 11)



Figure 11 : Seuil de la gravière de Pifferini. MRM

Code ROE = ROE51199

Distance à la mer = 12,5 km

Propriétaire/gestionnaire = Agrégats béton Corse (Pifferini)

Vocation = maintien de la cote du plan d'eau amont pour l'alimentation de canal d'amenée de la gravière

Dénivelé = 0,7 mètre (à 8,34 m³/s)

Caractéristiques = seuil de type fusible édifié à partir de graviers, cailloux et blocs de la gravière. Une échancrure est présente sur l'extrémité rive droite de l'obstacle par laquelle transite la totalité des écoulements

Franchissabilité pour l'Alose = cet ouvrage est considéré franchissable pour cette espèce du fait des conditions d'écoulement favorables aux capacités de nage de l'Alose dans l'échancrure rive droite. La stabilité de cet ouvrage n'étant pas pérenne, il est nécessaire de maintenir une surveillance régulière de l'ouvrage pour s'assurer de sa franchissabilité par l'Alose au moment de la migration génésique

2/ Le seuil fusible de la prise de l'Office d'Équipement Hydraulique de la Corse à Casaperta

Distance à la mer = 18,8 km

Pas d'autre donnée disponible car le seuil était effacé le jour des expertises

3/ Le barrage hydroélectrique de Cardiccia (cf. partie spécifique ci-après)

4/ Le seuil de la minoterie (Figure 12)



Figure 12 : Le seuil de la minoterie. MRM

Code ROE = ROE51745

Distance à la mer = 61 km

Propriétaire/gestionnaire = inconnu

Vocation = ancienne prise d'eau du canal de la caserne des pompiers

Dénivelé = 0,8 mètre (à 8,34 m³/s)

Caractéristiques = seuil maçonné en pierres et béton dont le parement aval est rugueux et vertical. Cet ouvrage n'a aujourd'hui plus d'usage direct et son état est très mauvais. Le seuil est ouvert sur une largeur de 30 mètres où se concentre la totalité du débit du Tavignano

Franchissabilité pour l'Alose = bien que cet ouvrage soit aujourd'hui en très mauvais état et partiellement détruit, il forme une rupture de pente nette qui entraîne la formation en son centre d'une veine d'eau puissante et turbulente. Toutefois, les vitesses observées dans la brèche et l'épaisseur de la lame d'eau au droit de celle-ci semblent compatibles avec le franchissement de l'Alose. L'évolution de l'état de cet ouvrage doit être surveillée.

5/ Le seuil de Corte centre (Figure 13)



Figure 13 : Le seuil de Corte centre. MRM

Code ROE = ROE51186

Distance à la mer = 62 km

Propriétaire/gestionnaire = inconnu

Vocation = protection d'une conduite d'eau

Dénivelé = 0,3 mètre (à 8,34 m³/s)

Caractéristiques = seuil bétonné au parement aval en pente douce et moyennement rugueux. Les surverses s'effectuent sur toute la largeur du seuil

Franchissabilité pour l'Alose = du fait d'un dénivelé amont/aval réduit, cet ouvrage ne constitue pas d'obstacle pour l'Alose. Il est cependant possible que lors d'étiage sévère, l'épaisseur de la lame d'eau parcourant l'ouvrage devienne insuffisante pour cette espèce

Focus sur le barrage hydroélectrique de Cardiccia (Figure 14)



Figure 14 : Le barrage hydroélectrique de Cardiccia et sa passe à poissons. MRM

Le barrage hydroélectrique de Cardiccia se situe à 34 km de l'embouchure et constitue le principal obstacle aux écoulements du bassin versant. La commune de Giuncaggio en a la gestion et la production hydroélectrique est achetée par EDF. La puissance d'équipement maximale brute est évaluée à 2 606 KW (Langon *et al.*, 1999). L'ouvrage a été inauguré en mars 1992.

Cardiccia est un barrage-poids équipé de deux clapets de 3,50 m de haut et de 16 m de large (longueur en crête : 65 m, largeur maximale en crête : 1 m, cote NGF en crête : 123,50). La hauteur de chute entre les plans d'eau amont et aval est en moyenne de 11,5 m.

L'ouvrage a été équipé d'une passe à canoës-kayaks construite en rive droite. C'est un canal rectiligne d'une centaine de mètres de long, recouvert sur le fond de ralentisseurs (chevrons) épais en béton. La longueur de l'ouvrage, l'absence de zone de repos, les écoulements hélicoïdaux caractéristiques de ce type d'ouvrage le rendent impraticable par la grande majorité du cortège piscicole présent (*a fortiori* l'Alose).

En sus, une passe à poissons à bassins successifs (échancrures latérales et orifices noyés) formée de trois volées a été construite en rive gauche. Initialement prévue pour la circulation des truites, elle comporte 32 bassins d'environ 1 m de large, 2 m de long et 1 m de profondeur. A noter que les 5 bassins amont ne possèdent que des orifices noyés. Les chutes interbassins sont de l'ordre de 25 à 30 cm, les jets interbassins sont de type plongeant (défavorable à l'Alose) et les échancrures possèdent une largeur de 30 cm.

Le débit maximal turbiné est de 23 m³/s. Le débit non turbiné doit être d'au moins 1,5 m³/s ou égal au débit naturel du cours d'eau si celui-ci est inférieur à ce chiffre. Ce débit est restitué en partie par la passe à canoës-kayaks située en rive droite (200 l/s) et la passe à poissons située en rive gauche (150 l/s).

La microcentrale hydroélectrique comporte 6 turbines Kaplan dont 5 à pas fixe et 1 à pas variable, ce qui limite la modulation du fonctionnement de la centrale en fonction des fluctuations du débit (P.V. de recollement du 24/03/1992). Sur les 5 turbines fixes, une est placée à côté de l'entrée de la passe à poissons et possède un débit nominal de 0,89 m³/s. En théorie, ce débit doit être maintenu en permanence afin d'assurer l'attractivité de la passe à poissons. Les quatre autres turbines à pas fixe ont un débit nominal de 4,44 m³/s et la turbine à pas variable a un débit compris entre 2,20 m³/s et 4,39 m³/s.

La capacité de la retenue au niveau normal d'exploitation est de 120 000 m³ avant tout envasement. L'influence du barrage s'étend sur environ 600 m en amont et la longueur du remous est d'environ 150 mètres.

L'ouvrage a été équipé d'une passe à canoës-kayaks construite en rive droite. C'est un canal rectiligne d'une centaine de mètres de long, recouvert sur le fond de ralentisseurs (chevrons) épais en béton. La longueur de l'ouvrage, l'absence de zone de repos, les écoulements hélicoïdaux caractéristiques de ce type d'ouvrage le rendent impraticable par la grande majorité du cortège piscicole présent (*a fortiori* l'Alose).

En sus, une passe à poissons à bassins successifs (échancrures latérales et orifices noyés) formée de trois volées a été construite en rive gauche. Initialement prévue pour la circulation des truites, elle comporte 32 bassins d'environ 1 m de large, 2 m de long et 1 m de profondeur. A noter que les 5 bassins amont ne possèdent que des orifices noyés. Les chutes interbassins sont de l'ordre de 25 à 30 cm, les jets interbassins sont de type plongeant (défavorable à l'Alose) et les échancrures possèdent une largeur de 30 cm.

Franchissabilité de l'ouvrage par les poissons

En 2009, une expertise de l'ouvrage (dont la passe à poissons) a été réalisée par les ingénieurs de la Direction Interrégionale de l'ONEMA de Montpellier (Baril D. et Richard S.) et du Groupe d'Hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement (Larinier M., Courret D.) dans l'objectif de mieux appréhender les modalités techniques de restauration de la franchissabilité en montaison et dévalaison du barrage de Cardiccia pour l'Alose, l'Anguille et la Truite. Les conclusions ont été les suivantes (Courret D., comm. pers.) :

- passe à poissons non fonctionnelle pour l'Alose,
- nécessité d'évaluer plus précisément les conditions de franchissement de la passe à poissons à la montaison pour l'Anguille,
- problématique forte d'entretien liée à l'emplacement du dispositif,
- problématique importante à la dévalaison pour l'ensemble des espèces,
- impossibilité de modifier la passe à poissons existante,
- seule solution pour la montaison : ascenseur.

Le rétablissement de la franchissabilité du barrage de Cardiccia se révèle donc particulièrement complexe. Dans la perspective d'aménagement à court terme de cet ouvrage, il convient donc de cerner très précisément les enjeux que ce soit :

- à la montaison : gains écologiques attendus en termes d'accroissement des zones de frayères accessibles pour les aloses (objet de la présente étude), diagnostic précis de montaison de l'Anguille par les ouvrages existants, améliorations possibles de la passe à poissons (modifications des échancrures, ajout de rugosité, facilité d'entretien),
- à la dévalaison : diagnostic des conditions de dévalaison pour l'Anguille, les aloses et l'Alose adulte ainsi que pour la Truite en intégrant les risques d'entraînement dans les turbines et l'évaluation des taux de mortalité.

1.3 Problématique et méthodologie employée

1.3.1 Problématique et objectifs de l'étude

L'Alose feinte du Rhône constitue par de nombreux aspects (biologique, écologique et socio-économique) un enjeu fort en termes de protection, de préservation et de conservation à l'échelle du territoire Rhône Méditerranée & Corse. De nombreux outils institutionnels et réglementaires permettent aujourd'hui de mettre en place des programmes solides pour assurer la pérennité des populations. La clé de voûte de la réussite de ces programmes est la connaissance de l'espèce tant sur le plan biologique que écologique.

En Corse, le Tavignano est reconnu par le Muséum National d'Histoire Naturelle comme le seul site corse où l'Alose se reproduit. Mais les connaissances acquises jusqu'à ce jour sur l'espèce sont très réduites et limitent la définition des enjeux à l'échelle du fleuve. Il y a donc une situation paradoxale dans laquelle on retrouve une espèce et un site à fort enjeu (macro échelle) et l'absence de connaissances permettant de dresser un diagnostic détaillé sur lequel viendrait se construire un programme de protection efficace.

Ce paradoxe a été tout d'abord identifié dans le cadre de la rédaction du DOCOB Natura 2000 du site de la basse vallée du Tavignano. Avant d'envisager quelque orientation de gestion ou d'aménagement, il apparaît indispensable de se doter des éléments de connaissances sur l'espèce et ses habitats. Ainsi, la DREAL Corse a souhaité réaliser une étude approfondie sur la population d'aloses du Tavignano.

En 2009, l'étude réalisée par MRM a montré qu'historiquement, les aloses colonisaient le Tavignano jusqu'à Corte, soit sur un linéaire d'environ 69 km. Depuis 1991 et la construction de la microcentrale de Cardiccia, les aloses ne peuvent plus désormais coloniser que 34 km du fleuve. Des observations récentes ont montré que les aloses remontaient régulièrement sur le Tavignano et bloquaient dans leur remontée à l'aval de l'ouvrage de Cardiccia.

De cette analyse ont émané deux interrogations concernant l'impact de l'obstacle sur la dynamique de population des aloses du Tavignano :

- quelle perte réelle en habitats favorables à l'Alose induit la présence de l'obstacle ?
- quel est l'impact de l'obstacle sur la stratégie d'utilisation des habitats par les géniteurs ?

Pour répondre à la première interrogation, il est proposé d'étudier quantitativement et qualitativement les habitats favorables à l'Alose identifiés en aval et en amont de la microcentrale de Cardiccia. La comparaison des deux potentiels permettra de mieux appréhender la notion de perte écologique liée à l'ouvrage. La seconde interrogation fera l'objet d'investigations programmées en 2011.

In fine, la corrélation des réponses à ces deux questions permettront d'évaluer l'impact de l'obstacle sur la population d'aloses et d'argumenter ou non sur l'arasement (ou l'équipement) de l'ouvrage de Cardiccia. Ce travail devra impérativement être complété par une expertise détaillée des conditions de franchissement de l'ouvrage à la montaison et à la dévalaison.

En parallèle de ces réflexions, l'INRA-Agrocampus de Rennes en partenariat avec l'Association MRM a mis en place pour 2010-2011 une étude d'identification génétique des populations d'aloses du bassin Rhône-Méditerranée & Corse. Une première analyse des caractéristiques morphologiques et écologiques des aloses capturées sur les fleuves Rhône, Aude, Hérault et Tavignano avait montré une homogénéité de ces populations méditerranéennes (Le Corre, 1999 ; Le Corre *et al.*, 2000).

Les premières analyses génétiques utilisant les allozymes avait montré une homogénéité des populations du Rhône, de l'Aude et de l'Hérault, mais celle du Tavignano n'avait pu être analysée (Le Corre *et al.*, 2005).

Ainsi, il est prévu d'analyser génétiquement la population du Tavignano en utilisant les outils actuels performants que sont les marqueurs microsatellites. Il sera alors possible de conclure sur l'originalité génétique de cette population et sur la signification de la variabilité génétique observée en termes de potentiel évolutif de la population (la population est-elle en danger ou se porte t'elle bien ?). Ces résultats auront des implications en termes de gestion et de conservation.

1.3.2 Méthodologie employée

L'étude des potentialités écologiques d'un cours d'eau s'avère indispensable dans la mise en place d'un programme de protection d'une population piscicole. En effet, il est primordial de connaître quel est l'état du milieu dans lequel vit l'espèce, de définir et de circonscrire d'éventuels facteurs de dégradation.

Chez les migrateurs amphihalins potamotoques, les potentialités écologiques d'un cours d'eau sont évaluées en premier lieu par sa capacité d'accueil en termes de zones favorables à la reproduction. En fonction des connaissances sur les autres phases biologiques, il est également possible d'évaluer la qualité des supports de ponte pour le bon développement des œufs et des larves et d'identifier les zones favorables au refuge et au grossissement des juvéniles.

Concernant l'Alose, différents protocoles ont été établis pour identifier et évaluer sur un linéaire de cours d'eau les secteurs favorables à la reproduction des géniteurs (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Champalbert, 1998 ; Lallias et Abdallah, 2007). 3 paramètres essentiels sont mesurés *in situ* : la granulométrie, la bathymétrie et la courantologie.

Les potentialités écologiques du Tavignano seront évaluées selon 2 échelles spatiales :

- une macro échelle qui permettra d'évaluer en pourcentage de linéaire les zones potentiellement favorables à la reproduction,
- une micro échelle qui permettra d'étudier avec précision sur quelques sites les caractéristiques des zones potentielles de reproduction.

Description quantitative des habitats favorables à l'Alose (macro échelle)

Eu égard aux difficultés d'accès au fleuve et à la nécessité de couvrir la totalité du linéaire, la méthodologie retenue a été la prospection à l'aide d'une embarcation flottante et la géolocalisation et l'identification des différents faciès d'écoulement.

Nous considérons ici que les faciès d'écoulement correspondent à des portions de cours d'eau avec une certaine uniformité structurelle et fonctionnelle générale sur le plan des vitesses, des hauteurs d'eau et de la granulométrie du substrat.

Du point de vue hydrobiologique, la diversité longitudinale des formes et de leur structure physique est mise à profit par la flore et la faune aquatique qui y rencontrent les différents habitats nécessaires à l'accomplissement de leurs cycles vitaux.

Nous nous baserons sur cette typologie pour identifier et quantifier les habitats favorables à l'Alose, en se référant à la caractérisation établie par la bibliographie (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Boisneau *et al.*, 1990 ; Sabatié, 1993).

Pour limiter la subjectivité des opérateurs de terrain, l'identification des faciès découlement s'est basée sur la classification établie par Malavoi et Souchon (2002). Eu égard à la morphologie du Tavignano (pente et largeur moyenne), quatre types de faciès ont été retenus pour la description :

- pool = se caractérise par une profondeur moyenne supérieure à 60cm, une vitesse d'écoulement moyenne inférieure à 0,3 m/s, un profil en travers de type symétrique (en cuvette) et une granulométrie fine dominante (sable),
- plat courant = se caractérise par une profondeur moyenne inférieure à 60cm, une vitesse d'écoulement moyenne inférieure à 0,3 m/s, une pente douce, un écoulement uniforme et par des vaguelettes à la surface de l'eau liées à la présence du substrat à proximité de la surface libre,
- radier = se caractérise par une profondeur moyenne inférieure à 60cm, une vitesse d'écoulement moyenne supérieure à 0,3 m/s, une pente plus forte, une rupture de pente plus nette avec les faciès limitrophes et par des turbulences plus fortes liées à l'affleurement du substrat au ras de la surface libre,
- rapide = se caractérise par une profondeur moyenne inférieure à 60 cm, une vitesse d'écoulement moyenne supérieure à 0,3 m/s, une pente très forte et par de fortes turbulences matérialisées par de l'écume blanche.

Le Tavignano possède une largeur moyenne entre 15 et 25 mètres. Sur ce type de cours d'eau, il est considéré qu'il n'existe que rarement plusieurs faciès sur le même profil en travers. Il est donc pertinent de quantifier les différents faciès à partir d'une quantification longitudinale.

Pour ce faire, chaque faciès a été délimité *in situ* par deux points géoréférencés (projection WGS84 en Longitude/Latitude) puis reporté dans une base de données Excel. Lors de cette prospection de terrain, différentes observations complémentaires ont été effectuées afin de compléter le descriptif des habitats (connexion avec les affluents, présence de pompages ou de rejets, obstacles transversaux). Enfin, les différents habitats favorables à la reproduction des aloses ont été géoréférencés et brièvement décrits (surface, paramètre(s) limitant(s)).

Description qualitative des habitats favorables à l'Alose (micro échelle)

L'estimation de la qualité des frayères potentielles permet dans un premier temps, de compléter l'argumentaire sur la nécessité de rééquiper le barrage de Cardiccia afin de rendre accessibles des sites définis comme les plus intéressants.

Dans un second temps, elle permet d'estimer de façon théorique la viabilité des produits de la reproduction. Pour ce faire, cette étude s'appuie sur une méthodologie mise en place en 2007 par l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée sur le Vidourle, fleuve côtier méditerranéen. Cette méthodologie est basée sur une analyse multicritères des paramètres vitesse, profondeur et granulométrie, paramètres considérés comme déterminants dans le choix des sites de frai par les géniteurs et dans la survie des premiers stades de développement.

Le matériel utilisé pour cette étude a été le suivant :

- Vélocimètre Electromagnétique BFM 801,
- Mire de 5 m pour mesurer la profondeur,
- Mètre enrouleur ruban de 60 m à partir duquel sont réalisés les mesures,
- Piquets pour positionner les transects et un merlin,
- Waders et combinaisons néoprènes,
- Fiches de relevés.

Lors de la phase de description des habitats favorables à l'Alose, différents sites en amont et en aval du barrage de Cardiccia ont été identifiés comme favorables à la reproduction et au bon développement des ovocytes. En tenant compte des conditions d'accès auxdits sites, 2 frayères potentielles en amont et 2 frayères potentielles en aval de Cardiccia ont été retenues pour mettre en place la méthode présentée ici.

Le protocole mis en place sur les 4 sites se résume comme suit :

1- Positionnement d'un repère le plus parallèle possible à l'axe principal du cours d'eau à l'aide d'une corde, de piquets ou de flotteurs lestés (Figure 15). Le transect amont est ensuite positionné perpendiculairement au repère ; l'objectif étant de faciliter *a posteriori* le travail cartographique.

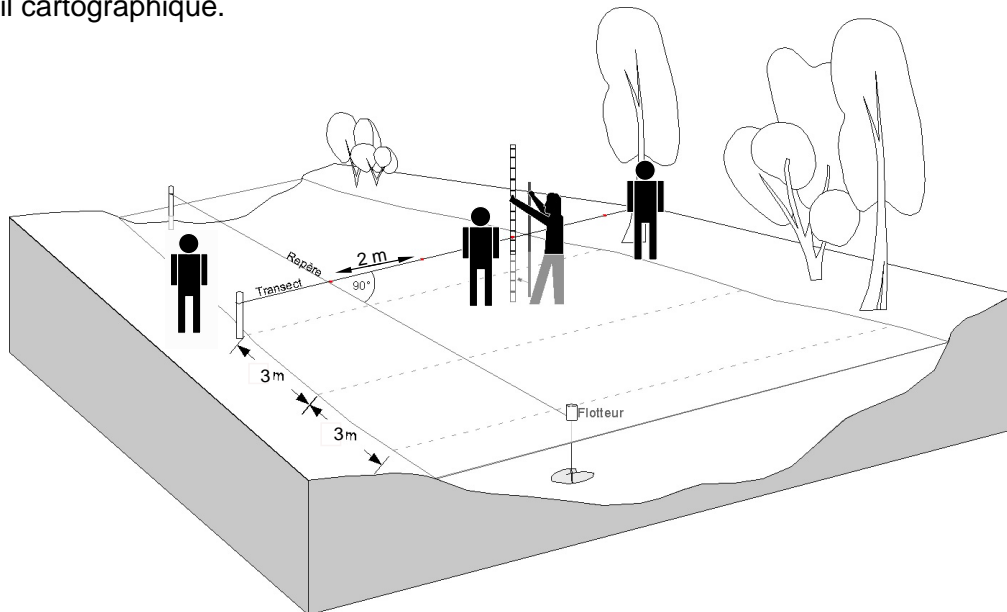


Figure 15 : Mise en place du protocole de mesures sur les frayères potentielles à aloses du Tavignano. MRM

2- Prise des mesures des trois paramètres tous les 2 m le long du transect (ou tous les mètres en fonction du besoin de précision) :

- La profondeur est mesurée à la règle au niveau de l'interface air/eau,
- Les vitesses moyennes d'écoulement sont calculées sur 6 secondes à 20%, 40% et 80% de la hauteur de la colonne d'eau,
- La granulométrie est estimée *de visu*, à l'aide d'un masque de plongée. Les classes de granulométrie suivantes étaient suffisamment distinctes pour une estimation correcte (substratum (argile), limon/vase, sable, gravier, cailloux, galet, bloc, dalle).

Les données sont renseignées sur une fiche terrain par un opérateur positionné en berge.

3- Une fois le transect terminé, celui-ci est déplacé de 3 mètres vers l'aval pour effectuer de nouvelles mesures et réaliser ainsi un quadrillage complet de la zone intéressante.

Ce protocole, bien que simplifié au maximum, est relativement lourd et long à mettre en œuvre (grand nombre de points de mesure). En termes de main d'oeuvre, quatre personnes sont nécessaires pour une mise œuvre efficace : deux personnes en berge pour déplacer le transect et prendre les notes, une personne tenant la perche du vélocimètre et la mire et un personne maintenant hors d'eau le lecteur du vélocimètre.

Traitements des données « habitats »

Les données de description quantitative des habitats sont bancarisées sous forme de métadonnées pour être ensuite représentées de façon cartographique (logiciel MapInfo 8.5). Chaque faciès est alors replacé sur la couche hydrographique de la BD CARTHAGE© afin d'obtenir les linéaires cumulés par type de faciès.

Afin de faciliter la lecture des représentations cartographiques, la zone d'étude a été scindée en 7 sous-secteurs.

Sur chaque secteur, les zones de frayères potentielles seront géolocalisées et leur surface estimée en m². Ce travail permettra de comparer la richesse habitationnelle entre les secteurs. Ces derniers possédant des linéaires hétérogènes, les indicateurs « habitats » (nombre de frayères potentielles, surface) seront ramenés au kilomètre linéaire de cours d'eau.

Les données de description qualitative des frayères potentielles sont bancarisées sous forme de métadonnées pour être ensuite représentées de façon cartographique (logiciel MapInfo 8.5 et Vertical Mapper 3.0). Grâce à l'outil Vertical Mapper, les données enregistrées par points de mesures sont représentées de façon continue grâce à une méthode d'interpolation par triangulation. Pour une meilleure lisibilité, les données sont ensuite regroupées par « régions » et délimitées dans l'espace par des contours (à l'image des courbes de niveau sur une carte topographique de l'IGN). Grâce à cette méthode, il est possible d'obtenir les surfaces cumulées pour chaque classe du paramètre étudié. Les surfaces cumulées pour les trois paramètres sont présentées sous forme d'histogrammes sur chacune des frayères cartographiées.

Enfin une note de *preferendum* est attribuée pour chaque paramètre sur tous les points de mesures. Le système de notation a été mis en place suite à de nombreuses observations et travaux de synthèses réalisés par CASSOU-LEINS, la FRAPNA Ardèche, MRM et ATOUT Environnement. La notation retenue est mentionnée dans le Tableau 3.

Paramètres	Limitant Note 0	Moyen Note 1	Optimum Note 2
Vitesse [cm/s]	[0 ; 50[et]150 ; +	[50 ; 80[et]120 ; 150]	[80 ; 120]
Profondeur [cm]	[0 ; 50[et]150 ; +	[50 ; 80[et]120 ; 150]	[80 ; 120]
Granulométrie	Dalle, Sable	Gravier	Cailloux, Gravier, Bloc

Tableau 3 : Notation des paramètres vitesse, profondeur et granulométrie (CHAMPALBERT, 1998)

Une carte de synthèse est ensuite réalisée en additionnant ces notes par point et par paramètre. On obtient au final une seule note de synthèse par surface traduisant la qualité de chacune (Figure 16). L'outil Vertical Mapper est ensuite utilisé pour la représentation cartographique. Les surfaces cumulées par note sont présentées sous forme d'histogrammes sur chacune des frayères cartographiées dans l'objectif de les hiérarchiser en fonction de la prédominance surfacique des notes de qualité supérieure.

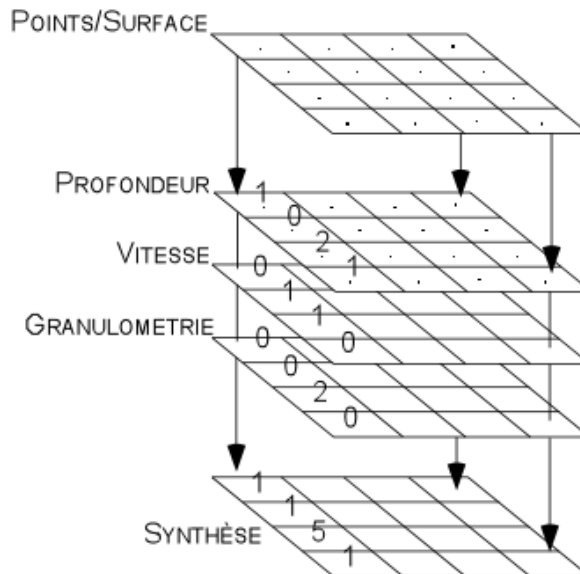


Figure 16 : Schéma explicatif du calcul des notes par surface.

Echantillonnages d'individus en vue d'analyses génétiques

Pour l'analyse génétique, il faut prélever un échantillon (écailles ou surface de 1 mm² de nageoire) d'une taille suffisante sur environ 60 aloses, à raison de 30 mâles et 30 femelles, si possible issus d'une même cohorte pour effacer la variabilité due à l'âge.

Les marqueurs utilisés sont des marqueurs microsatellites qui seront développés dans le cadre de cette étude par l'entreprise Genoscreen. L'INRA – Agrocampus de Rennes (UMR écologie et santé des écosystèmes) réalisera les analyses sur les échantillons fournis par l'Association MRM.

Pour se procurer le matériel biologique, 2 méthodes sont mises en place pour optimiser les chances de capture :

- la pose d'une nappe de filet monomaille à l'aval de la fosse de dissipation du barrage de Cardiccia, zone de blocage et de stabulation des géniteurs en montaison,
- la réalisation de pêches électriques sur des radiers localisés à l'aval de Cardiccia pour capturer des juvéniles (réalisation ONEMA).

Pour chaque individu capturé, le protocole suivant est appliqué :

- Mesure de la longueur totale en mm,
- Prélèvement d'une dizaine d'écailles à l'aplomb de la nageoire dorsale au niveau de la ligne latérale (quelques écailles sur chaque flanc). Les écailles sont placées dans une enveloppe numérotée,
- Prélèvement d'un petit morceau du pédoncule inférieur de la nageoire caudale. L'échantillon est placé dans un microtube numéroté contenant de l'alcool à 90°.

2. Résultats

2.1 Description qualitative des habitats favorables à l'Alose

La description des habitats aquatiques du secteur du Tavignano a été réalisée dans des conditions hydrologiques normales pour la période et proches du module interannuel (11.70 m³/s à la station d'Antisanti, BanqueHydro) :

- 31 mai 2010 : débit moyen journalier (QJM) à Antisanti = 11,8 m³/s,
- 1^{er} juin 2010 : QJM = 11,3 m³/s
- 2 juin 2010 : QJM = 10,5 m³/s
- 3 juin 2010 : QJM = 9,3 m³/s.

Les prospections ont été effectuées à l'aide d'un canoë raft avec l'encadrement d'un guide breveté d'Etat (Denis Gode, Corsic'aventure). A chaque changement de faciès, un point GPS a été relevé (WGS84, Longitude/Latitude). Les sites potentiellement favorables pour la reproduction de l'Alose ont également été référencés et la surface de chacun des sites a été renseignée afin de comparer la disponibilité réelle en habitats en aval et en amont du barrage de Cardiccia.

Les limites géographiques de la description des habitats favorables à l'Alose ont été fixées à Corte en amont (limite historique de colonisation) et au niveau de la confluence avec le Corsiglièse en aval. Dans le temps imparti à l'étude, il n'a pas été possible de prospecter plus en aval de ce point. Dans l'absolu, il aurait été souhaitable de réaliser la description des habitats jusqu'au niveau du hameau de Campo-Quercio, point situé à 13,5 km de l'embouchure et à 8 km en aval de la limite des prospections réalisées en 2010. Toutefois, la confluence du Tavignano avec le Corsiglièse marque l'entrée du fleuve dans la plaine orientale. En lien avec la diminution de la pente, le profil du Tavignano change et les faciès deviennent moins favorables à la reproduction des aloses : diminution des vitesses d'écoulement, augmentation des éléments fins dans la composition de la granulométrie (colmatage), moins bonne oxygénation, en particulier dans les parties interstitielles.

Ainsi, il peut être considéré que l'ensemble du linéaire potentiellement favorable a été couvert par les prospections menées en 2010 : 40,4 km du Tavignano, dont 12,2 km à l'aval de Cardiccia et 28,2 km à l'amont.

2.1.1 Description des faciès d'écoulement

Eu égard à l'étendue de la zone prospectée, 3 zones ont été distinguées (Figure 17) :

- zone 1 = confluence Restonica à confluence Vecchio (17,2 km),
- zone 2 = confluence Vecchio au barrage de Cardiccia (11,0 km),
- zone 3 = barrage de Cardiccia à confluence Corsiglièse (12,2 km).

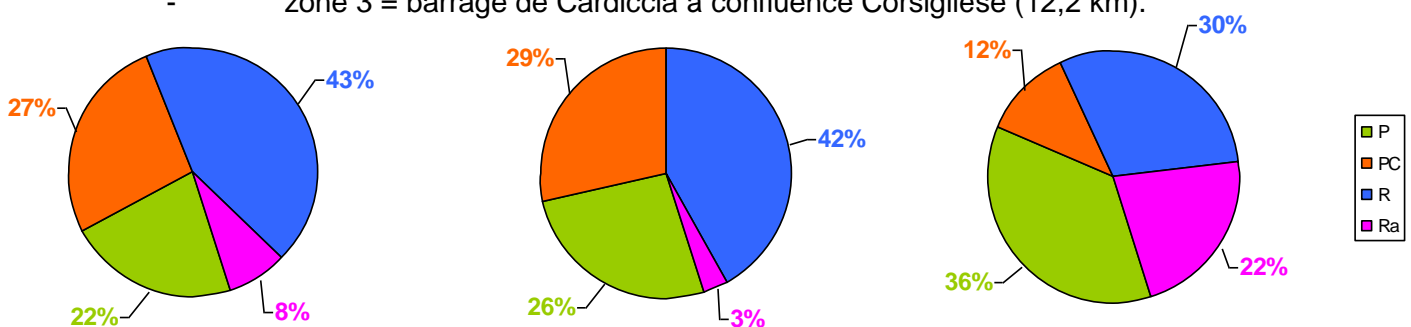


Figure 17 : Proportion des faciès d'écoulement sur les zones 1, 2 et 3 (de gauche à droite) du Tavignano (P= pool ; PC= plat courant ; R= radier ; Ra= Rapide)

Sur la zone 1, le faciès radier (43%) est le plus représenté avec le faciès plat courant (27%). Le faciès rapide (8%) se concentre sur la partie amont de la zone, partie la plus pentue en aval de la confluence avec la Restonica. La zone 1 est caractérisée par une succession importante des faciès, particularité liée à la pente moyenne plus importante que pour les zones 2 et 3. Ainsi, le faciès pool est relativement peu représenté en linéaire du fait de la faible taille des différents pools. Cette zone est également marquée par de longs faciès type plat courant où la lame d'eau est relativement faible et répartie de façon homogène sur toute la largeur du cours d'eau (en moyenne 15 mètres). Enfin, on rencontre sur cette zone amont de nombreux passages avec un dénivelé prononcé posant potentiellement problème pour le franchissement des aloses, en particulier si le débit est faible (épaisseur de la lame d'eau, turbulences) (Figure 18).



Figure 18 : Dénivelé naturel sur la zone 1. Franchissement ALF difficile par faible débit. MRM

Sur la zone 2, la pente moyenne s'adoucit et le débit est conforté par les eaux froides et translucides du Vecchio. Hormis un petit secteur de gorges sur la partie aval de la zone, on ne rencontre pas de faciès rapide (3%). La longueur de chaque faciès est plus importante que sur la zone 1 et le profil en travers est plus doux et plus large (environ 20 à 25 mètres). Le faciès radier est toujours dominant, mais la proportion du faciès pool augmente par rapport à la zone 1, notamment dans la partie aval du secteur qui subit l'influence de la retenue de Cardiccia.

La zone 3 est marquée par une représentativité forte du faciès rapide (22%) liée à la longue zone de gorges localisée dans la partie médiane de cette zone. Dans ce secteur très encaissé, le profil en travers change littéralement pour devenir très étroit (5 à 10m) et encaissé. L'aération des écoulements est importante et certains dénivelés naturels sont marqués. En amont et en aval de ce secteur, le profil en travers est plus étalé (25 à 35 m) et le profil longitudinal laisse la part belle aux faciès de type pool (36%).

2.1.2 Description des habitats favorables à l'Alose

2.1.2.1 Description par secteur

L'analyse des faciès par zone a permis d'effectuer une première lecture du profil du fleuve et de ses caractéristiques hydromorphologiques. Pour l'hydrobiologiste, l'intérêt est d'aller au-delà de cette description physique en attribuant des fonctions biologiques et écologiques à ces unités. Concernant l'Alose et sa reproduction, différents travaux ont permis de comprendre quels facteurs interviennent dans le déterminisme du choix des sites de frai par les géniteurs, déterminisme qui conditionne *in fine* le bon développement des ovocytes, la survie des jeunes stades et donc la pérennité de l'espèce (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1986 ; Boisneau *et al.*, 1990 ; Sabatié, 1993 ; Belaud *et al.*, 2001).

Il a été décrit précédemment la typologie d'une frayère naturelle au regard des paramètres physiques tels que la bathymétrie, la courantologie et la granulométrie. Dans sa globalité, une frayère type d'alose se résume par une succession d'une fin de pool (zone de reproduction) et d'une tête de radier (ou de plat courant) où les œufs vont se déposer gravitairement entre les interstices du substrat, grossier de préférence.

Lors des prospections, chaque zone se rapprochant de cette description a été géoréférencée et sa surface a été estimée (Largeur moyenne x longueur). Après bancarisation, ces données ont été reportées sur des supports cartographiques pour localiser secteur par secteur le potentiel d'accueil du fleuve. Dans un souci de lisibilité pour le lecteur, la zone d'étude a été divisée en 7 secteurs (3 secteurs sur la zone 1 ; 2 secteurs sur la zone 2 et 2 secteurs sur la zone 3) (Figure 19). Sur chaque carte, on distingue ainsi les différents faciès, les zones potentielles pour la reproduction et la surface qu'elles représentent (figures 20, 23, 24, 27, 28, 31 et 33).

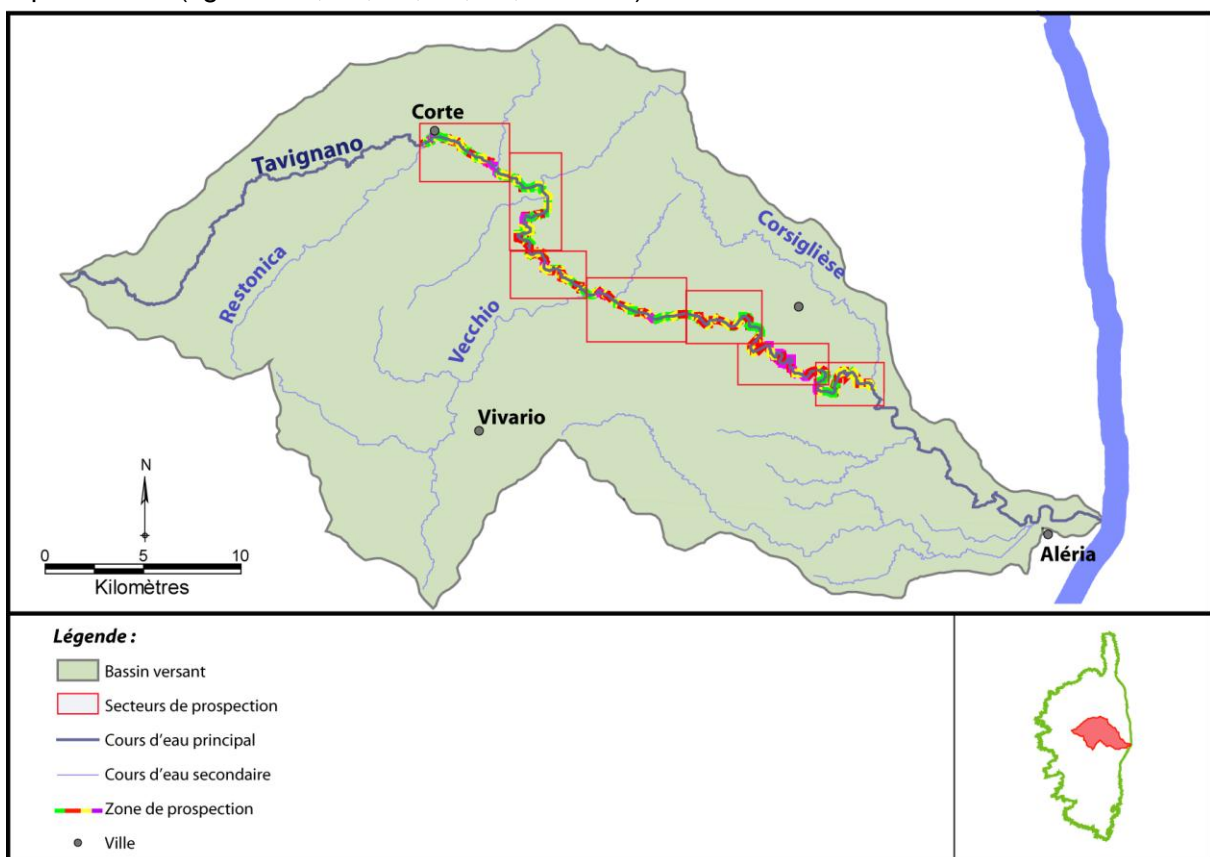
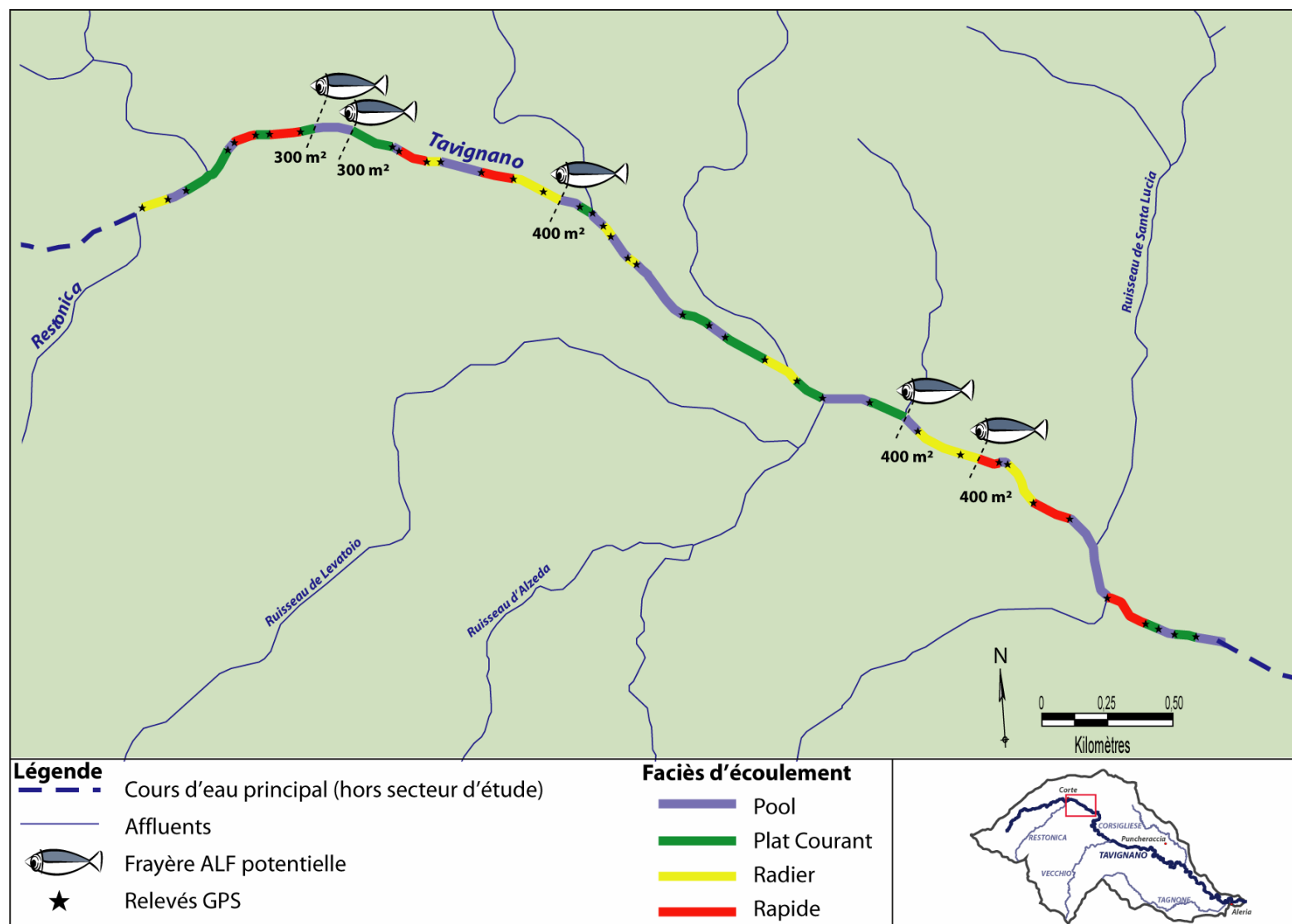


Figure 19 : Localisation de la zone de prospection et des sous secteurs cartographiés. MRM

Ce travail cartographique permet ainsi de confronter la richesse habitationnelle des différents secteurs et donc de localiser précisément les zones à enjeux pour l'Alose sur le bassin du Tavignano.

Sur le secteur le plus amont, secteur 1-1 long de 5,0 km, 5 frayères potentielles ont été recensées (Figure 20) pour une surface potentielle d'accueil de l'ordre de 1 800 m². Ce secteur est caractérisé par une pente moyenne forte (+/- 16 ‰) et un profil en travers étroit (+/- 15 m). Il est ainsi logiquement représenté par des faciès lotiques de type rapide et radier (Figure 21). La longueur de chaque faciès est courte et on observe ainsi une succession importante des différents faciès. Les pools sont caractérisés par une faible longueur (50/60 m), une profondeur moyenne faible (1,5 m) et une vitesse moyenne assez élevée (60 à 80 cm/s). Du fait de ces caractéristiques hydromorphologiques, le secteur 1-1 offre relativement peu de zones favorables à la reproduction. Les 5 zones favorables identifiées sont de faible superficie en lien avec la succession rapide des faciès d'écoulement (moyenne de 360 m²).



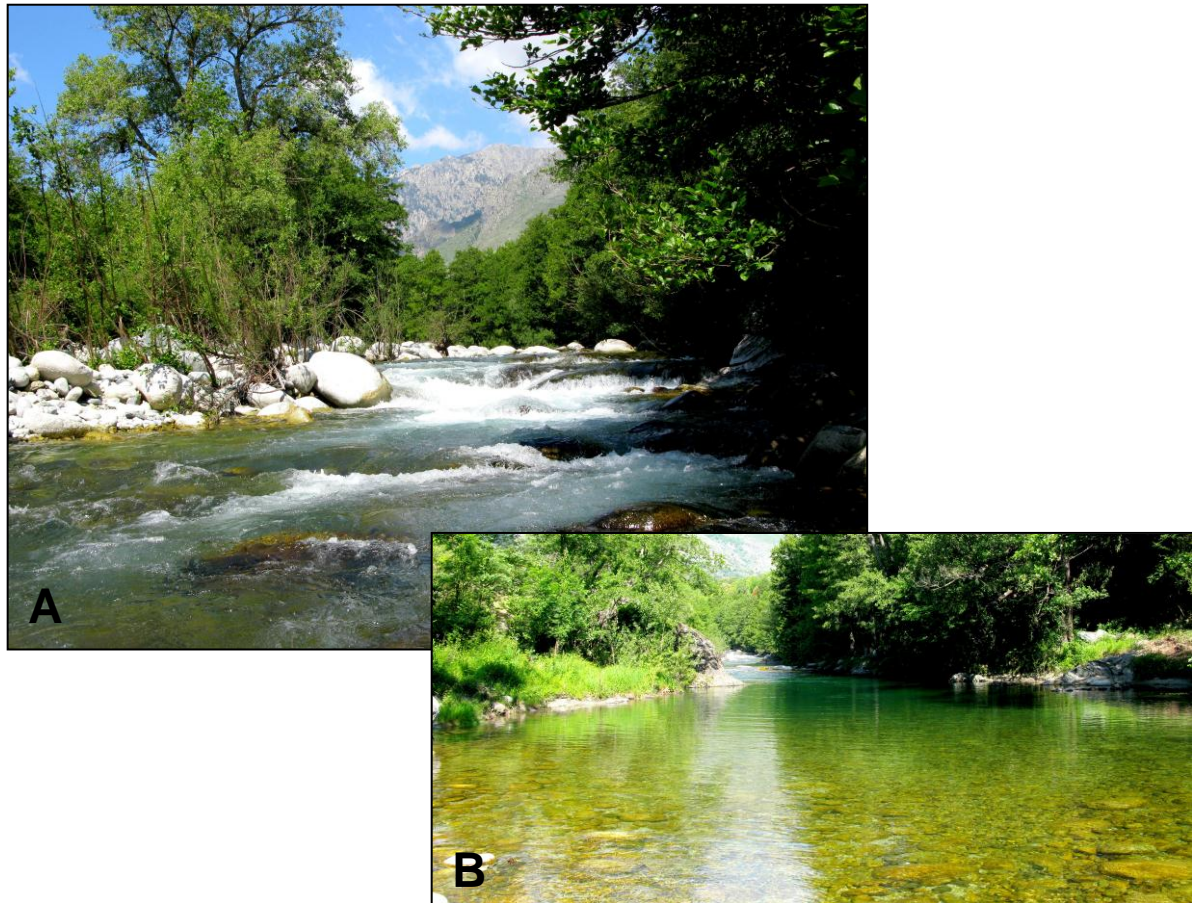


Figure 21 : Faciès lotique de type rapide (A). Transition Pool/Radier, zone potentielle favorable à l'Alose (B). MRM – 02/06/2010

Le secteur 1-2, long de 6,7 km, possède une pente nettement plus faible que le secteur amont (en moyenne 10‰). En parallèle, le profil en travers est plus large ce qui induit une diminution globale de la lame d'eau et une nette augmentation en linéaire du faciès de type plat courant. On observe ainsi sur la Figure 23 de longues successions lotiques de radiers et de plats courants. Sur ces faciès, la hauteur de lame d'eau, les vitesses d'écoulement et la granulométrie sont relativement homogènes (Figure 22) : <50 cm, >100 cm/s, galet + bloc. En l'absence de rupture du profil en long, les pools sont très peu représentés. On recense seulement 3 zones potentiellement favorables à la reproduction de l'Alose. A l'image du secteur 1-1, la superficie moyenne de ces zones est faible (365 m²).



Figure 22 : Faciès représentatif du secteur 1-2. MRM – 02/06/2010

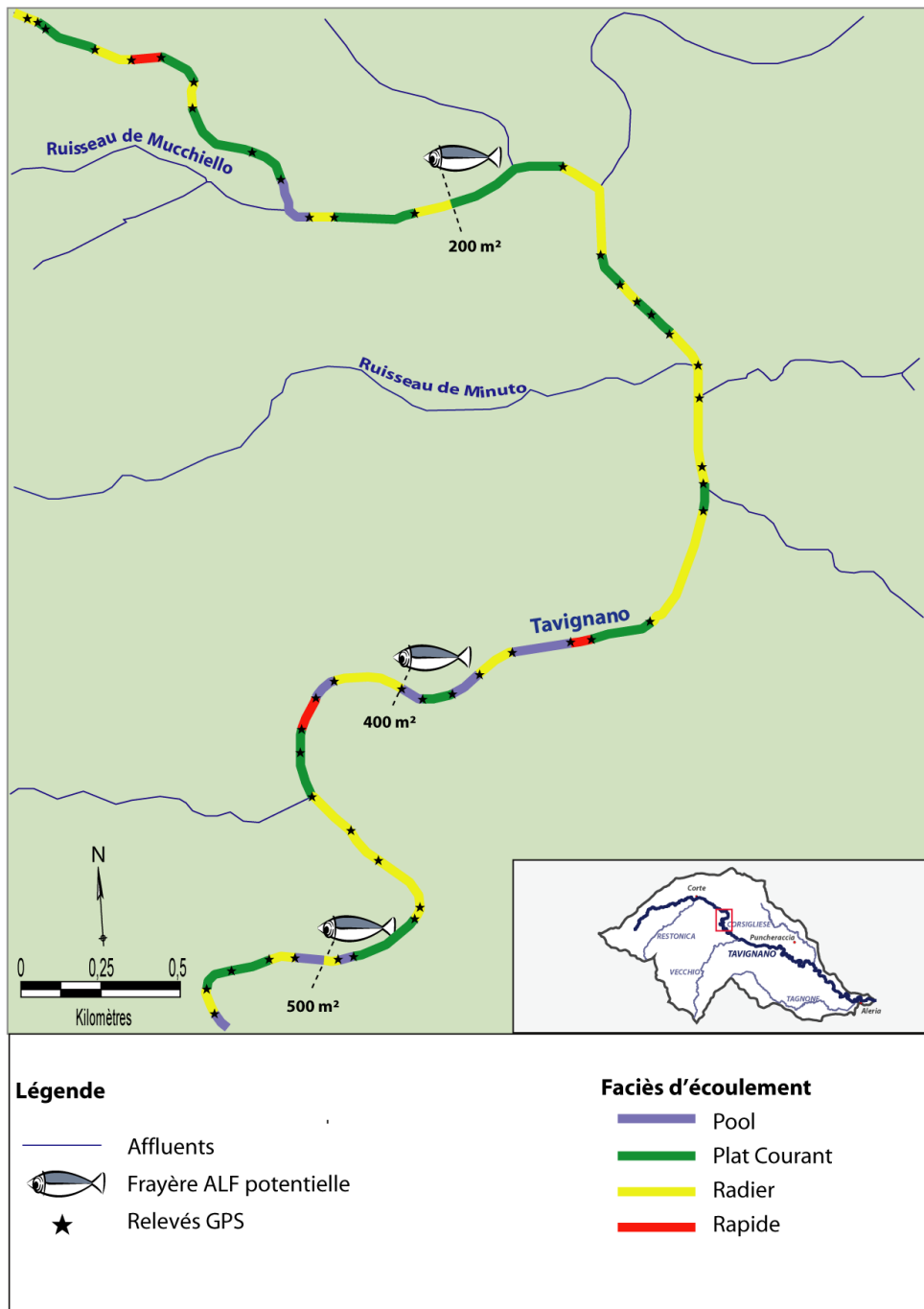


Figure 23 : Répartition des faciès d'écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l'Alose sur le Tavignano. Secteur 1-2. BD Carthage© / MRM

Le secteur 1-3 possède une pente moyenne de 10‰ et une longueur totale de 5,5 km. Le profil en travers est plus étroit que sur le secteur 1-2 et les ruptures de pente sont plus marquées. On observe ainsi une nette diminution des plats courants et à l'inverse une nette augmentation des transitions pools/radiers. Du fait de la pente, la longueur de chaque faciès reste réduite mais les pools sont plus marqués que sur le secteur 1-1. Ces caractéristiques offrent de nombreux habitats favorables à la reproduction des aloses. 10 frayères potentielles ont été identifiées (Figure 24). Leur superficie moyenne est en augmentation par rapport à celles observées sur les deux secteurs amont (470 m²). Ce secteur représente la première zone à fort potentiel pour l'Alose observée depuis l'amont de la zone d'étude (Corte).

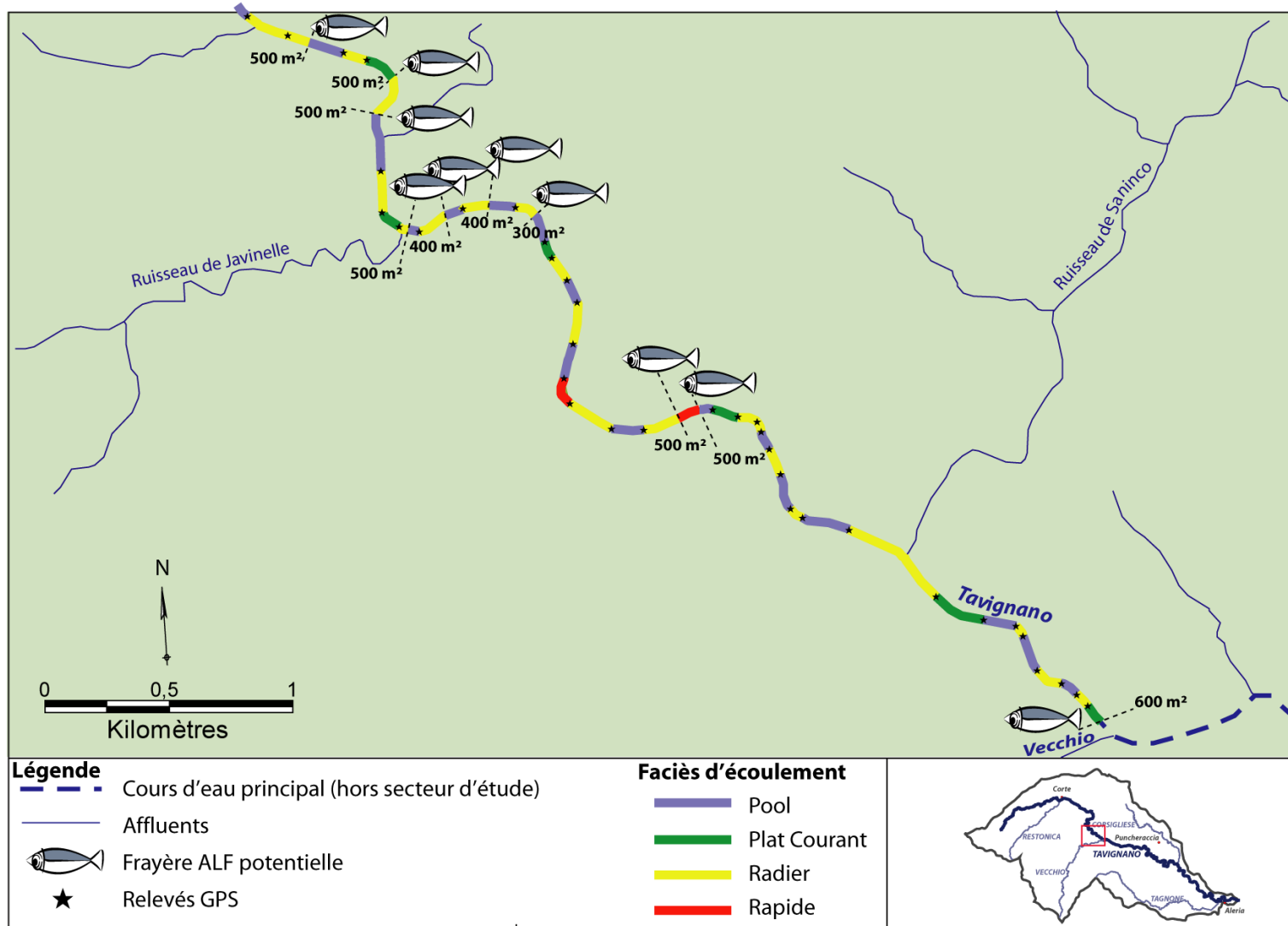


Figure 24 : Répartition des faciès d'écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l'Alose sur le Tavignano. Secteur 1-3. BD Carthage© / MRM

Le secteur 2-1 marque une nette différence avec les trois premiers secteurs : une pente moyenne nettement plus faible (7‰) et une hydrologie plus importante liée aux apports conséquents du Vecchio (affluent rive droite). Ce secteur 2-1 est assez court (4,9 km) mais on y recense 5 zones potentielles favorables à l'Alose (Figure 27), qui par les modifications hydromorphologiques sus-citées, se caractérisent par une superficie nettement supérieure à celles observées en amont (720 m²) (Figure 25).



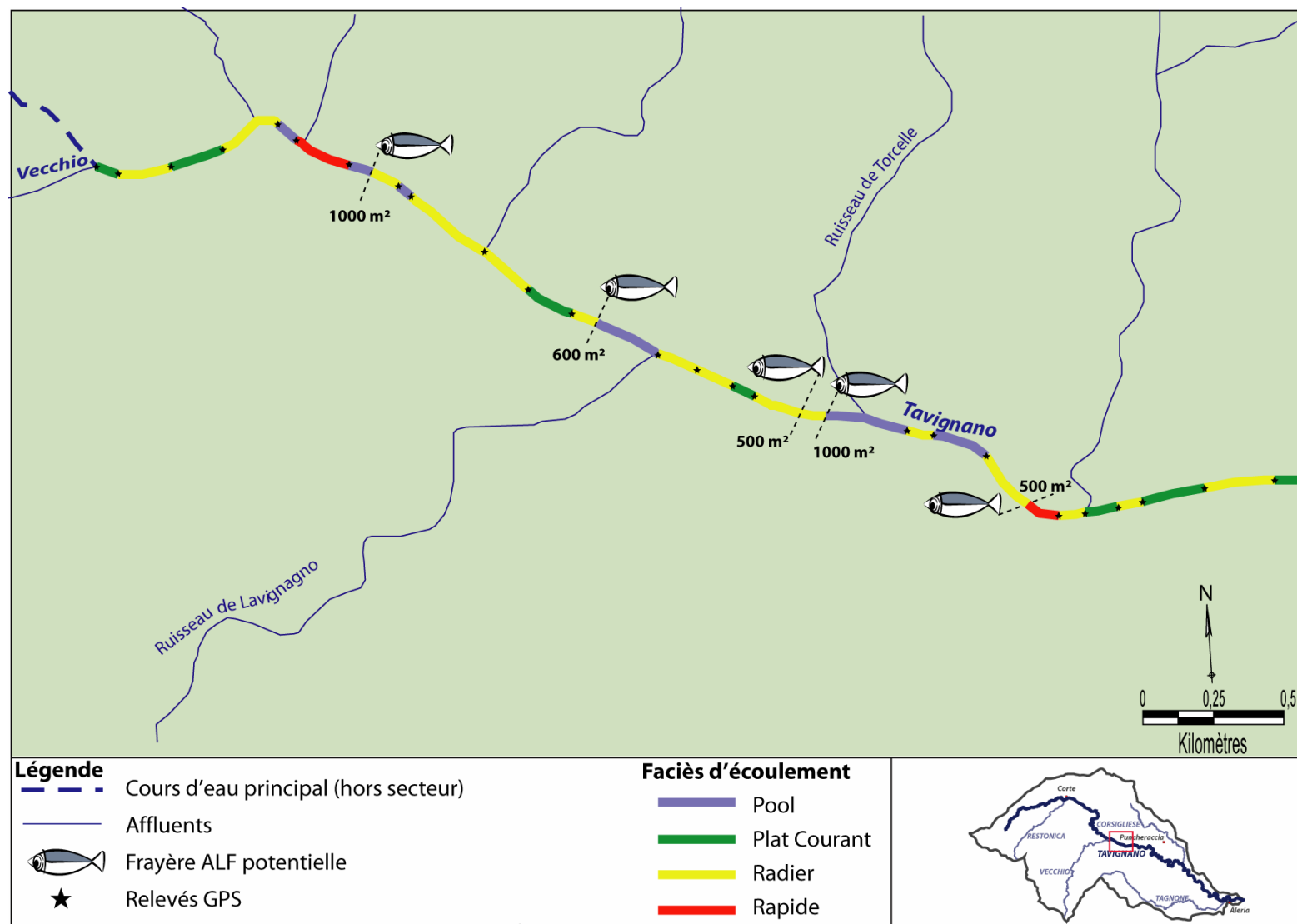
Figure 25 : Large zone d'habitat favorable à l'Alose sur le secteur 2-1. MRM – 31/05/2010

Le secteur 2-2, long de 6,1 km, possède un profil identique à celui du secteur 2-1, à l'exception de son extrémité aval influencée par la microcentrale de Cardiccia (Figure 26). Ce secteur est localisé dans une partie relativement ouverte du bassin versant (en termes topographique). Le profil en travers est donc relativement large sur tous les secteurs (25/30 m) et on observe une succession régulière de radiers et de pools. Les longueurs de chaque faciès sont globalement supérieures (entre 100 et 250 m) ce qui offre de larges zones favorables à la reproduction au niveau des transitions pools/radiers. 11 zones favorables ont ainsi été identifiées pour une surface potentielle totale de 12 900 m² (Figure 28).

La rupture du profil en long engendré par le barrage de Cardiccia se traduit par un plan d'eau homogène de 950 m de long. En se référant à la cartographie du linéaire amont, ce plan d'eau induit une perte directe en habitat pour la reproduction évaluée à environ 2 000 m². Toutefois, nous ne disposons pas de données topographiques après la construction de l'ouvrage qui permettraient d'évaluer l'influence de Cardiccia sur le profil en long (en principe, diminution de la pente en amont et augmentation en aval).



Figure 26 : Zone lenticque aval du secteur 2-2 influencée par le barrage de Cardiccia. MRM – 01/06/2010



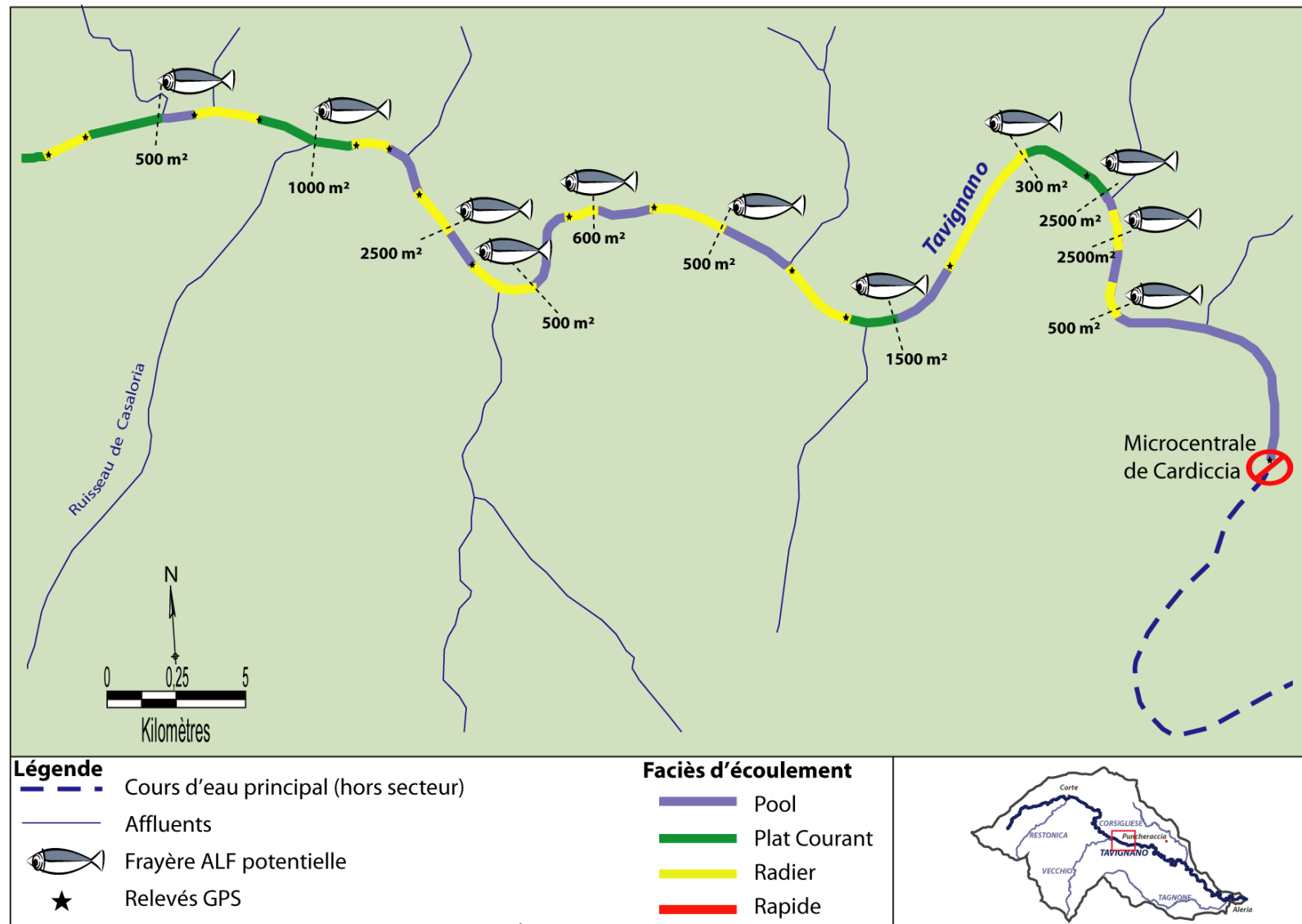


Figure 28 : Répartition des faciès d'écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l'Alose sur le Tavignano. Secteur 2-2. BD Carthage© / MRM

Le secteur 3-1, long de 7,9 km est caractérisé par la présence en limite amont du barrage de Cardiccia puis d'une longue zone de gorges (3 km) expliquant une pente moyenne plus élevée que sur le secteur 3-1 (9‰). Il est difficile d'apprécier l'impact du barrage sur l'hydromorphologie du Tavignano (profil en long, profil en travers, débits liquides et solides...) dans la mesure où cela exige des investigations de terrain poussées qui sortent du cadre de cette étude. Toutefois, il est possible d'observer que l'influence du barrage sur les faciès d'écoulement à l'aval (longueur du remous) semble se limiter à la fosse de dissipation de l'ouvrage. Des signes d'érosion progressive sont observables sur les berges mais la granulométrie apparaît similaire à celle observée sur le bief amont. Le lit apparaît incisé mais dans cette zone de gorges encaissées, il est délicat d'en déduire une conséquence directe de l'ouvrage de Cardiccia.

En tout état de cause, on observe dès l'aval du barrage, une succession de faciès morphodynamiques représentative de ce qui a été observé sur les secteurs amont (pool, plat courant, radier, rapide). Jusqu'à l'entrée des gorges, soit un linéaire de 1,5 km, on observe des transitions pools/radiers de très bonne qualité pour la reproduction de l'Alose (Figure 29). 9 frayères ont été recensées sur ce faible linéaire (Figure 31). Plus en aval, le profil en travers est plus étroit et très encaissé. Dans certaines parties, la largeur du fleuve ne dépasse pas 5 mètres (Figure 30).



Figure 29 : Zone favorable à la reproduction sur l'amont du secteur 3-1

La zone de gorges est majoritairement caractérisée par le faciès rapide et le faciès pool. Les pools sont très profonds et les vitesses de surface sont élevées. L'aération des veines d'eau est forte dans les zones de rapide et on enregistre plusieurs petites ruptures naturelles de pente qui paraissent ne pas poser de problème majeur vis-à-vis du franchissement de l'Alose. Logiquement, cette zone encaissée offre peu zones favorables à la reproduction de l'Alose (on en recense tout de même 6 sur 3 km).



Figure 30 : Profil étroit du Tavignano dans la zone de gorges. MRM – 03/06/2010

Dès la sortie des gorges, le profil en travers est plus étalé et les faciès de type rapide laissent la place aux radiers. On retrouve un profil similaire à celui observé en amont du secteur avec de nombreuses et vastes zones favorables à la reproduction de l'Alose : 6 frayères recensées pour une surface cumulée de 8 800 m².

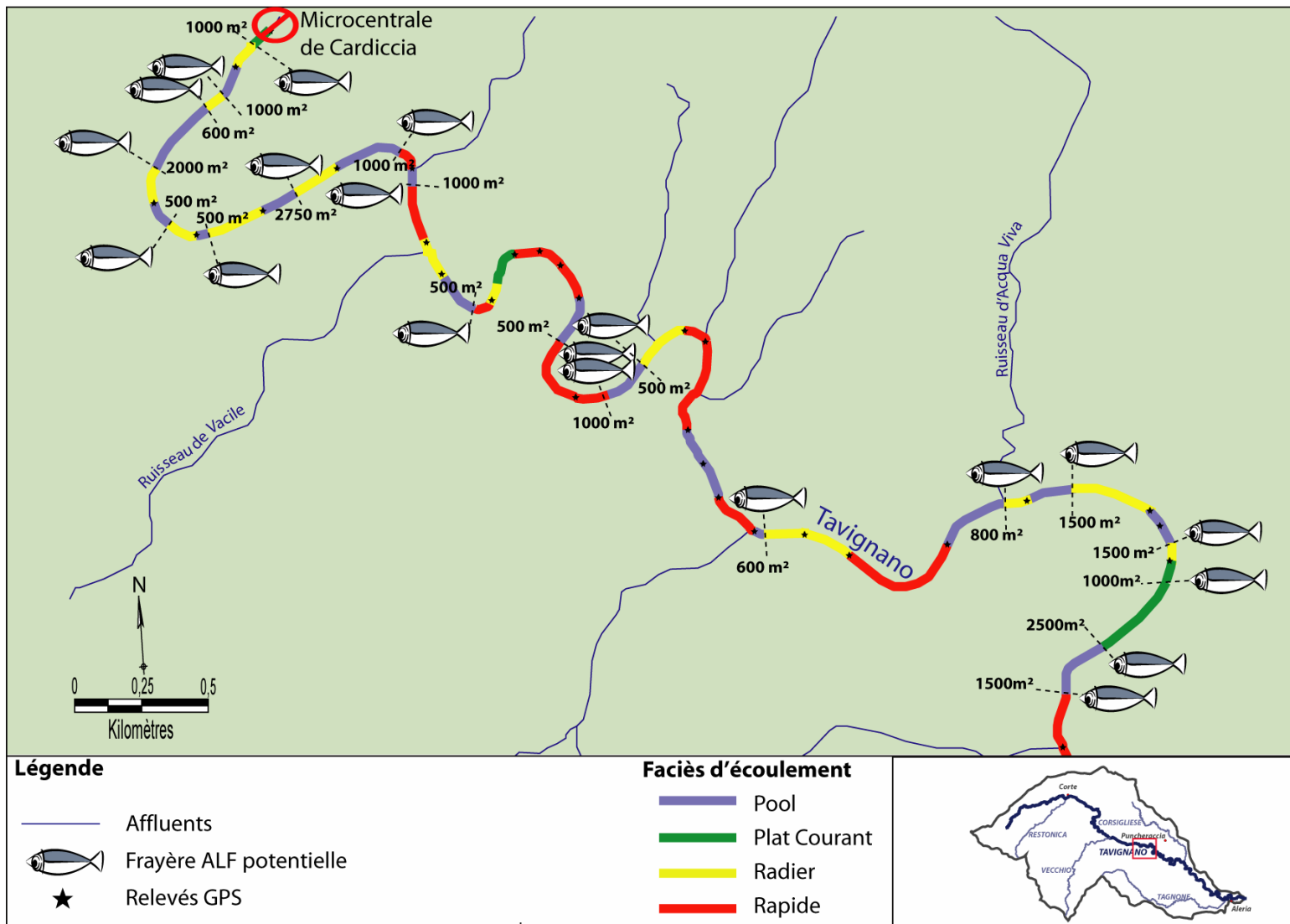


Figure 31 : Répartition des faciès d'écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l'Alose sur le Tavignano. Secteur 3-1. BD Carthage© / MRM

Le secteur 3-2, long de 4,3 km, est le secteur cartographié le plus aval. Il se caractérise par une pente moyenne de 6‰, la plus faible observée entre les différents secteurs, un profil en travers plus large et plus ouvert lié à une ouverture progressive du bassin versant sur la plaine orientale. Ce secteur offre encore un potentiel important en termes de zones potentielles pour la reproduction des aloses (13 frayères potentielles recensées pour une surface cumulée de 12 400 m²) (Figure 33). Toutefois, il a été observé sur ces zones des vitesses d'écoulement plus faible (30 à 50 cm/s) et une granulométrie dominante de moindre qualité (augmentation de la représentativité des éléments fins) (Figure 32). Sur ce secteur, on note également la présence de longs faciès lenticulaires susceptibles d'accueillir ponctuellement des juvéniles d'alooses, leur offrant des zones de nourricerie idéales.



Figure 32 : Transition Pool/Radier caractéristique sur le secteur 3-2. MRM – 03/06/2010

Par ses caractéristiques hydromorphologiques contrastées avec les secteurs amont, le secteur 3-2 révèle d'avantage d'habitats favorables aux juvéniles et présente des habitats pour la reproduction de moindre qualité (appréciation *de visu* uniquement). C'est d'ailleurs sur ce même secteur que des bancs d'aloosons ont été observés en 2007 et 2008 (Mattei et Deroche, 2009).

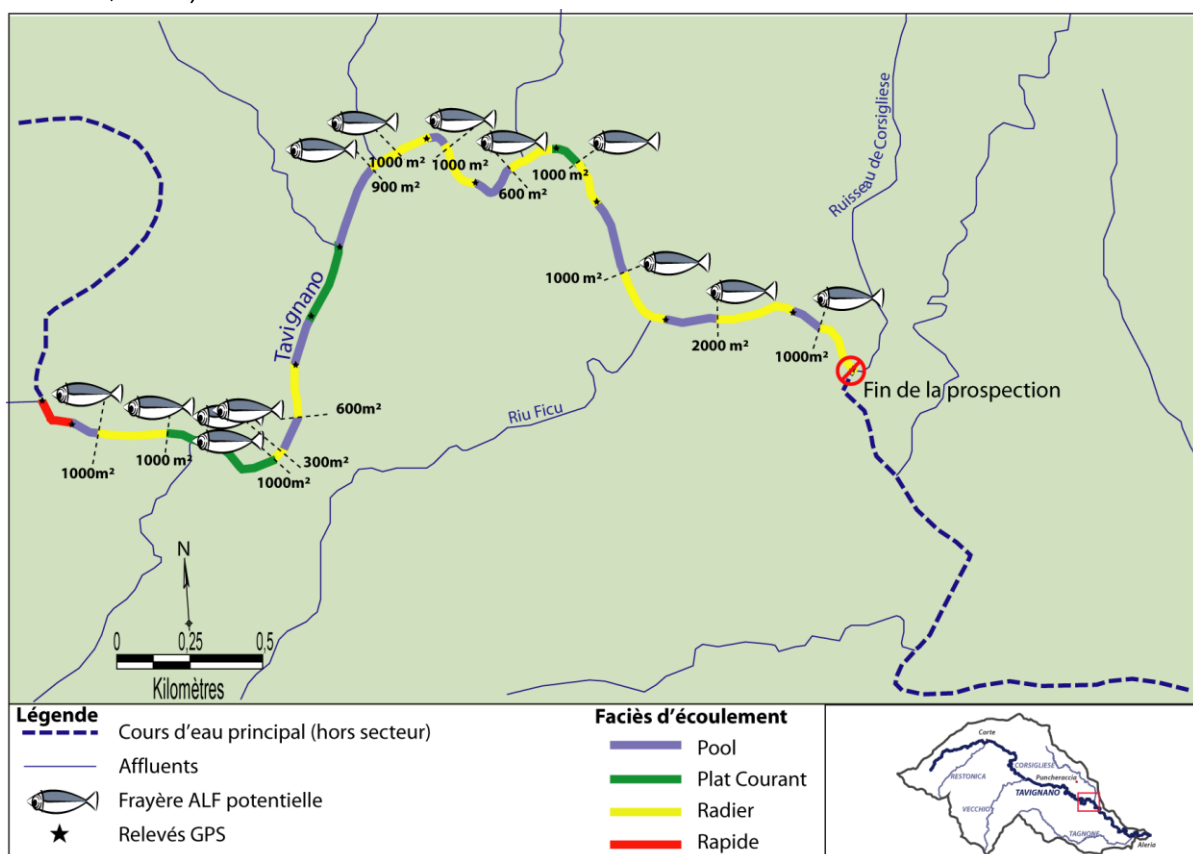


Figure 33 : Répartition des faciès d'écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l'Alose sur le Tavignano. Secteur 3-2. BD Carthage© / MRM

2.1.2.2 Synthèse tous secteurs

Le Tableau 4 synthétise les principaux résultats par secteurs issus du précédent travail cartographique. Pour comparer les secteurs entre eux, la richesse habitationnelle a été ramenée au kilomètre linéaire de cours d'eau et exprimée de façon qualitative et quantitative.

	Linéaire (Km)	N Frayère	S Frayère (m ²)	N Frayère / km linéaire	S Frayère (m ²) / km linéaire
Secteur 1-1	5,0	5	1 800	1,00	360
Secteur 1-2	6,7	3	1 100	0,45	164
Secteur 1-3	5,5	10	4 700	1,82	855
Secteur 2-1	4,9	5	3 600	1,02	735
Secteur 2-2	6,1	11	12 900	1,80	2 115
Secteur 3-1	7,9	20	21 750	2,53	2 753
Secteur 3-2	4,3	13	12 400	3,02	2 884

Tableau 4 : Linéaire et habitats favorables à la reproduction de l'Alose par secteur d'étude

‰ Il est ainsi possible d'observer une nette différence entre les secteurs, *a fortiori* lorsque la richesse en habitats est exprimée en surface. Afin d'expliquer et d'interpréter ces différences, il est important de tenir compte de la pente moyenne naturelle, paramètre déterminant de l'hydromorphologie du fleuve et par conséquent des types d'habitats qui le composent. Pour ce faire, nous avons utilisé le seul relevé du profil en long disponible, celui de l'IGN réalisés en 1961. Il aurait été souhaitable d'utiliser un profil en long plus récent et intégrant notamment le barrage de Cardiccia. En l'absence de données contemporaines, il est impossible de connaître les modifications du profil en long présenté ici liées à l'édification de cet ouvrage. Les données de pentes moyennes calculées et utilisées dans ce document doivent donc être interprétées en tenant compte de ce biais, notamment pour les secteurs 2-2 et 3-1 situées en amont et aval immédiat de Cardiccia (Figure 34).

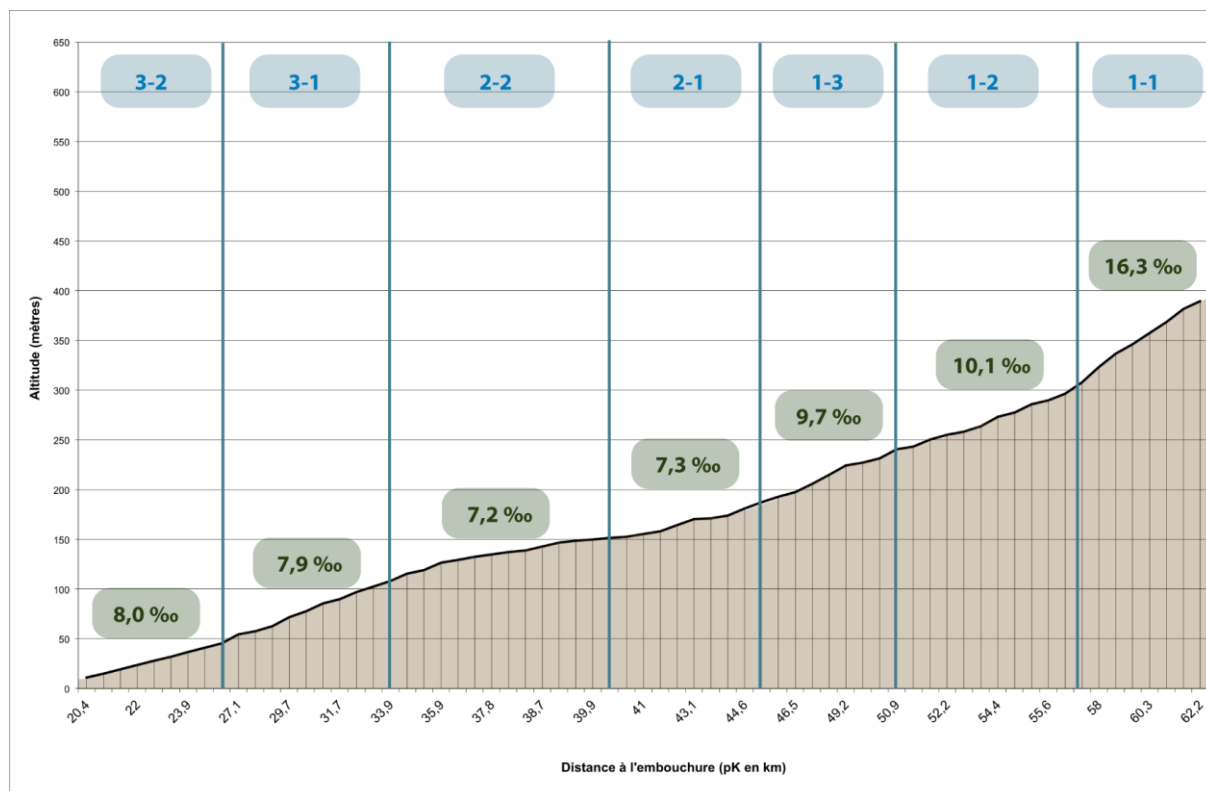


Figure 34 : Profil en long du Tavignano sur la zone d'étude (Corte à la confluence avec le Corsiglièse). IGN 1961 / MRM

Selon le profil en long levé par l'IGN, la pente moyenne sur la zone d'étude est de 9,4 ‰. Les pentes moyennes calculées par secteur sont globalement décroissantes d'amont en aval avec une certaine homogénéité entre les secteurs 2-2, 3-1 et 3-2.

Il est par ailleurs intéressant de comparer les surfaces en frayère potentielle au kilomètre linéaire de cours d'eau par secteurs aux pentes moyennes calculées sur ces mêmes secteurs (Figure 35).

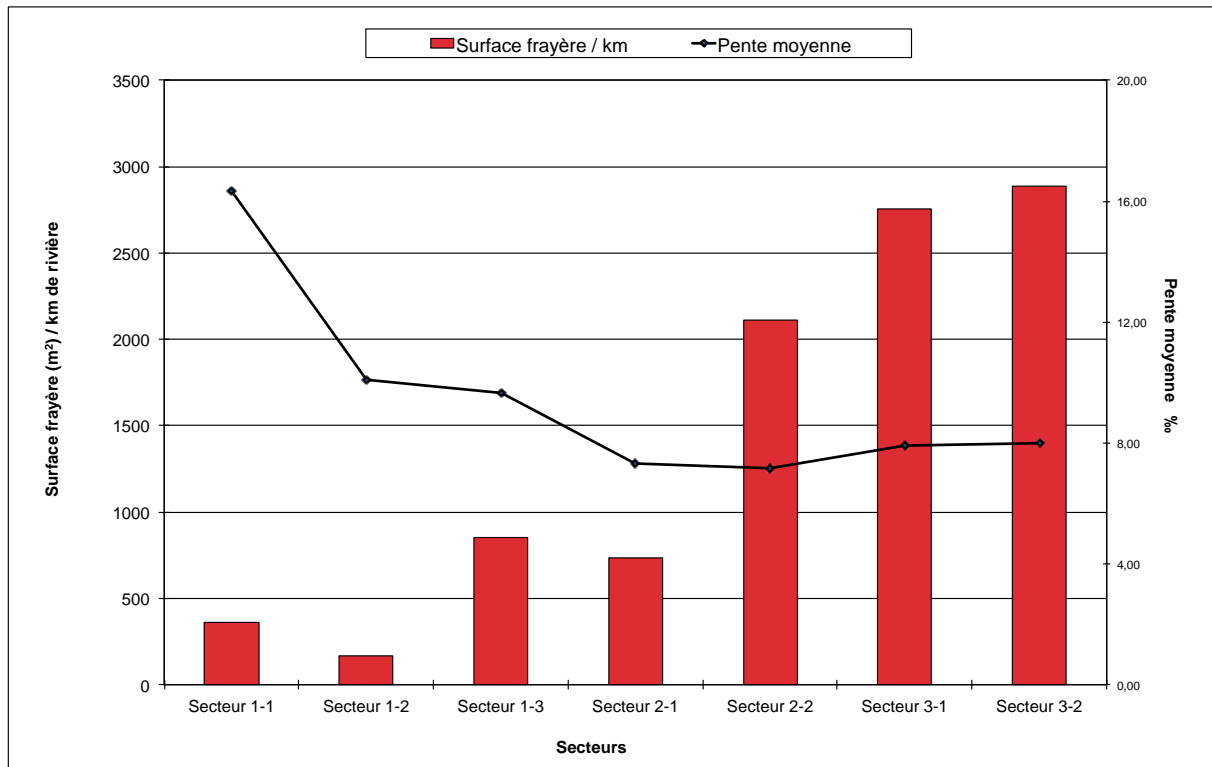


Figure 35 : Surfaces en frayère potentielle au kilomètre linéaire de cours d'eau et pente moyenne sur chaque secteur (amont-aval)

On observe ainsi une augmentation de la surface en frayère potentielle lorsque la pente moyenne diminue. En effet, les deux secteurs les plus amont disposent des surfaces en frayère potentielle les plus faibles et à l'opposé les pentes moyennes les plus élevées. Cette relation s'explique par le lien entre la pente du cours d'eau et son profil hydromorphologique. Ainsi, l'habitat caractéristique de l'Alose est d'avantage rencontré lorsque la pente se situe dans une tranche comprise entre 6 et 9‰.

La pente n'est évidemment pas le seul paramètre à prendre en compte dans la comparaison des différents secteurs. En effet, la notion de richesse habitationnelle a jusqu'ici été abordée essentiellement de façon quantitative (surface en habitats). Il est également nécessaire de se soucier de la qualité de ces habitats au regard des *preferenda* de l'espèce étudiée. En particulier, nous avons vu précédemment que les habitats observés sur le secteur 3-2 possédaient des caractéristiques physiques limitantes, notamment en termes de vitesses et de classe de granulométrie dominante. Si ce secteur constitue un enjeu fort en termes d'habitats disponibles pour la reproduction, il en est peut-être tout autre dans une approche qualitative.

2.1.2.3 Comparaison amont/aval

Le barrage de Cardiccia, situé à 34 kilomètres de l'embouchure est un obstacle total à la colonisation du bassin amont par les aloses. Situé au centre du bassin versant, il provoque donc une scission du fleuve en deux parties et prive les aloses d'un linéaire conséquent (absence d'obstacles à la migration en amont jusqu'à la limite historique de colonisation identifiée au niveau de Corte).

Toutefois, dans l'objectif d'évaluer précisément l'impact de Cardiccia sur les potentialités d'accueil du fleuve, il est nécessaire de se munir d'éléments de réponse détaillés.

Ainsi nous proposons de compiler les données relevées sur les secteurs présentés avant selon la simple dichotomie « amont Cardiccia » et « aval Cardiccia ». Le Tableau 5 présente alors la richesse habitationale recensée sur ces deux zones. Les données sont exprimées en nombre de zones potentielles et en surfaces totale et moyenne. Afin de comparer objectivement les zones amont et aval, ces 3 indicateurs sont ramenés au kilomètre linéaire de cours d'eau.

	Linéaire (Km)	N Frayère	S Frayère (m ²)	N Frayère / km linéaire	S Frayère (m ²) / km linéaire
AMONT	28,2	34	24 100	1,21	855
AVAL	12,2	33	34 150	2,70	2 799

Tableau 5 : Comparaison de la richesse en habitats favorables à la reproduction de l'Alose identifiés sur le Tavignano en amont et en aval de Cardiccia

Il est tout d'abord intéressant de remarquer qu'a été recensé un nombre presque similaire de sites favorables potentiels à l'amont et à l'aval de l'ouvrage infranchissable. Cette première information révèle tout d'abord la grande richesse écologique du fleuve et confirme que l'ouvrage de Cardiccia se situe bien au centre de la zone à enjeux.

Toutefois, lorsque l'on considère la surface cumulée totale en habitats favorables, on s'aperçoit qu'il existe une disparité importante entre l'amont et l'aval de Cardiccia. Aussi la disponibilité en habitats à l'aval de Cardiccia est supérieure à celle amont de 10 050 m². Cette disparité est d'autant plus marquée lorsque les indicateurs « habitats » sont ramenés au kilomètre linéaire. En effet, le nombre de frayères et leur surface totale recensés au kilomètre sont plus de deux fois supérieurs à l'aval de l'ouvrage de Cardiccia.

En l'état actuel du contexte migratoire, les aloses semblent donc disposer d'une quantité importante d'habitats favorables à la reproduction. Toutefois, il est indispensable d'associer à cette approche des données sur la qualité des paramètres physiques qui caractérisent les sites recensés en amont et en aval de Cardiccia. En effet, il est probable que le barrage ait un impact sur la qualité physique des habitats observés à l'aval. De la même façon, les caractéristiques physiques naturelles des sites identifiés évoluent de l'amont vers l'aval. On peut donc vraisemblablement s'attendre à des différences de qualité des habitats entre l'amont et l'aval de l'obstacle. Ces notions sont capitales car elles conditionnent de façon directe le succès de la reproduction des aloses et donc la production du fleuve en juvéniles viables et robustes.

2.2 Description qualitative des habitats favorables à l'Alose

De nombreux travaux ont été menés en Europe et aux Etats-Unis sur le déterminisme de reproduction des espèces du genre *Alosa*. Sur certains bassins peu anthropisés, il a notamment été possible de caractériser les différents paramètres physiques d'une frayère naturelle type. Trois paramètres sont utilisés pour décrire et identifier les frayères d'aloses : la bathymétrie, la granulométrie et la courantologie.

Concernant l'Alose feinte du Rhône, les travaux sur l'espèce sont plus récents et se sont essentiellement déroulés en milieu perturbé (présence d'obstacles à la migration). De ce fait, les paramètres physiques caractéristiques d'une frayère naturelle sont assez mal connus. Toutefois, l'Alose feinte du Rhône possédant de nombreuses similarités avec l'espèce Atlantique (*Alosa alosa*), il est pertinent d'utiliser les résultats des travaux menés sur ladite espèce. Les analyses présentées ci-après se basent donc essentiellement sur les *preferenda* écologiques de *Alosa alosa*.

4 frayères potentielles ont été étudiées dont 2 en aval et 2 en amont du barrage de Cardiccia. Des représentations cartographiques présentent la répartition spatiale et surfacique des paramètres vitesse, profondeur et granulométrie ainsi qu'un système de notation basé sur les exigences écologiques de l'Alose. Enfin, une carte de synthèse de ces trois paramètres conclut sur la qualité globale de chaque frayère.

2.2.1 Description des paramètres par frayère

Le Tableau 6 présente les principales caractéristiques des 4 frayères cartographiées en 2010. 2 sites ont été étudiés en amont de l'ouvrage de Cardiccia et 2 sites à l'aval (Figure 36). Le choix des sites a été réalisé après la réalisation de la prospection en canoë et selon différents critères : accessibilité, qualité relative à dire d'expert, dimensions... Malgré la volonté initiale de cartographier des surfaces de frayères homogènes, les contraintes de terrain ont limité dans certains cas la possibilité d'effectuer la totalité des transects souhaitée (hauteur d'eau ou vitesses du courant trop élevés). A noter que les frayères aval sont relativement proches l'une de l'autre. Ce choix a été motivé par l'intérêt de cartographier la frayère sur laquelle une reproduction effective a été observée par le passé (Langon *et al.*, 1999) et de se concentrer sur les sites favorables situés les plus proches de la zone de blocage des géniteurs.

	Frayère Amont 1	Frayère Amont 2	Frayère Aval 1	Frayère Aval 2
pK (km)	42,57	38,55	33,79	33,57
Surface totale (m ²)	836	476	349	380
Nombre de transects	8	5	4	5
Nombre de points de mesures	111	64	52	51

Tableau 6 : Principales caractéristiques des 4 frayères cartographiées

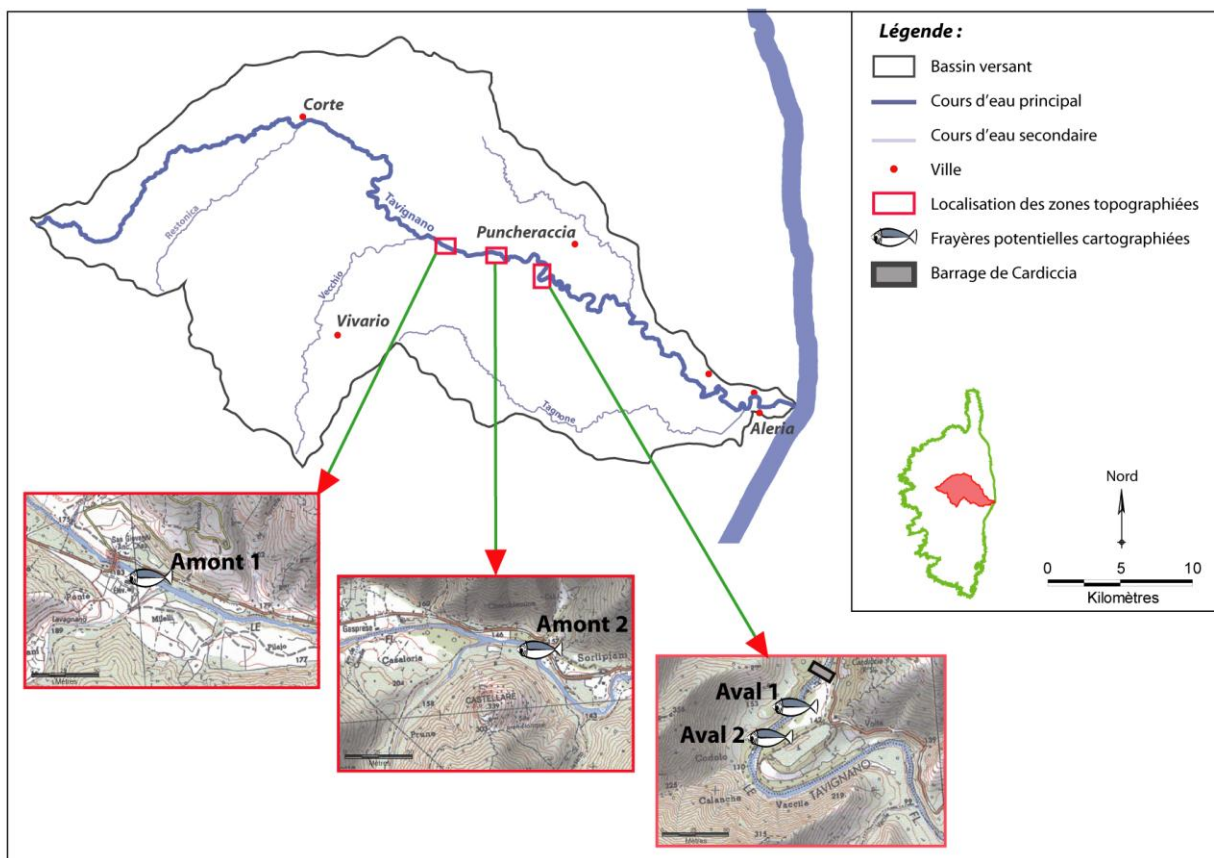


Figure 36 : Localisation géographique des frayères cartographiées sur le Tavignano. IGN/MRM

2.2.1.1 Frayère Amont 1

La frayère Amont 1 se caractérise par une vitesse moyenne des écoulements relativement faible au regard des *preferenda* théoriques de l'Alose avec une moyenne de 60 cm/s. Les gammes de vitesses supérieures à 100 cm/s sont très peu représentées et se concentrent uniquement sur l'extrémité aval de la frayère (Figure 37).

La granulométrie est très diversifiée sur la frayère puisque on observe une répartition des surfaces assez homogène entre les classes granulométriques (Figure 38). On distingue une séparation amont/aval assez nette dans la répartition de cette granulométrie avec les classes de faible taille concentrées sur l'amont de la frayère (transects 1 à 4). La granulométrie grossière, composée en majorité de galets est bien représentée et offre un support de pont de qualité sur la partie aval de la frayère, zone susceptible de recevoir les œufs après leur expulsion par les femelles et leur sédimentation progressive dans la colonne d'eau.

Concernant la bathymétrie, la profondeur moyenne sur cette frayère est élevée (entre 90 et 110 cm) avec une concentration des hauteurs d'eau les plus importantes en rive gauche et sur l'amont de la frayère. Sur la zone potentielle de dépôt des œufs (transects 7 et 8), les hauteurs sont plus faibles, de l'ordre de 40 à 70 cm avec un profil en travers en forme de V.

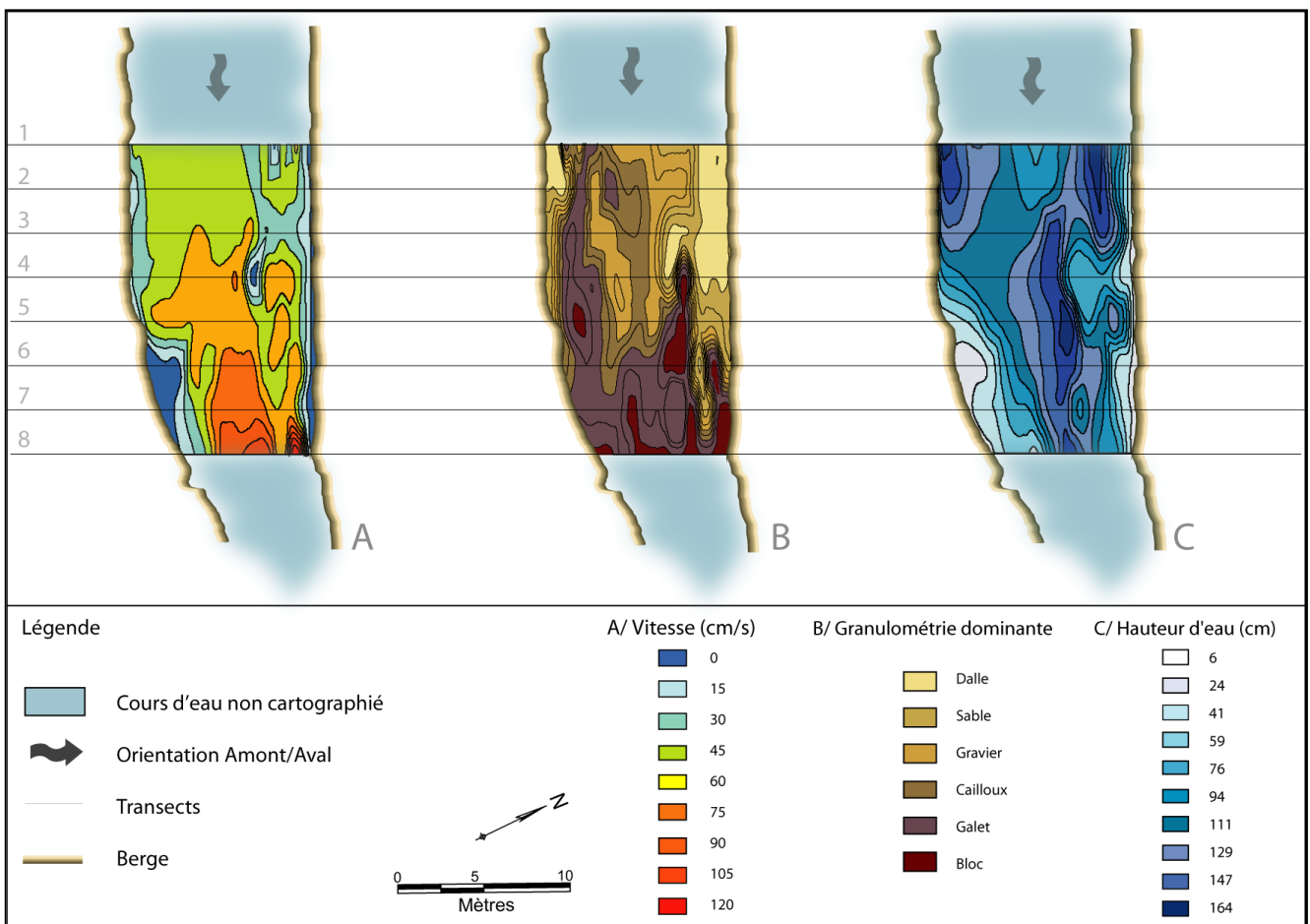


Figure 37 : Cartographie détaillée de la frayère Amont 1. MRM

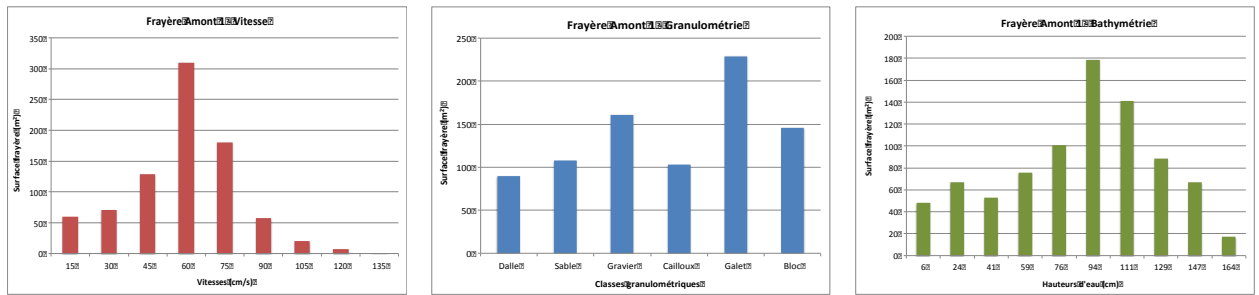


Figure 38 : Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Amont 1

2.2.1.2 Frayère Amont 2

La frayère Amont 2 se caractérise également par des vitesses moyennes assez faibles avec une prédominance des gammes de l'ordre de 50 à 60 cm/s. Contrairement à la Frayère Amont 1, les vitesses maximales n'excèdent pas 100cm/s, y compris dans la zone d'accélération située à l'aval de la frayère et caractérisant la tête de radier. On observe toutefois une large répartition des gammes 50 à 70 cm/s dans une veine d'eau concentrée au centre de la frayère. A l'aval, ces gammes gagnent la quasi totalité de la largeur du lit mouillée (Figure 39).

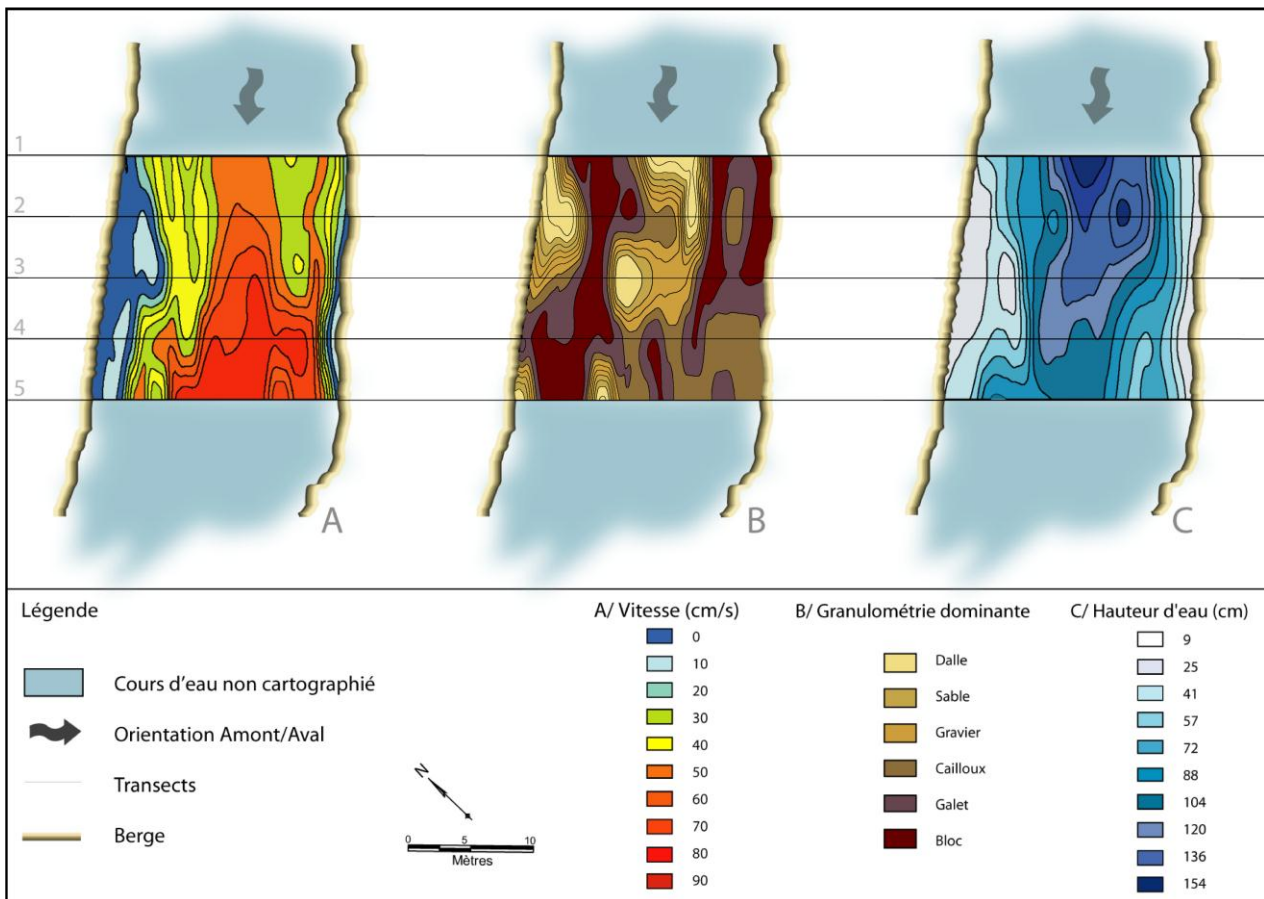


Figure 39 : Cartographie détaillée de la frayère Amont 2. MRM

La granulométrie est nettement dominée par les classes de grosse taille (galets et blocs) qui se concentrent essentiellement en rive droite sur une large bande. Cette zone offre donc une importante zone favorable au développement des produits de la reproduction. Les classes « Dalle » et « Sable » sont peu représentées (Figure 40), notamment en rapport à la frayère précédente.

En termes de hauteurs d'eau, la frayère possède un profil en travers en forme de V centré au milieu du lit mouillé. Les profondeurs sont maximales à l'amont et se réduisent progressivement jusqu'au transect le plus aval. La représentation graphique montre clairement l'évolution progressive amont/aval du faciès pool vers le faciès radier. Cette frayère constitue en ce sens une frayère naturelle type.

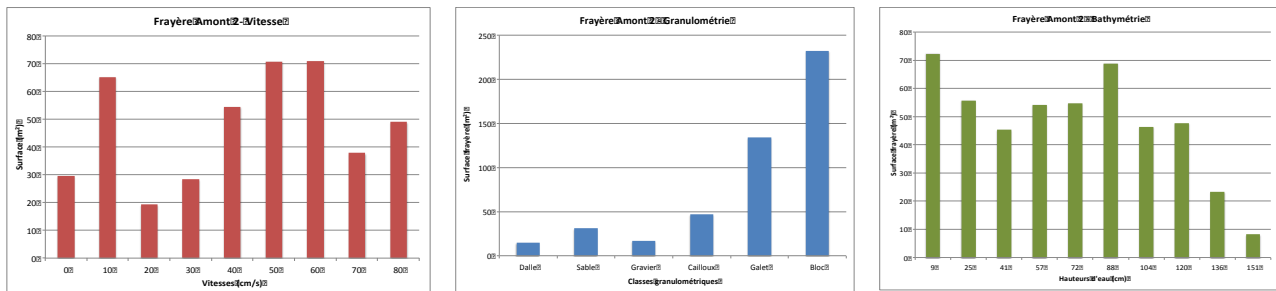


Figure 40 : Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Amont 2

2.2.1.3 Frayère Aval 1

La frayère aval 1 est la première frayère en aval de l'ouvrage de Cardiccia. C'est sur ce site qu'une reproduction effective d'aloses a été observée en 1999 (Langon *et al.*, 1999).

Comme sur les deux précédents sites, la gamme de vitesse la plus représentée sur la frayère est assez faible, de l'ordre de 60 cm/s. Toutefois, on observe une large amplitude des gammes puisqu'on observe une zone d'accélération à l'aval en rive droite avec des vitesses maximales de l'ordre de 110 à 120 cm/s (Figure 41). A l'opposé, l'amont de la frayère et une large bande en rive gauche possèdent des gammes de vitesse inférieures à 60 cm/s et donc peu favorables à la reproduction des aloses et au bon développement des jeunes stades.

A cela correspond également une granulométrie dominée par les classes « dalle » et « sable », supports également peu favorables au succès de la reproduction (Figure 42). On observe toutefois une petite zone de granulométrie grossière concentrée au centre de la frayère, hors de la zone d'accélération sus-citée. Il existe ainsi un fort contraste entre ces observations et celles effectuées sur les frayères amont. Il est fort probable que la présence du barrage quelques centaines de mètres en amont soit à l'origine de cette carence en éléments grossiers (phénomène d'érosion progressive liée à la modification du profil en long).

En termes de bathymétrie, on enregistre une hauteur d'eau moyenne relativement élevée et assez homogène sur l'ensemble des transects. Les hauteurs d'eau importantes sont localisées sur le transect amont et traduisent la fin du pool profond présent en amont de la frayère.

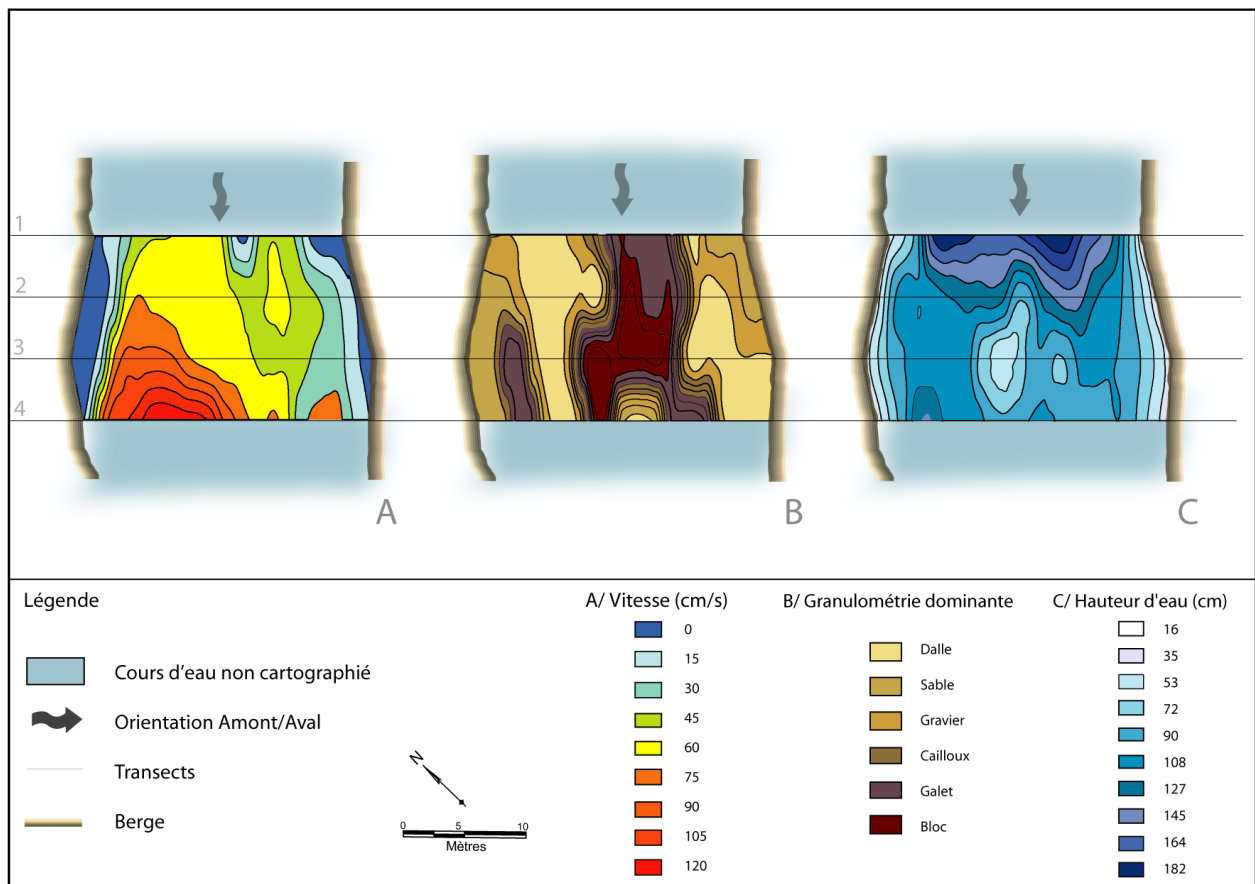


Figure 41 : Cartographie détaillée de la frayère Aval 1. MRM

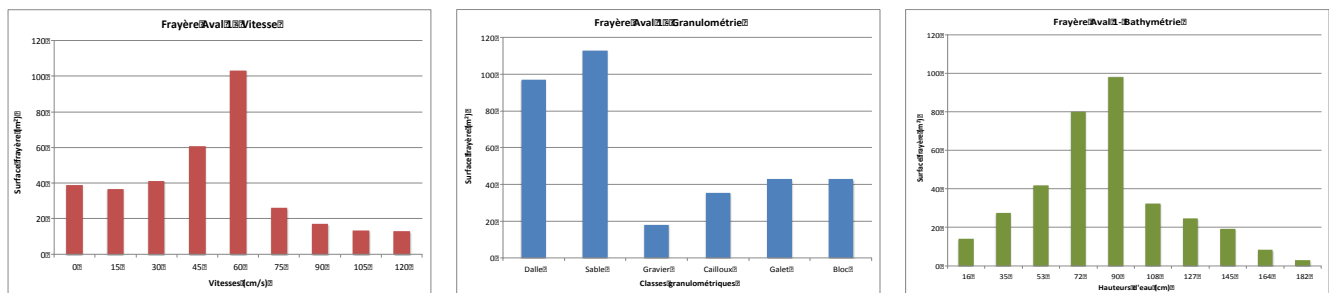


Figure 42 : Surfaces cumulées (m^2) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Aval 1

2.2.1.4 Frayère Aval 2

La courantologie de la frayère aval 2 se caractérise par une concentration des vitesses les plus importantes en rive gauche (Figure 43). Dans une bande d'une largeur de 10 mètres environ, on enregistre ainsi des vitesses moyennes de l'ordre de 70 à 90 cm/s avec une zone d'accélération à l'aval. Cette zone d'accélération est créée par une rupture de pente assez nette qui induit des vitesses d'écoulement élevées, supérieures à 150 cm/s.

La granulométrie est largement dominée par les gammes dites « grossières » (Figure 44) et une large bande de galets se superpose à la bande de vitesses élevées. En marge de cette bande, les galets laissent la place à un substrat plus fin et à la dalle affleurante.

Les hauteurs d'eau suivent une distribution identique avec une bande marquée de hauteur moyenne élevée (110 à 130 cm) en particulier à ses extrémités amont et aval. Le profil en travers prend la forme d'un V nettement décentré en rive gauche.

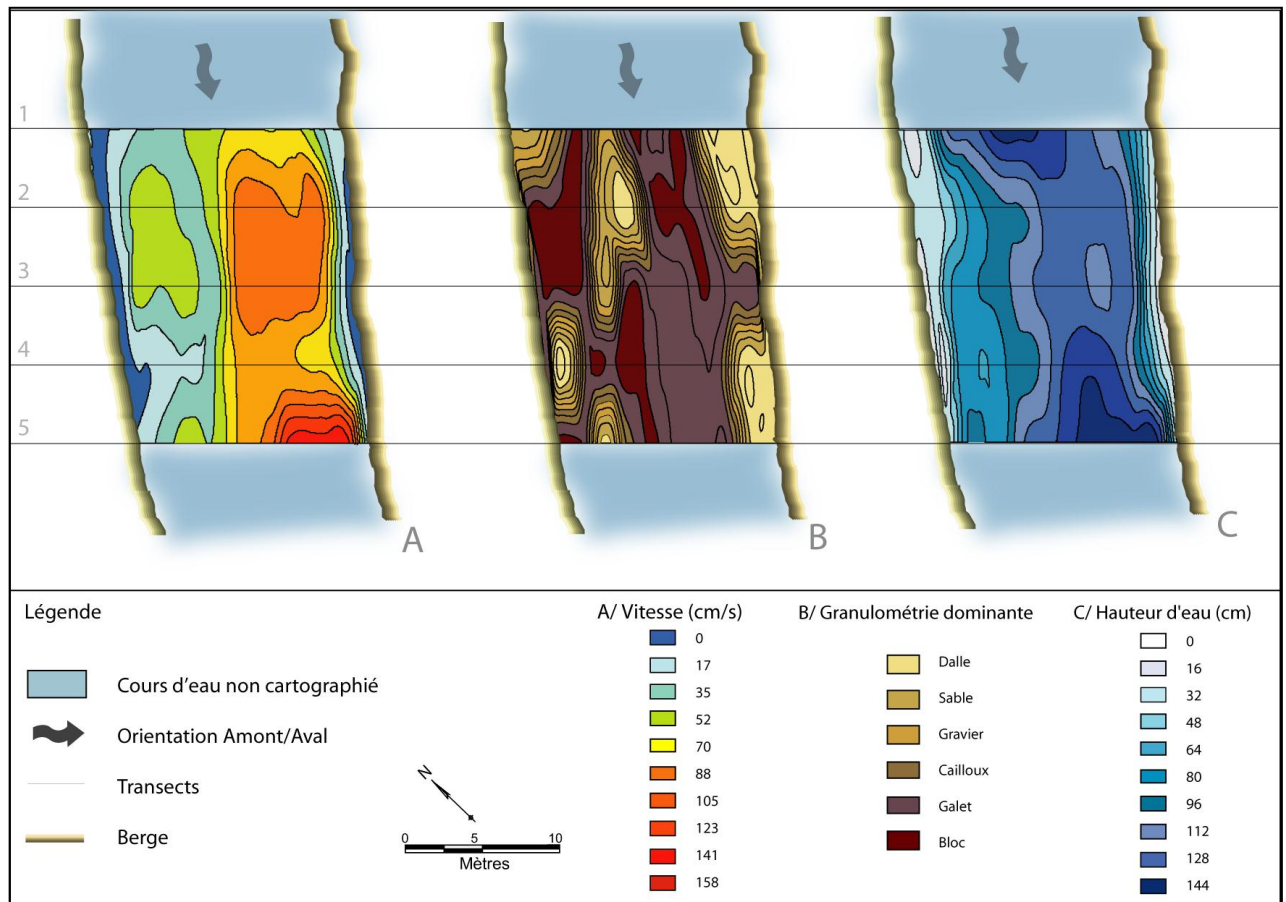


Figure 43 : Cartographie détaillée de la frayère Aval 2. MRM

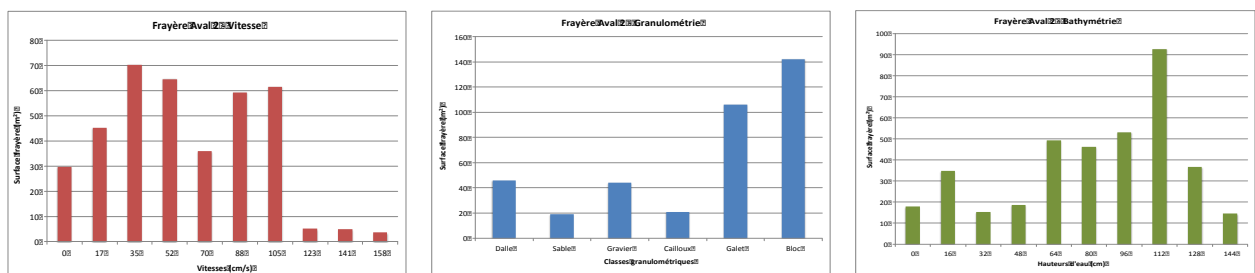


Figure 44 : Surfaces cumulées (m^2) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Aval 2

2.2.2 Résultats de la notation

Le système de notation a pour objectif de simplifier la lecture cartographique de la qualité des frayères étudiées et d'offrir une méthode de comparaison de différents sites potentiels en se référant à des *preferenda* théoriques. Les figures 49 et 50 illustrent donc la répartition spatiale des notes de qualité attribuées à chaque point de mesure en fonction des paramètres « vitesse », « granulométrie » et « bathymétrie ».

La lecture de ces cartes permet ensuite de localiser sur les frayères les zones de meilleure qualité pour la reproduction des géniteurs et le développement des œufs. Elle fournit également l'abondance de ces classes et permet aisément de hiérarchiser les frayères entre elles.

Sur la frayère Amont 1, les classes de haute qualité ont une représentativité surfacique relativement réduite et concentrée entre les transects 7 et 8. Le paramètre limitant se révèle clairement être la vitesse avec une représentativité forte des gammes basses (<60 cm/s). A l'opposé, la granulométrie est plus favorable, notamment sur la zone d'éléments grossiers présente à l'aval.

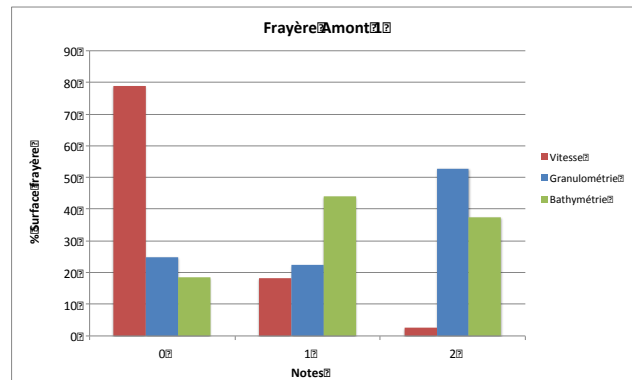


Figure 45 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Amont 1

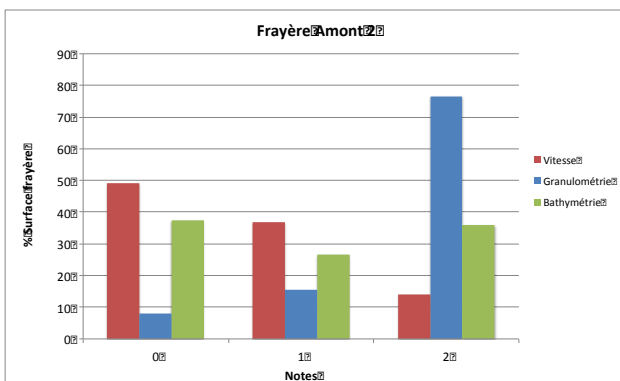


Figure 46 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Amont 2

Sur la frayère Amont 2, on observe une zone concentrant très nettement les classes de meilleure qualité et constituant donc une zone très intéressante pour la reproduction des aloses. On constate toutefois que les vitesses restent assez limitantes avec une classe 2 minoritaire. La granulométrie est elle largement favorable sur l'ensemble de la frayère.

La frayère Aval 1 est nettement dominée par les classes de qualité médiocre à mauvaise à l'exception d'une petite zone en rive gauche entre les transects 3 et 4. Globalement, la vitesse et la granulométrie sont limitantes avec des gammes de vitesses trop faibles ou trop élevées et une granulométrie dominée par les classes « dalles » et « sables ». Cette frayère n'offre donc pas de zone idéale pour la reproduction et *a fortiori* pour le développement embryo-larvaire.

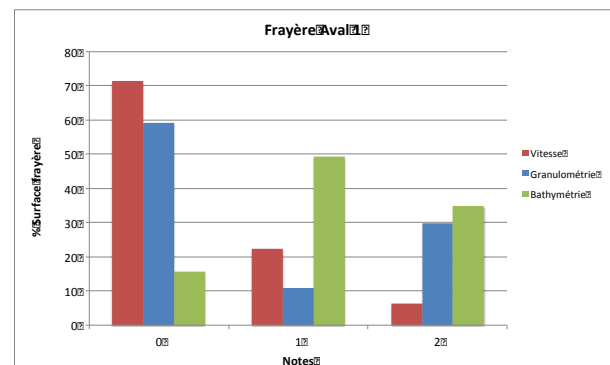


Figure 47 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Aval 1

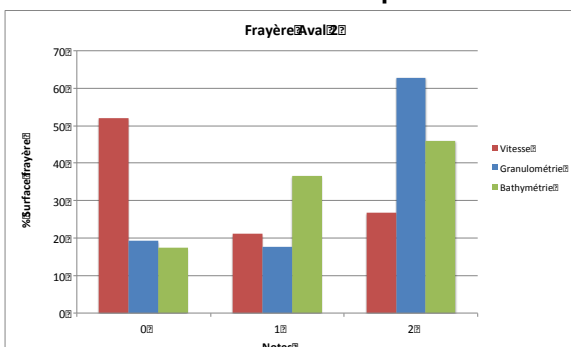


Figure 48 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Aval 2

La frayère Aval 2 contraste nettement de la frayère aval 1. En effet, cette frayère est caractérisée par une large bande amont/aval localisée en rive gauche et représentée par les classes de haute qualité. On observe ainsi une zone d'habitats optimale pour les aloses, tant en termes de vitesses d'écoulement, de granulométrie que de hauteur d'eau.

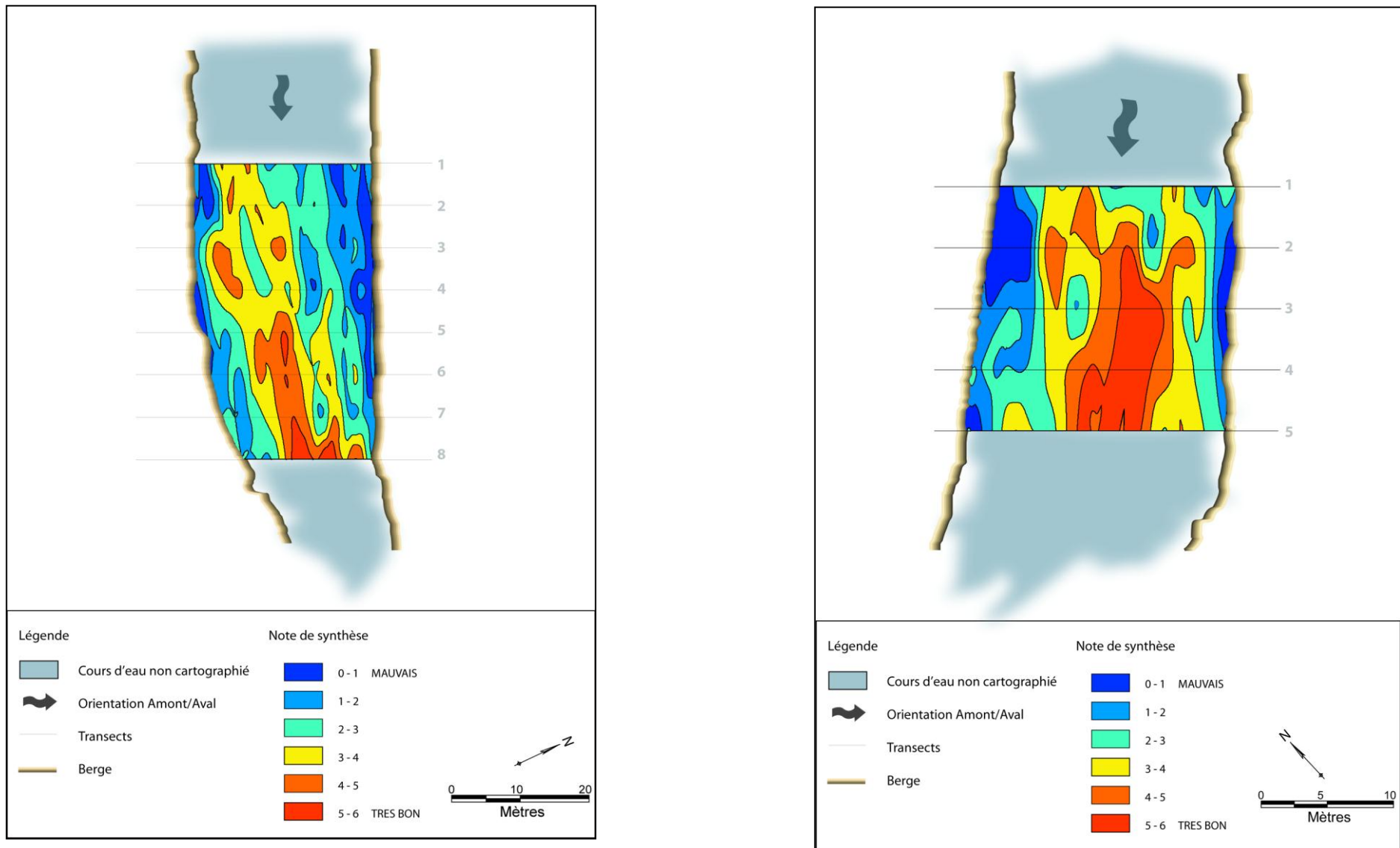


Figure 49 : Cartographie détaillée des frayères potentielles du Tavignano. Résultats du système de notation surs les frayères Amont 1 (gauche) et Amont 2 (droite). MRM

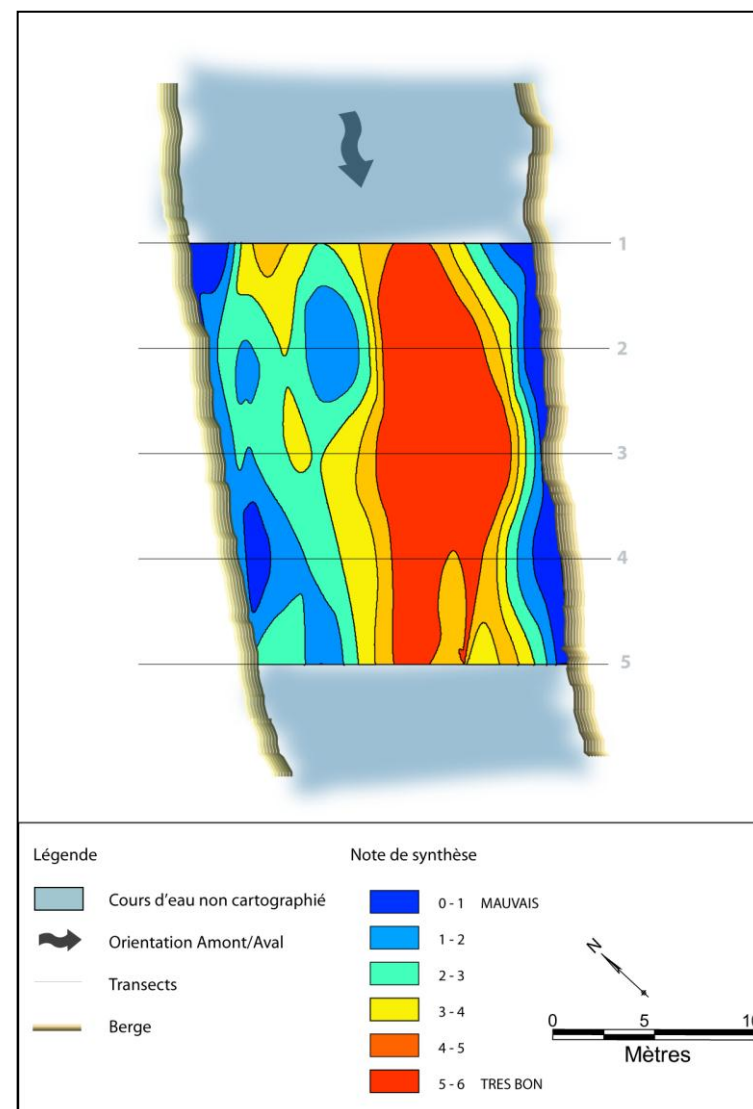
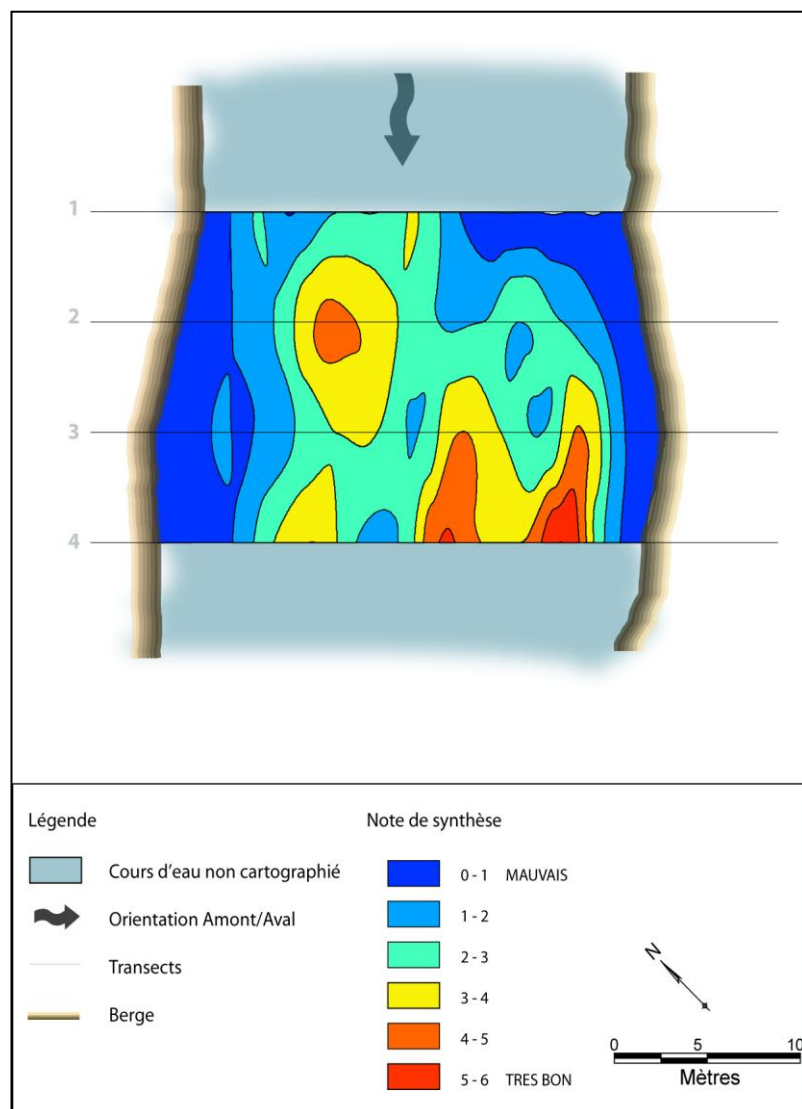


Figure 50 : Cartographie détaillée des frayères potentielles du Tavignano. Résultats du système de notation surs les frayères Aval 1 (gauche) et Aval 2 (droite). MRM

Afin de hiérarchiser les frayères entre elles, la proportion surfacique de chaque classe de qualité a été évaluée sur chacune des frayères (Figure 51). Les frayères considérées comme étant de meilleure qualité sont alors celles présentant les plus fortes proportions des classes de haute qualité.

La figure 51 illustre cette distribution proportionnelle et permet d'établir la hiérarchisation suivante (meilleure qualité vers la plus mauvaise) :

- 1/ Frayère Aval 2,
- 2/ Frayère Amont 2,
- 3/ Frayère Amont 1,
- 4/ Frayère Aval 1.

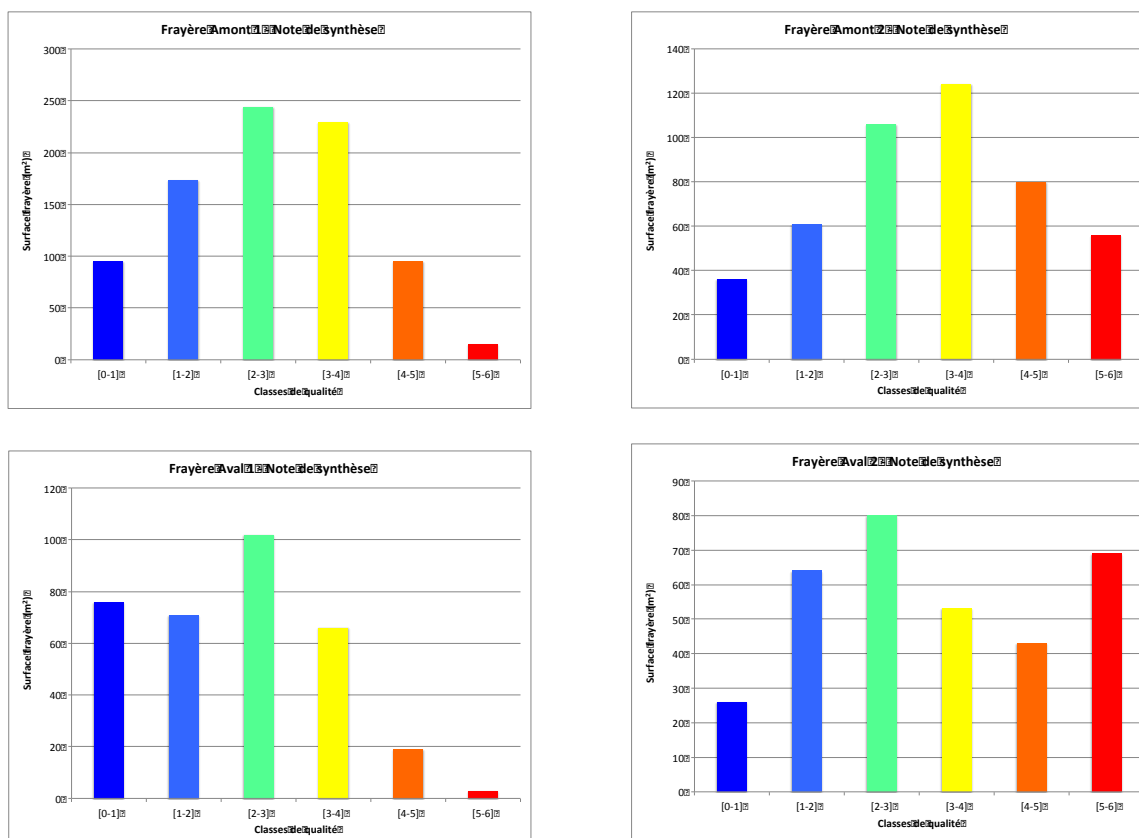


Figure 51 : Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de qualité des frayères Amont 1, Amont 2, Aval 1 et Aval 2

Il n'existe donc pas de disparité nette entre les frayères étudiées à l'amont et celles étudiées à l'aval du barrage de Cardiccia. L'hypothèse de l'existence d'un gradient longitudinal (amont/aval) de la qualité des habitats favorables à l'Alose est en partie rejetée. Toutefois celle d'un impact négatif de Cardiccia sur ces mêmes habitats ne peut être complètement écartée dans la mesure où des investigations complémentaires seraient nécessaires, notamment concernant la qualité granulométrique des supports de ponte à une échelle plus réduite.

Concernant le gradient amont/aval, il serait également nécessaire de réaliser un travail similaire sur des sites localisés plus en amont (secteur 1-3 par exemple) et plus en aval (secteur 3-2) où la variabilité des caractéristiques physiques est probablement plus importante.

2.3 Corrélation des descriptions qualitative et quantitative

Le déploiement de deux méthodes d'expertise à deux échelles différentes s'est révélé efficace et a abouti à des conclusions complémentaires.

Conclusions de la description qualitative :

- fort potentiel écologique du fleuve,
- richesse habitationnelle élevée en amont et en aval du barrage de Cardiccia,
- potentiel d'accueil supérieur à l'aval du barrage mais concentration de ce potentiel sur un faible linéaire,
- richesse habitationnelle inférieure en amont du barrage mais étalée sur un linéaire important. Surface moyenne des frayères potentielles deux fois plus faibles qu'en aval de Cardiccia,
- évolution nette des caractéristiques physiques des frayères de l'amont vers l'aval en rapport avec l'évolution du profil en long du fleuve et de la topographie du bassin versant,
- corrélation entre pente moyenne du fleuve et disponibilité en habitats favorables. Abondance maximum pour une pente de 6 à 7‰.

Conclusions de la description quantitative :

- variabilité importante des caractéristiques physiques entre les frayères et par conséquent de leur qualité au regard des *preferenda* de l'Alose,
- absence de corrélation entre la qualité des frayères et leur situation dans le bassin,
- pas de ségrégation possible entre la qualité des frayères situées à l'amont et à l'aval du barrage de Cardiccia,
- nécessité de travailler plus finement sur la granulométrie pour évaluer plus précisément l'impact de Cardiccia sur la qualité des supports de ponte,
- intérêt à cartographier des sites potentiels en limites amont et aval de la zone d'étude pour mieux apprécier l'évolution de la qualité des frayères selon un gradient amont/aval.

Ainsi, il apparaît assez nettement que la richesse écologique globale du Tavignano pour l'Alose est exceptionnelle. En l'état actuel du contexte migratoire, les aloses ont accès à une quantité importante d'habitats favorables dont la qualité semble contrastée mais offrant globalement des supports de qualité. Il est important de préciser que ces habitats sont relativement concentrés. Une première zone a été localisée entre la limite amont de la plaine orientale (+/- confluence avec le Corsiglièse) et la limite aval de la zone de gorges (linéaire de 6 km environ). Sur cette zone, le potentiel en habitats est conséquent mais il a été observé des paramètres physiques limitants, notamment en termes de vitesses d'écoulement et de granulométrie dominante. Une seconde zone a été localisée entre la limite amont de la zone de gorges et l'ouvrage de Cardiccia (linéaire de 1,5 km environ) sur laquelle se concentrent des habitats de qualité correspondant globalement aux *preferenda* théoriques de l'Alose.

Ces détails relativisent la richesse habitationnelle actuellement disponible pour les aloses dans la mesure où le potentiel le plus favorable se concentre sur un linéaire réduit. On relativise d'autant plus lorsque l'on sait qu'en amont de l'obstacle, ce sont 34 sites potentiels qui ont été recensés sur plus de 25 km de cours d'eau. La qualité des frayères disponibles à l'amont est indéniable, en relation avec l'évolution de la morphologie du fleuve selon un gradient amont/aval. Ainsi, si les frayères les plus amont sont de plus petite superficie que celles en aval de Cardiccia, elles possèdent néanmoins des supports de ponte de grande qualité (taille moyenne des éléments composant le substrat), caractérisés par un faible colmatage.

A cette étape de la réflexion, il devient indispensable de disposer de données plus précises sur la population d'aloses et notamment : le nombre de géniteurs colonisant le fleuve, le comportement des géniteurs lors du blocage au droit de Cardiccia et l'utilisation des habitats pour la reproduction.

Ces données permettraient d'évaluer la répartition des géniteurs sur le linéaire aval de Cardiccia et de mesurer le niveau d'utilisation des frayères (concentration des géniteurs sur les sites, production en œufs par site,...) ; l'objectif *in fine* étant de savoir si les habitats actuellement disponibles à l'aval de Cardiccia sont suffisants pour accueillir la population dans les meilleures conditions en veillant notamment aux problèmes de compétition des géniteurs sur les frayères et de niveau de concentration des œufs sur les supports de ponte.

D'un point de vue écologiste, l'équipement ou l'arasement de la microcentrale de Cardiccia se révèle tout à fait pertinent pour ouvrir aux aloses un linéaire d'habitats favorables de plus de 25 km offrant plus de 30 sites potentiels pour la reproduction. Qui plus est, nous avons évoqué précédemment la qualité supérieure des frayères amont, en particulier du point de vue des caractéristiques des supports de ponte.

La microcentrale de Cardiccia engendre en outre une perte nette en habitats sur un linéaire proche du kilomètre par effacement des faciès lotiques naturels au profit d'un profil lentique homogène. La chute de 11,5 m de l'ouvrage modifie le profil en long naturel du fleuve et impacte donc sensiblement la dynamique hydromorphologique du Tavignano. Toutefois, cet impact n'a pas été évalué dans la présente étude et doit faire l'objet d'une étude spécifique. Enfin, le fonctionnement des turbines (à pas fixe) offre peu de marge de manœuvre dans la gestion des débits turbinés. Il a ainsi été observé des variations importantes du débit à l'aval immédiat de l'ouvrage, ce en fonction des arrêts réguliers des turbines. Un marnage de +/- 40 cm s'opère ainsi plusieurs fois au cours d'une même journée. Si l'impact de ces marnages n'a pu être décrit au cours de cette étude (que ce soit sur le comportement des géniteurs ou sur les habitats utilisés par ces derniers), il semble évident que ces variations infrajournalières perturbent fortement le fonctionnement du fleuve (tant du point de vue biologique que physique).

Au-delà, il convient de tenir compte de nombreuses problématiques si l'ouvrage doit être équipé d'un dispositif de franchissement efficace pour l'Alose (techniques et financières en particulier). L'expertise des ingénieurs des services de l'ONEMA et du GHAPPE réalisé en 2009 avait abouti à la préconisation suivante : pour la montaison, réalisation d'un ascenseur à poissons (coût estimé à un million d'euros) et mise en place d'un plan de grilles et d'un exutoire pour la dévalaison (coût non estimé). A cela s'ajoutent les modalités et les coûts d'entretien, de maintenance et de suivi d'efficacité de ces équipements.

2.4 Premiers éléments issus de l'analyse génétique (Sophie Launey / INRA-Acrocampus de Rennes)

Une première analyse des caractéristiques morphologiques et écologiques des aloses capturées sur les fleuves Rhône, Aude, Hérault et Tavignano avait montré une homogénéité de ces populations méditerranéennes (Le Corre, 1999 ; Le Corre *et al.*, 2000). De même, une première analyse génétique utilisant les allozymes avait montré une homogénéité des populations du Rhône, de l'Aude et de l'Hérault, celle du Tavignano n'ayant pu être analysée (Le Corre *et al.*, 2005).

La présente étude a donc un double objectif :

- i)* caractériser génétiquement la population du Tavignano en utilisant les outils actuels performants que sont les marqueurs microsatellites ; cette méthode permettant de caractériser avec précision la structure et la variabilité génétique de cette population,
- ii)* revisiter l'homogénéité génétique des populations méditerranéennes françaises en intégrant la population du Tavignano et ainsi identifier son niveau de spécificité.

2.4.1 Echantillonnage

Des prélèvements de tissus (nageoire) et écailles ont été réalisés au cours du printemps 2010 par l'Association MRM et l'ONEMA (SD20) sur des aloses adultes et juvéniles. La répartition de ces échantillons a varié selon les stades de développement, les rivières et les sites (Tableau 7).

Cours d'eau	Auteur	Site	Technique d'échantillonnage	Stade	Nombre d'échantillons	Type de prélèvements
Rhône	MRM	Aval barrage usine de Sauveterre RG	Pêche à la ligne	adulte	35	nageoire et écailles
Rhône	MRM	Aval usine-écluse de Beaucaire RD	Pêche à la ligne aux engins	adulte	31	nageoire et écailles
Aude	MRM	Aval seuil de Moussoulens RG	Pêche à la ligne	adulte	5	nageoire et écailles
Vidourle	MRM	Aval seuil de Saint-Laurent d'Aigouze RG/RD	Pêche à la ligne et Piège à poissons	adulte	6	nageoire et écailles
Tavignano	SD20 ONEMA	Amont pont de Faïo	Pêche aux engins	juvénile	50	nageoire

Tableau 7 : Synthèse de la récolte 2010 du matériel biologique en vue des analyses génétiques

2.4.2 Marqueurs moléculaires utilisés

Les marqueurs moléculaires utilisés sont du type *microsatellite*. Un marqueur microsatellite est une séquence de l'ADN caractérisée par un motif de base très simple (2 à 4 paires de base) qui est répété un certain nombre de fois. Ce nombre de répétitions varie d'un individu à l'autre, ce qui permet de distinguer les individus entre eux. Ce sont des marqueurs adaptés pour la définition de génotypes individuels (= « empreinte génétique ») et pour l'étude des flux de gènes entre populations.

Pour chaque marqueur, on peut identifier les *allèles* portés par chaque individu. Un allèle est un variant du marqueur considéré : dans le cas des marqueurs microsatellites, un allèle est caractérisé par un nombre de répétition du motif de base, et deux allèles vont donc différer entre eux par le nombre de répétitions de ce motif. *Alosa fallax* est une espèce *diploïde*, c'est-à-dire qu'elle possède deux jeux de chromosomes identiques, l'un issu du père et l'autre de la mère. Chaque individu possède donc deux allèles pour chaque marqueur (un sur chaque chromosome homologue). Si les deux allèles sont identiques, on dit que l'individu est *homozygote*. Si les deux allèles sont différents, on dit qu'il est *hétérozygote*.

Dans le cadre de cette étude, les analyses sont effectuées à partir de 14 marqueurs microsatellites différents, qui ont été développés au laboratoire (société Genoscreen) dans le cadre du projet AARC (Atlantic Arc Resource Conservation), financé par le programme transnational Interreg IV (Atlantic Area, fonds FEDER).

2.4.3 Techniques de laboratoire

L'ADN de chaque individu est extrait à partir d'un fragment de nageoire conservé dans l'alcool, à l'aide d'une technique express combinant de la protéinase K (permettant de digérer les tissus) et une résine chélatrice, le Chelex® (méthode dérivée d'Estoup *et al.* 1996). Cette méthode permet d'obtenir un ADN de qualité moyenne, mais suffisante pour l'analyse des marqueurs microsatellites. Chaque marqueur va être amplifié spécifiquement à l'aide de la technique de Réaction de Polymérisation en Chaîne (ou PCR, Polymerase Chain Reaction) qui permet d'obtenir rapidement un grand nombre de copie identique d'un petit fragment d'ADN.

Ces fragments vont ensuite migrer dans un gel par technique d'électrophorèse (migration sous l'effet d'un courant électrique), et la taille du fragment (donc son nombre de répétition) est déterminée par sa vitesse de migration. On peut ainsi caractériser rapidement le *génotype* de chaque individu (c'est-à-dire les allèles pour chacun des 14 marqueurs). Les analyses sont réalisées à la plate-forme Biogenouest (Le Rheu, Rennes).

2.4.3 A venir

L'année 2010 a permis de récolter une partie du matériel biologique indispensable aux analyses. Si l'échantillonnage a pu être complet sur le bassin du Rhône, ce n'est pas le cas sur les autres fleuves côtiers dont le Tavignano. En effet, le projet initial prévoit la récolte d'un échantillon global par cours d'eau de 60 individus (30 mâles-30 femelles). Ce chiffre est considéré comme satisfaisant statistiquement et donc représentatif de la population globale étudiée.

Il sera donc nécessaire de programmer en 2011 une nouvelle campagne de récolte d'échantillons. Sur le Tavignano, l'objectif sera notamment d'obtenir des échantillons sur des adultes puisque cela n'a pu être effectué en 2010. L'échantillonnage des juvéniles réalisé en 2010 n'est que partiellement satisfaisant dans la mesure où il est probable que celui-ci ait ciblé une même cohorte (individus qui possèderaient des parents identiques). Dans cette hypothèse, les résultats des analyses génétiques ne refléteraient qu'une petite partie de la population étudiée avec une grande homogénéité intrapopulationnelle (donc statistiquement non-valide).

Différents marqueurs microsatellites ont été développés au cours de cette année et vont permettre de lancer les analyses génétiques dès lors que le matériel biologique sera complet. Les résultats de ces analyses seront présentés dans le rapport 2011.

L'état de conservation des écailles prélevées sur les échantillons « adulte » n'a malheureusement pas permis d'effectuer une lecture scalimétrique (dégradation de la qualité des écailles stockées dans des pochettes plastifiées). Celle-ci aurait notamment permis de fournir l'âge des individus, leur âge à la première remontée et le nombre de migrations génésiques effectuées au cours de leur vie (espèce itéropare).

3. Discussion

3.1 Critique de la méthode

La méthodologie de travail retenue pour réaliser le diagnostic des potentialités écologiques du Tavignano en termes d'habitats favorables à l'Alose a été mise en place en 2007 sur le Vidourle et complétée par les retours d'expérience acquis sur le terrain. Il faut toutefois noter que cette méthodologie a été mise en place sur un fleuve côtier méditerranéen très anthropisé et dont le fonctionnement hydromorphologique est fortement perturbé par une succession d'ouvrages transversaux.

Ainsi, la forte variabilité des faciès d'écoulement caractéristique du Tavignano a engendré une augmentation importante du temps consacré à la description qualitative des habitats, notamment en comparaison au temps alloué au même travail sur le Vidourle.

Dans cette description qualitative, les faciès d'écoulement sont évalués « à dire d'expert », ce qui induit indubitablement une certaine subjectivité dans la discrimination. Ce biais a été limité en utilisant un seul et même expert pour la détermination des faciès de l'ensemble de la zone d'étude et en se référant à un système de classification normalisé basé sur un certain nombre de critères objectifs.

La prospection en canoë-raft s'est révélée très efficace de même que l'encadrement technique par le Brevet d'Etat. Malgré cette efficacité, il n'a pas été possible dans le temps imparti à l'étude de couvrir les 7 km les plus à l'aval de la zone d'étude préalablement fixée. Mais le travail cartographique a permis de montrer que l'enjeu se situait davantage en amont. L'absence d'informations sur cette zone aval ne limite pas la pertinence des conclusions de l'étude.

Cette méthode a permis de cartographier un linéaire important de fleuve et de comparer la richesse habitationnelle disponible en aval et en amont du barrage de Cardiccia. Il est important de conserver à l'esprit que la méthode d'identification des habitats favorables repose sur des critères théoriques de *preferenda* créés sur l'espèce Atlantique et dans un contexte hydrologique différent. Nous ne pouvons être certains que les habitats favorables identifiés sur le Tavignano correspondent bien aux caractéristiques des habitats utilisés réellement sur ce fleuve. Pour ce faire, il serait nécessaire d'observer *in situ* l'activité des géniteurs et de caractériser les habitats. En l'absence de données, ce travail n'a pu être réalisé.

La méthode de description qualitative a pu être déployée efficacement sur le terrain, fournissant ainsi les données nécessaires à la réalisation des supports cartographiques. La méthode permet donc de caractériser de façon relativement homogène les paramètres physiques observés à un temps T et d'effectuer une comparaison entre les sites. Pour une plus grande homogénéité, il aurait été préférable de cartographier des surfaces plus homogènes. Malheureusement, les mesures étant réalisées dans le cours d'eau, il est difficile de cartographier des habitats dont la hauteur d'eau est supérieure à 1,5 mètre et lorsque les vitesses sont trop importantes (>1,5 m/s), ce qui limite les possibilités sur certaines frayères.

Sur les deux frayères à l'aval de Cardiccia, il a été observé durant les mesures de terrain des variations marquées du niveau d'eau, probablement en lien avec le fonctionnement des groupes de la microcentrale. Ces variations ont un impact important sur les données mesurées (bathymétrie et courantologie) et mettent en avant également un impact négatif de l'ouvrage sur les habitats aval (risque d'exondation des œufs lors des variations de niveaux).

Concernant la notation, il convient d'appréhender cette méthode en tenant compte des biais potentiels : *preferenda* différents entre les deux espèces *Alosa Alosa* et *Alosa fallax rhodanensis*, modification des *preferenda* en fonction des milieux, approximation des intervalles retenus... Ce système de notation permet uniquement de faciliter la lecture des représentations cartographiques et d'offrir un moyen simple de comparaison des sites potentiels. Pour améliorer la robustesse de ce système, il serait nécessaire d'étudier les paramètres physiques d'habitats utilisés par l'espèce sur ce type de rivière. Mais du fait des contextes migratoires observés sur une majorité de rivières et fleuves français, ces investigations *in situ* ne sont souvent pas réalisables (impossibilité d'accès aux habitats du fait d'obstacles présents à l'aval).

Enfin, pour étudier plus efficacement l'impact du barrage sur les habitats présents à l'aval, il serait nécessaire de compléter cette description par une étude complète sur l'hydromorphologie et le transit sédimentaire du Tavignano. En outre, la granulométrie doit être étudiée à une échelle plus réduite pour évaluer avec précision la qualité des supports de ponte (espaces interstitiels, oxygénation...). L'influence des marnages infrajournaliers sur le comportement des géniteurs serait également importante à évaluer (observations directes ou radiopistage).

3.2 Perspectives

Le contexte écologique a été cerné de façon relativement exhaustive par l'intermédiaire de cette étude. Les enjeux inhérents aux habitats, à leur répartition et à leur accessibilité ont été définis. Toutefois, il serait intéressant pour compléter les résultats de mener une analyse plus fine de l'impact du barrage de Cardiccia sur la dynamique hydromorphologique du fleuve et sur la qualité des habitats favorables identifiés à l'aval de l'ouvrage, notamment en termes de granulométrie. Par ailleurs, il apparaît pertinent de compléter le travail cartographique par une analyse détaillée de frayères potentielles situées en limites amont et aval de la zone d'étude. En utilisant la même méthode de travail, cette cartographie complémentaire permettrait de mieux comparer la qualité physique des habitats disponible sur l'ensemble de l'aire de répartition historique de l'Alose.

Il s'avère à présent indispensable de travailler sur les enjeux biologiques et d'acquérir des données précises sur la population d'aloses feintes du Rhône. En 2009, l'étude avait permis de dresser un bilan des connaissances et des données existantes. Si celles-ci confirmaient la présence régulière de l'espèce et l'existence d'une activité de reproduction, il reste néanmoins de nombreuses inconnues qui limitent fortement l'expertise concernant l'impact de Cardiccia sur cette population.

En premier lieu, il est nécessaire de connaître le déroulement de la migration en termes de fenêtre de colonisation, de vitesse de propagation et de répartition sur le tronçon colonisable. Pour ce faire, plusieurs méthodes sont disponibles et applicables au fleuve Tavignano. Le choix (ou la combinaison de choix) sera orienté en fonction du niveau de données souhaité et des moyens humains et financiers qui seront alloués à ce travail.

Le scénario optimal consiste à disposer en deux points du tronçon colonisable une station de contrôle du flux de géniteurs afin d'obtenir :

- le nombre total de migrants,
- l'évolution journalière du nombre de géniteurs en montaison,
- la différence du nombre total de migrants entre les 2 stations,
- le temps de propagation des migrants entre les 2 stations.

De telles informations pourraient mettre en évidence l'existence d'une activité de reproduction entre les 2 stations. Celles-ci devront être placées en aval des premiers sites potentiels de frai (pK 20 – confluence avec le Corsiglièse) et en limite amont de colonisation soit à l'aval de Cardiccia.

Sur ce type de cours d'eau, la technique optimale permettant d'évaluer quantitativement les flux de géniteurs est le piégeage à l'aide d'une trappe de montaison. Cela consiste à disposer un piège en forme de cône se terminant à l'amont par une cage de captures. Le piège est disposé sur une tête de radier qui constitue une zone de concentration des géniteurs en montaison dans la veine d'eau préférentielle. Le comptage des remontées peut s'effectuer de deux façons : par relèves régulières de la cage de captures (ex : toutes les 2 heures) sur une plage horaire donnée ou par un système de vidéodétection qui permet d'enregistrer sur une bande vidéo les périodes de franchissement de poissons (couplé à un capteur de mouvement). Dans les 2 cas, l'investissement humain est lourd et doit donc être optimisé au maximum pour cadrer le mieux possible les périodes de migration (à l'échelle de la saison et à l'échelle de la journée).

Si les moyens humains et financiers ne permettent pas la mise en place de ce système d'évaluation quantitative, il est envisageable de mettre en place une série d'observations directes ponctuelles dans l'espace et dans le temps. Ces observations peuvent être effectuées *de visu* ou par plongée dévalante. L'objectif est de définir des points

de suivi sur le tronçon aval (2 au minimum) et de programmer un calendrier de passages réguliers (ex : tous les 3 jours de 10 à 12h et de 17 à 19h). La fréquence de ces passages est définie en fonction des moyens humains disponibles.

Des observations nocturnes de l'activité de reproduction peuvent être couplées à ces prospections diurnes. Par défaut, le secteur à l'aval immédiat du point de blocage est à privilégier. En fonction du succès des observations, d'autres sites plus en aval pourront être suivis de façon ponctuelle.

L'objectif *in fine* est d'obtenir une estimation du nombre de géniteurs colonisant le Tavignano, de comprendre le déroulement de la migration et de décrire la stratégie d'utilisation des habitats disponibles pour la reproduction. La corrélation de ces éléments d'ordre biologique avec le diagnostic écologique présenté dans ce dossier permettra de définir précisément les enjeux liés à la réouverture du Tavignano en amont de Cardiccia pour l'Alose.

Conclusion

Le Tavignano est aujourd'hui le seul fleuve côtier corse où la présence de l'Alose feinte du Rhône est avérée. Des observateurs locaux témoignent de la colonisation annuelle de ce migrateur jusqu'à l'ouvrage de Cardiccia qui constitue le point de blocage amont de cette migration génésique. L'enjeu écologique et biologique est donc important. C'est dans ce contexte que la DREAL Corse a souhaité mettre en place une étude complète sur cette population afin de mieux cerner les enjeux et de fixer des objectifs de gestion et de préservation à long terme.

En 2009, une première phase a permis d'établir un bilan des connaissances et des données disponibles sur les aloses et le Tavignano, socle indispensable à la mise en place d'un travail efficace, pertinent et rigoureux. Une méthode de travail a été élaborée pour répondre aux objectifs de l'étude commandée par la DREAL.

En 2010, les efforts se sont concentrés sur les habitats afin de fournir un diagnostic détaillé de la capacité d'accueil du fleuve sur l'ensemble de l'aire de répartition historique de l'Alose (de Corte à la mer). Une méthodologie à deux échelles a été déployée afin de décrire qualitativement puis quantitativement les habitats favorables au bon déroulement de la reproduction.

Plus de 40 km de linéaire ont ainsi été cartographiés avec une description des différents faciès morphodynamiques, unités de référence permettant de décrire de façon homogène l'habitat physique du fleuve. Sur ce linéaire, les sites potentiels pour la reproduction ont été identifiés à dire d'expert, géolocalisés et quantifiés. Ce travail a notamment permis d'identifier les secteurs à enjeux et de comparer la richesse habitationnelle présente en aval et en amont de la limite actuelle de colonisation. En complément, 4 sites potentiels ont été décrits à l'échelle de l'habitat piscicole et selon 3 paramètres : vitesse d'écoulement, granulométrie et hauteur de la lame d'eau. Un système de notation a été utilisé afin de comparer et de hiérarchiser la qualité de ces sites.

Ce diagnostic écologique a ainsi permis d'évaluer et mettre en évidence la richesse écologique du fleuve et par conséquent l'importance d'une protection et d'une gestion rigoureuses. Au sein de cette richesse, le barrage de Cardiccia constitue un point noir en scindant ce bassin en deux. Il a été montré que la disponibilité en habitats favorables à l'Alose était importante à l'aval du barrage mais que la zone à fort potentiel était concentrée sur un linéaire réduit. En parallèle, le travail cartographique a mis en évidence une quantité d'habitats favorables plus faible en amont de Cardiccia mais répartie sur un linéaire beaucoup plus important.

Il n'a pas été démontré de différences significatives entre la qualité des frayères étudiées à l'amont et à l'aval de Cardiccia. Toutefois, les limites de la méthode ont été exposées et ont révélé la nécessité de compléter les résultats par des investigations complémentaires afin de 1/ évaluer plus précisément l'impact de Cardiccia sur l'hydromorphologie du fleuve et donc sur la qualité des supports de ponte et 2/ comparer la qualité physique des habitats favorables situés aux limites amont et aval de la zone cartographiée en 2010.

L'acquisition d'éléments d'ordre biologique se révèle désormais indispensable. Au-delà des aspects connaissances et compréhension du fonctionnement de la population, ces données permettront de conclure sur l'impact de l'ouvrage de Cardiccia sur la population d'aloses du Tavignano et éventuellement de proposer des solutions de gestion ou d'intervention. Dans tous les cas, cette étude fournira *in fine* tous les éléments techniques et scientifiques nécessaires à la mise en place d'une stratégie de gestion à long terme de cette population et plus globalement de ce patrimoine aquatique exceptionnel.

Bibliographie

ABDALLAH Y., 2007. Suivi de la Pêcherie d'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) sur le bassin du Rhône. Campagne d'études 2007. Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 75 p.

ABDALLAH Y, LABEL I., 2009. *Etat des lieux de la population d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le Tavignano (Corse).* Campagne d'études 2009. DREAL Corse – Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

ABDALLAH Y., LABEL I., 2010. *Suivi de la pêche d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis) sur le bassin du Rhône.* Campagne d'Études 2010. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 70 p.

APRAHAMIAN M.W., BAGLINIERE J.L, SABATIE R., ALEXANDRINO P., APRAHAMIAN C.D., 2002. *Synopsis of biologic data on Alosa alosa et Alosa fallax spp. Literature review and Bibliography - Agency R&D Technical Report W1-014.* Environment Agency, UMR INRA-ENSA, ENSAR, University of Porto. 346 p.

BOISNEAU P., BAGLINIERE J.L., 1985. *Observations sur l'activité de migration de la grande Alose, Alosa alosa L., en Loire (France).* Hydrobiologia, 128 : pp 277-284.

BOISNEAU P., MENNESSON-BOISNEAU C., BAGLINIERE J.L., 1990. *Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande alose (Alosa alosa L.) dans le cours supérieur de la Loire.* Bull. Fr. Pêche Piscic. (316) : pp 15-23.

BAGLINIERE J.L., SABATIE M.R., LE CORRE M., MENELLA J.Y., PONT D. 1996. *Premiers éléments de caractérisation biologique et taxonomique de l'Alose feinte du Rhône (1994 et 1995).* Laboratoire d'écologie aquatique INRA Rennes, Laboratoire Halieutique ENSA Rennes, Ministère de l'environnement DIREN Rhône Alpes : 13 p.

BARRAL M., 2002. *Etat des lieux de la circulation piscicole sur les affluents de Rive Gauche du Rhône et les fleuves côtiers méditerranéens.* Fiches espèces. Association Migrateurs Rhône Méditerranée, 33 p.

BELAUD A., CARETTE A., CASSOU-LEINS F. & CASSOU-LEINS J. J. 2001. *Choix des sites de fraie par la grande Alose (Alosa alosa L.) en moyenne Garonne.* Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture 362/363. pp. 869-880.

CAMPTON P., CHIBRACQ J.P., LABEL I., 2010. *Etude des conditions de migration anadrome de l'Anguille (Anguilla anguilla) sur les fleuves côtiers méditerranéens – Campagne d'études 2010.* Rapport de synthèse, Association M.R.M., 107p.+ annexes.

CASANOVA F., LE GURUN L., ABDALLAH Y., 2009. *Evaluation du succès reproducteur sur les frayères à Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le bassin Rhône-Méditerranée A paraître.* . Campagne d'études 2009. Association Migrateurs Rhône Méditerranée.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1981. *Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrants de la Garonne et principalement de l'Alose, Alosa alosa L.* Thèse doctorat 3^e cycle, Institut National Polytechnique de Toulouse, 382p.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1986. *Réserve naturelle de la frayère d'Alose - Etude des oeufs de la grande Alose (Alosa alosa L.) : répartition et dérive, taux de mortalité, influence des pollutions.* Rapport ENSA Toulouse, Laboratoire d'Ichtyologie appliquée : 12 p et annexes.

CASSOU-LEINS F. & CASSOU-LEINS J. J. 1988. *Réserve naturelle de la frayère d'Alose – Etude de l'alevin d'Alose (Alosa alosa L.) : répartition, croissance, régime alimentaire.* Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Laboratoire d'Ichtyologie Appliquée, 24 p.

CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., BOISNEAU P., BAGLINIERE J.L., 2000. « La reproduction » In : **BAGLINIERE J.L., ELIE P.** *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax spp.).* Cemagref, INRA Editions. 73-92 pp.

CHAMPALBERT E. 1998. *Les frayères potentielles d'aloses sur les bas et moyens Gardons.* Campagne d'étude 1996. Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 72 p.

CHIAPPI L., 1933. « Note su alcuni stadi di aviluppo dell'agone introdotto nei laghi laziali, e della cheppia del Tevere ». In : **APRAHAMIAN M.W, BAGLINIERE J.L., SABATIÉ M.R., ALEXANDRINO P., APRAHAMIAN C.D., 2002.** *SYNOPSIS of biological data on Alosa alosa and Alosa fallax spp.* Environment Agency, UMR INRA ENSA, ENSAR, University of Porto: 346 p.

COLLECTIF, 1994. *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône-Méditerranée & Corse 1996-2009.* Comité de Bassin RMC, Agence de l' Eau RMC, Préfet Coordonnateur de Bassin RMC, DIREN Rhône-Alpes Délégation de bassin RMC.

CROZE O., LARINIER M. 2001. *Libre circulation des poissons migrants et seuils en rivière – Guide technique n°4.* Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse, DIREN : 51 p.

DOUCHEMENT C., 1981. *Les aloses des fleuves français, Alosa fallax (Lacépède, 1803) et Alosa alosa (Linné, 1758) – Biométrie, écologie, autonomie des populations.* Thèse de 3^{ème} cycle. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier :377 p.

ESTOUP A., LARGIADER C.R., PERROT E., CHOURROUT D., 1996. *Rapid one tube DNA extraction for reliable PCR detection of fish polymorphic markers and transgenes.* Molecular Marine Biology and Biotechnology, 5, 295-298 pp.

GALLOIS C., 1947. *L'aménagement du Vivarais par la Compagnie Nationale du Rhône – Ses incidences sur l'économie piscicole, mesures tendant à les atténuer.* Bull. Fr. Pêche Piscic (146) : pp 25-34.

HOESTLANDT D.H., 1947. « Fécondation artificielle et incubation chez un Téléostéen: *Paralosa rhodanensis* Roule ». In : **QUIGNARD J.P., DOUCHEMENT C., 1991.** "*Alosa fallax rhodanensis*, Distribution". In : *The freshwater Fishes of Europe, 2 : Clupeidae, Anguillidae* (Hoestland H., Eds.). Aula-Verlag, Wiesbaden : pp. 278-280.

HOESTLANDT D.H., 1948. « Fécondation artificielle et incubation chez un téléostéen *Paralosa rhodanensis*, Roule ». In : **TAVERNY C., CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., ELIE P., 2000.** « De l'œuf à l'adulte en mer ». In : **BAGLINIERE J.L, ELIE P.** (Eds). *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax sp.) - Ecologie et variabilité des populations.* Cemagref, INRA. Paris : pp 93-124.

JATTEAU P., BARDONNET A., 2008. *Photoresponse in allis shad larvae.* Journal of Fish Biology 72 : pp 742-746.

LALLIAS J., ABDALLAH Y., 2007. *Suivi de la migration de l'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis) sur le Vidourle et diagnostic écologique - Campagne d'études 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée : 68 p et annexes.

LANGON M., LABEL I., MENELLA J.Y. 1999. *Etude des aloses des fleuves côtiers méditerranéens : le Tavignano (juin 1999).* Campagne d'études 1999. Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 31 p. + annexes.

LARINIER M., TRAVADE F., 1994. « La conception des dispositifs de franchissement pour les aloses ». In : **LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., GOSSET C.** *Passes à poissons : Expertise, conception des ouvrages de franchissement.* Conseil Supérieur de la Pêche. Collection Mise au Point : pp 190-203.

LEBEL I., 1999. *Suivi de la Pêcherie d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le Bassin du Rhône.* Campagne 1999. Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 66 p.

LEBEL I., MENELLA J. Y. & LE CORRE M. 2001. *Bilan des actions du plan migrateurs concernant l'alose feinte (Alosa fallax rhodanensis) sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse.* Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture 362-363. pp. 1077-1100.

LEBEL I., AUPHAN N., BROSSE L., MENELLA J.Y., 2007. *Le Plan Migrateurs Rhône Méditerranée : actions en faveur de la biodiversité.* Cybium 2007, 31(2): 271-283.

LE CORRE M., BAGLINIERE J.L., SABATIE M.R., MENELLA J.Y., PONT D., 1996. *Caractérisation morphologique et biologie de l'Alose feinte du Rhône (Rapport final).* Laboratoire d'écologie aquatique INRA Rennes, Laboratoire Halieutique ENSA Rennes, Ministère de l'environnement DIREN Rhône Alpes : 11p.

LE CORRE M., ALEXANDRINO P., BAGLINIERE J.L., SABATIE M.R., 1997. *Caractérisation taxinomique et suivi biologique de la population d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) – Campagne d'études 1997.* Laboratoire Ecologie aquatique INRA Rennes, CECA-ICETA Université de Porto, Laboratoire Halieutique ENSA Rennes. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée : 24 p.

LE CORRE M., SABATIE M.R., BAGLINIERE J.L., 2000. *Caractérisation démographique de populations d'Alosa fallax rhodanensis (Clupeidae) de la Méditerranée française.* Cybium 2000, 24, suppl. 3 : pp119-128.

LE CORRE M., ALEXANDRINO P., SABATIE M.R., APRAHAMIAN M.W., BAGLINIERE J.L., 2005. *Genetic characterisation of the Rhodanian twaite shad, Alosa fallax rhodanensis.* Fisheries Management and Ecology (12) : pp 275–282.

LEGURUN L., VETTER N., GANDREY-RETY C., ABDALLAH Y., 2008. *Suivi biologique de l'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le Bas Vidourle - Campagne 2008.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée: 59 p.

LIMBURG K.E., 1996. *Growth and migration of 0-year American shad (Alosa sapidissima) in the Hudson River estuary: otolith microstructural analysis.* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: pp 220–238.

MALAVOI J. R., SOUCHON Y., 2002. *Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. Note Technique.* Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. Vol 365/366: 357-372.

MATTEI J., DEROUCHE O., 2009. *Rapport d'observations sur les aloses du Tavignano. 2007-2008.* Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 15p.

MENNESSON-BOISNEAU C., APRAHAMIAN M.W., SABATIE M.R., CASSOU-LEINS J.J., 2000. « Remontée migratoire des adultes ». In : **BAGLINIERE J.L, ELIE P.** (Eds). *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax sp.) - Ecologie et variabilité des populations.* Cemagref, INRA. Paris : pp 55-72.

QUIGNARD J.P., KARTAS F., 1977. *Les Aloses feintes Alosa fallax (Lacépède, 1803). Poissons Clupéiformes de l'Atlantique nord-est et de la Méditerranée. Etude des caractères numériques.* Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, n° 501, Zoologie : pp. 1241-1256.

QUIGNARD J.P., DOUCHEMENT C., 1991. "Alosa fallax rhodanensis, Distribution". In : *The freshwater Fishes of Europe, 2 : Clupeidae, Anguillidae* (Hoestland H., Eds.). Aula-Verlag, Wiesbaden : pp. 278-280.

RAMEYE L., KIENER A., SPILLMANN C.P., BIOUSSE J., 1976. *Aspects de la biologie de l'Alose feinte du Rhône - Pêche et difficultés croissantes de ces migrations.* Bull. Fr. Pêche Piscic (263) : pp 50-76.

RAYMOND J.C., 1991. *Schéma Départemental de Vocation Piscicole et Halieutique de Haute-Corse.* Documents Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, Fédération des Associations Agrées de Pêche et de Pisciculture.

ROCHE B., 1987. *Poissons dulçaquicoles de la Corse. Etude du peuplement piscicole des eaux courantes et des populations de truites.* Rapp. SRAE Minist. Agric , 37 p.

ROCHE B., 2001. *Atlas des poissons d'eau douce de Corse.* Direction Régionale de l'Environnement Corse. 49 p.

ROULE L., 1924. In : "Alosa fallax rhodanensis, Distribution". *The freshwater Fishes of Europe, 2 : Clupeidae, Anguillidae* (Hoestland H., Eds.). Aula-Verlag, Wiesbaden : pp. 278-280.

SABATIE M.R., 1993. *Recherches sur la biologie et l'écologie des aloses au Maroc (Alosa alosa, Linné 1758 et Alosa fallax, Lacépède 1803) : Exploitation et taxonomie des populations atlantiques, Bioécologie des aloses de l'oued Sebou.* Thèse de Doctorat. Université de Bretagne occidentale, Brest : 326 p.

TAVERNY C., 1991. *Contribution à la connaissance de la dynamique des populations d'aloses (Alosa alosa et Alosa fallax) dans le système fluvio-estuarien de la Gironde : pêche, biologie et écologie. Etude particulière de la dévalaison et de l'impact des activités humaines.* Thèse doctorat, Université de Bordeaux I : 568p.

TAVERNY C., CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., ELIE P. 2000. *De l'oeuf à l'adulte en mer.* In **BAGLINIERE et ELIE (eds.)**, *Les aloses (Alosa alosa et alosa fallax sp.)*. Hydrobiologie et Aquaculture. CEMAGREF Editions, INRA Editions: 93-124 p.

UCCIANI J., 2002. *L'Alose feinte (Alosa fallax) de la vallée du Tavignano en Haute Corse (site Natura 2000 FR9400602).* Direction Régionale de l'Environnement de Corse. Conseil Supérieur de la Pêche. 45 p. + annexes.

WHITEHEAD P.J.P., 1985. *FAO species catalogue n°7 : Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei) - An annotated and illustred catalogue of the Herrings, Sardines, Pilchards, Sprats, Anchovies and Wolf-herrings. Part 1: Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae.* FAO Fisheries Synopsis : 303 p.

Tables des figures et des tableaux

Figure 1 : L’Alose feinte du Rhône (<i>Alosa fallax rhodanensis</i> , Roule 1924). MRM.....	3
Figure 2 : Cycle biologique de l’Alose feinte du Rhône. MRM.....	4
Figure 3 : Typologie d’une frayère naturelle à Alose (Barral, 2002)	5
Figure 4 : Acte de ponte ou « bull » chez l’Alose feinte du Rhône. MRM/F.Gardin	5
Figure 5 : Juvénile d’Alose feinte du Rhône capturée en octobre 2007 à l’embouchure du Grand Rhône. MRM	6
Figure 6 : Evolution de l’aire de répartition de l’Alose feinte du Rhône sur le bassin Rhône Méditerranée et Corse. MRM	10
Figure 7 : Réseau hydrographique Corse. Bassin versant du Tavignano. BD Carthage©/MRM	12
Figure 8 : Hydrogramme des débits moyens mensuels du Tavignano calculés sur la période 1973-2010. Station hydrologique d’Antisanti (Pont du Fado). Banque Hydro/MRM	12
Figure 9 : Réseau hydrographique et obstacles transversaux du bassin versant du Tavignano (MRM).....	13
Figure 10 : Pompage individuel dans le lit du Tavignano. 2 juin 2010 . MRM	14
Figure 11 : Seuil de la gravière de Pifferini. MRM.....	16
Figure 12 : Le seuil de la minoterie. MRM	16
Figure 13 : Le seuil de Corte centre. MRM	17
Figure 14 : Le barrage hydroélectrique de Cardiccia et sa passe à poissons. MRM.....	18
Figure 15 : Mise en place du protocole de mesures sur les frayères potentielles à aloses du Tavignano. MRM.....	23
Figure 16 : Schéma explicatif du calcul des notes par surface.....	25
Figure 17 : Proportion des faciès d’écoulement sur les zones 1, 2 et 3 (de gauche à droite) du Tavignano (P= pool ; PC= plat courant ; R= radier ; Ra= Rapide)	26
Figure 18 : Dénivelé naturel sur la zone 1. Franchissement ALF difficile par faible débit. MRM	27
Figure 19 : Localisation de la zone de prospection et des sous secteurs cartographiés. MRM	28
Figure 20 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano.	29
Figure 21 : Faciès lotique de type rapide (A). Transition Pool/Radier, zone potentielle favorable à l’Alose (B). MRM – 02/06/2010	30
Figure 22 : Faciès représentatif du secteur 1-2. MRM – 02/06/2010.....	30
Figure 23 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano. Secteur 1-2. BD Carthage© / MRM.....	31
Figure 24 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano. Secteur 1-3. BD Carthage© / MRM.....	32
Figure 25 : Large zone d’habitat favorable à l’Alose sur le secteur 2-1. MRM – 31/05/2010	33
Figure 26 : Zone lentique aval du secteur 2-2 influencée par le barrage de Cardiccia. MRM – 01/06/2010	33
Figure 27 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano. Secteur 2-1. BD Carthage© / MRM.....	34
Figure 28 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano. Secteur 2-2. BD Carthage© / MRM.....	35
Figure 29 : Zone favorable à la reproduction sur l’amont du secteur 3-1	36
Figure 30 : Profil étroit du Tavignano dans la zone de gorges. MRM – 03/06/2010	36
Figure 31 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano. Secteur 3-1. BD Carthage© / MRM.....	37
Figure 32 : Transition Pool/Radier caractéristique sur le secteur 3-2. MRM – 03/06/2010	38
Figure 33 : Répartition des faciès d’écoulement et localisation des sites potentiels favorables à la reproduction de l’Alose sur le Tavignano. Secteur 3-2. BD Carthage© / MRM.....	38

Figure 34 : Profil en long du Tavignano sur la zone d'étude (Corte à la confluence avec le Corsiglièse). IGN 1961 / MRM.....	39
Figure 35 : Surfaces en frayère potentielle au kilomètre linéaire de cours d'eau et pente moyenne sur chaque secteur (amont-aval).....	40
Figure 36 : Localisation géographique des frayères cartographiées sur le Tavignano. IGN/MRM.....	42
Figure 37 : Cartographie détaillée de la frayère Amont 1. MRM	43
Figure 38 : <i>Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Amont 1</i>	44
Figure 39 : Cartographie détaillée de la frayère Amont 2. MRM	44
Figure 40 : <i>Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Amont 2</i>	45
Figure 41 : Cartographie détaillée de la frayère Aval 1. MRM.....	46
Figure 42 : <i>Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Aval 1</i>	46
Figure 43 : Cartographie détaillée de la frayère Aval 2. MRM.....	47
Figure 44 : <i>Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de hauteurs d'eau de granulométrie et de vitesses d'écoulement de la frayère Aval 2</i>	47
Figure 45 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Amont 1	48
Figure 46 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Amont 2.....	48
Figure 47 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Aval 1	48
Figure 48 : Proportion des surfaces cumulées en fonction des notes de qualité pour les 3 paramètres étudiés sur la frayère Aval 2	48
Figure 49 : Cartographie détaillée des frayères potentielles du Tavignano. Résultats du système de notation sur les frayères Amont 1 (gauche) et Amont 2 (droite). MRM.....	49
Figure 50 : Cartographie détaillée des frayères potentielles du Tavignano. Résultats du système de notation sur les frayères Aval 1 (gauche) et Aval 2 (droite). MRM	50
Figure 51 : <i>Surfaces cumulées (m²) pour les différentes classes de qualité des frayères Amont 1, Amont 2, Aval 1 et Aval 2</i>	51

Tableau 1 : Statut de conservation d' <i>Alosa fallax rhodanensis</i> (IUCN, INPN, MNHN)	8
Tableau 2 : Statut de protection d' <i>Alosa fallax rhodanensis</i> (INPN, MNHN)	8
Tableau 3 : Notation des paramètres vitesse, profondeur et granulométrie (CHAMPALBERT, 1998).....	24
Tableau 4 : Linéaire et habitats favorables à la reproduction de l'Alose par secteur d'étude	39
Tableau 5 : Comparaison de la richesse en habitats favorables à la reproduction de l'Alose identifiés sur le Tavignano en amont et en aval de Cardiccia	41
Tableau 6 : Principales caractéristiques des 4 frayères cartographiées.....	42
Tableau 7 : Synthèse de la récolte 2010 du matériel biologique en vue des analyses génétiques	54