



Restauration hydromorphologique et amélioration de la continuité écologique sur le bassin versant du Sègre

Rapport diagnostic

Contacts :

Simon GAUDRY

1 rue Alexandre Guiraud

11 300 Limoux

Date : Mai 2024

Etude réalisée par :

Etude co-financée par :



GeoPeka



Version	2.3
Responsable	Simon Gaudry
Relecture	Guillaume Fantino/Simon Gaudry
Rédacteurs principaux	Simon Gaudry
Autres rédacteurs	Guillaume Fantino ; Lucas Wechsler
Destinataire	Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne (CCPC)

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	7
INTRODUCTION	8
1 DESCRIPTION DE LA ZONE D’ETUDE	8
1.1 Contexte institutionnel	8
1.2 Contexte spécifique au bassin versant du Sègre	8
1.3 Contexte au regard du SDAGE	10
2 RAPPEL DES OBJECTIFS DE L’ETUDE	11
3 RAPPEL DES PRINCIPAUX ELEMENTS METHODOLOGIQUES	12
3.1 Etat des lieux- Analyse bibliographique et relevé de terrain	12
3.2 Morphological Quality Index (MQI)	16
3.3 Dynamiques/Pression/Enjeux – le squelette du diagnostic	17
BILAN DU FONCTIONNEMENT A L’ECHELLE GLOBALE	18
1 VARIABLES DE CONTROLE ET TRONÇONS DE FONCTIONNEMENT HOMOGENE	18
1.1 Les variables de contrôles	18
1.2 Délimitation des Tronçons hydromorphologiques Homogènes (THH)	19
2 LE STYLE FLUVIAL COMME UN ELEMENT DESCRIPTEUR DU FONCTIONNEMENT DES COURS D’EAU	23
3 BILAN DE LA QUALITE MORPHOLOGIQUE A L’ECHELLE DES COURS DES THH	27
DETAILS DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE	28
1 DYNAMIQUES LATERALES	28
1.1 Les érosions de berge	28
1.2 Evolution dans le temps des mobilités latérales	30
1.3 les Pressions sur les dynamiques latérales	33
2 DYNAMIQUES LONGITUDINALES	36
2.1 Granulométrie de la charge de fond	36
2.2 Origines des apports et évolutions probable de la fourniture sédimentaire	37

2.3	Dynamiques de la charge en transit : caractérisation des atterrissements présents dans le lit mineur	39
3	DYNAMIQUES VERTICALES	41
3.1	Une absence d'évolution verticales ?	41
3.2	Des affleurements nombreux sur les têtes de bassin...	41
3.3	... et de multiples points durs anthropiques	42
	DIAGNOSTIC DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT	43
1	DENSITE DES OUVRAGES ET HAUTEURS CUMULEES DE CHUTE	43
2	TAUX DE FRACTIONNEMENT	46
3	FRANCHISSABILITE DES OUVRAGES	48
4	TAUX D'ETAGEMENT	50
5	SYNTHESE SUR LES IMPACTS DES OUVRAGES EN TRAVERS	52
	SYNTHESE DU DIAGNOSTIC ET DEFINITION DES ENJEU DE GESTION	54
1	RESUME DU DIAGNOSTIC PAR MASSE D'EAU ET PAR THH	54
2	PRINCIPAUX ENJEUX DE GESTION	57
2.1	Rétablissement des continuités longitudinales	57
2.2	Redynamiser les cours d'eau dans les secteurs les moins contraints	58
2.3	Déployer une gestion combinée des crues et des étiages	60
	CONCLUSION	61
	ANNEXE : SYNTHESE DU DIAGNOSTIC PAR MASSE D'EAU	62

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Zonage Natura 2000 sur le bassin versant du Sègre	9
Figure 2: Cartographie de l'état écologique des masses d'eau à étudier	10
Figure 3 Principales altérations (tireté bleu clair = hydrologie ; trait bleu foncé = morphologie) recensées dans le SDAGE et PGM 2022-2027	11
Figure 4: Paramètres morphologiques relevés lors de la phase terrain classés par type d'informations décrites.....	13
Figure 5: Exemple de fiche ouvrage	15
Figure 6: Délimitation des THH	21
Figure 7: Carte géologique du bassin versant du Sègre (Source : BRGM)	22
Figure 8 : Présentation de la typologie ERT et correspondance avec les styles fluviaux proposés dans le Guide EBF AE RMC, 2016	23
Figure 9: Styles fluviaux à l'échelle des THH	26
Figure 10:Qualité morphologique selon le MQI à l'échelle des THH	27
Figure 11: Relevé des érosions de berges lors de la phase terrain	29
Figure 12 : Illustration de quelques érosions levées sur la Vanéra.....	30
Figure 13: Augmentation de la sinuosité de l'Angoust à l'aval du village de Bolquère entre 2003 (à gauche-bleu claire) et 2021 (à droite – bleu foncé).....	30
Figure 14 : Rectification du tracé du Carol et de l'Err suite à la création de protection de berge et/ou digue	31
Figure 15: Synthèse de l'analyse des dynamiques latérales	32
Figure 16: Protections de berge caractéristique du Carol	33
Figure 17: Indice d'encaissement à l'échelle du linéaire d'étude	34
Figure 18: Extrait de l'arrêté préfectoral associé aux travaux du Sègre et du dossier réglementaire pour les travaux de recalibrage de la Vanera (Source : RTM).....	34
Figure 19: Rectification et/ou probable recalibrage des cours d'eau	35
Figure 20: Classe granulométrique dominante, classification Malavoi et Souchon, Opale 2023	36

Figure 21 : Illustration du développement du couvert forestier sur les versants et au sein de la bande active du Carol (THH CAR-3) entre 1953 et aujourd'hui	38
Figure 22: Taille et mobilité des atterrissements.....	39
Figure 23: Affleurements relevé lors de la phase terrain	42
Figure 24: Densité des ouvrages en travers(nbr/km) à l'échelle des THH	45
Figure 25 méthode de calcul du taux de fractionnement.....	46
Figure 26 : Taux de fractionnement en ‰ par THH	47
Figure 27: Franchissabilité des ouvrages	49
Figure 28 méthode de calcul du taux d'étagement	50
Figure 29: Taux d'étagement à l'échelle des THH	51
Figure 30: Synthèse de l'impact des ouvrages à l'échelle des THH.....	53
Figure 31 : Conclusion du diagnostic hydromorphologique	56
Figure 32: Principaux usages associés aux obstacles à la continuité écologique (sédimentaire et biologique)	57
Figure 33: Synthèse des enjeux associés aux protections de berge	59
Figure 35: Ecoulement lothique sur près de 20m de large sur le Sègre aval (à gauche) et faciès uniforme avec protections de berge en rive droite et rive gauche sur le Carol intermédiaire (à droite)	60

AVANT PROPOS

Lors de l'été 2023, la quasi -totalité du linéaire d'étude a été parcouru à pied permettant de dresser un état des lieux hydromorphologique des différents cours d'eau du bassin versant du Sègre. En complément de ce travail, une analyse des principales variables de contrôle des cours d'eau (géologie, topographie, encaissement des vallées, etc.) ont permis d'identifier des tronçons hydromorphologiques homogènes (THH). L'objectif de la phase de diagnostics est de pouvoir, sur la base de ces éléments, mettre en avant à l'échelle des bassin versant :

- Le fonctionnement hydromorphologique à une échelle globale.
- D'identifier les principales pressions venant perturber ce fonctionnement.
- De définir les grands enjeux de gestion.

C'est en effet sur la base de ces éléments qu'il sera possible ensuite de dégager des objectifs de gestion pour définir d'un programme d'action.

Le présent rapport vise donc à :

- Préciser des éléments de méthodologie mise en œuvre pour la réalisation du diagnostic
- Décrire le fonctionnement hydromorphologique sur l'ensemble de la zone d'étude mais aussi à l'échelle des différents bassins versant. Nous nous intéresserons aux expressions des dynamiques hydro-morphologiques (état actuel, évolution, pressions) dans les trois grandes dimensions d'une hydrosystème (latérale, verticale et longitudinale).
- Préciser les principaux enjeux de gestion du bassin versant du Sègre.

Ce rapport s'accompagne de fiches « Masse d'Eau » qui permettent une lecture des principales observations et analyses réalisées à l'échelle de chaque THH pour chacune des masses d'eau recensées par le SDAGE sur le linéaire d'étude.

INTRODUCTION

1 Description de la zone d'étude

1.1 CONTEXTE INSTITUTIONNEL

La Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne travaille depuis de nombreuses années sur le domaine du grand cycle de l'eau. Elle a été la structure porteuse du Contrat de Rivière du Sègre initié en 2003 et mis en place à partir de janvier 2008 jusqu'en 2012. Avec des thématiques diverses dont la gestion du risque inondation et la mise en valeur des milieux aquatiques et du patrimoine lié à l'eau.

C'est donc logiquement qu'en 2018, dans le cadre de la Loi MAPTAM, la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne (CCPC) a récupéré la compétence GEMAPI des communes membres.

En tant que structure Gemapienne, il appartient donc à la CCPC de mettre en œuvre les politiques publiques afin d'atteindre le bon état écologique des masses d'eau dans le cadre de la DCE au niveau Européen et dans sa déclinaison nationale au travers du SDAGE de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

A noter que la CCPC a pour particularité d'être transfrontalière et d'avoir une enclave espagnole, au sein de son territoire, avec la commune de Llivia.

1.2 CONTEXTE SPECIFIQUE AU BASSIN VERSANT DU SEGRE

La CCPC et plus précisément le bassin versant du Sègre s'inscrit dans un territoire de montagne et constitue un bassin versant transfrontalier du fait de l'enclave de Llivia mais également de son exutoire qui se situe sur le territoire espagnol. La Vanéra et le Carol ne confluent avec le Sègre qu'après la frontière espagnole.

Les cours d'eau du bassin versant prennent leur source dans le Massif de Puigmal au Sud, le massif du Carlit et de Campcardos au Nord et à l'Ouest. La partie aval du bassin versant français du Sègre correspond à la plaine de Cerdagne. A l'échelle du bassin versant, les cours d'eau présentent toutefois de fortes pentes caractéristiques des torrents de montagnes (> à 4% en moyenne). Il s'agit donc d'un territoire relativement peu urbanisé. Les principales zones urbaines situées à proximités des cours d'eau se situent dans la plaine de

Cerdagne. Cette dernière reste dominée par des activités agricoles et notamment l'élevage, la production céréalière et légumineuse. Les secteurs en amont de la plaine de Cerdagne sont, quant à eux, dominés par des espaces naturels et notamment des forêts et prairies. Les enjeux écologiques y sont importants avec la présence de zones Natura2000 « Capcir-Carlit » et « Campcardos » pour la Directive Oiseaux et Habitat mais également la réserve naturelle d'Eyne. L'intégralité du bassin versant se situe également au sein du PNR Pyrénées Catalanes ainsi que sur l'aire de répartition du Desman des Pyrénées, espèce endémique à la chaîne Pyrénéenne et très présente dans les Pyrénées catalanes.

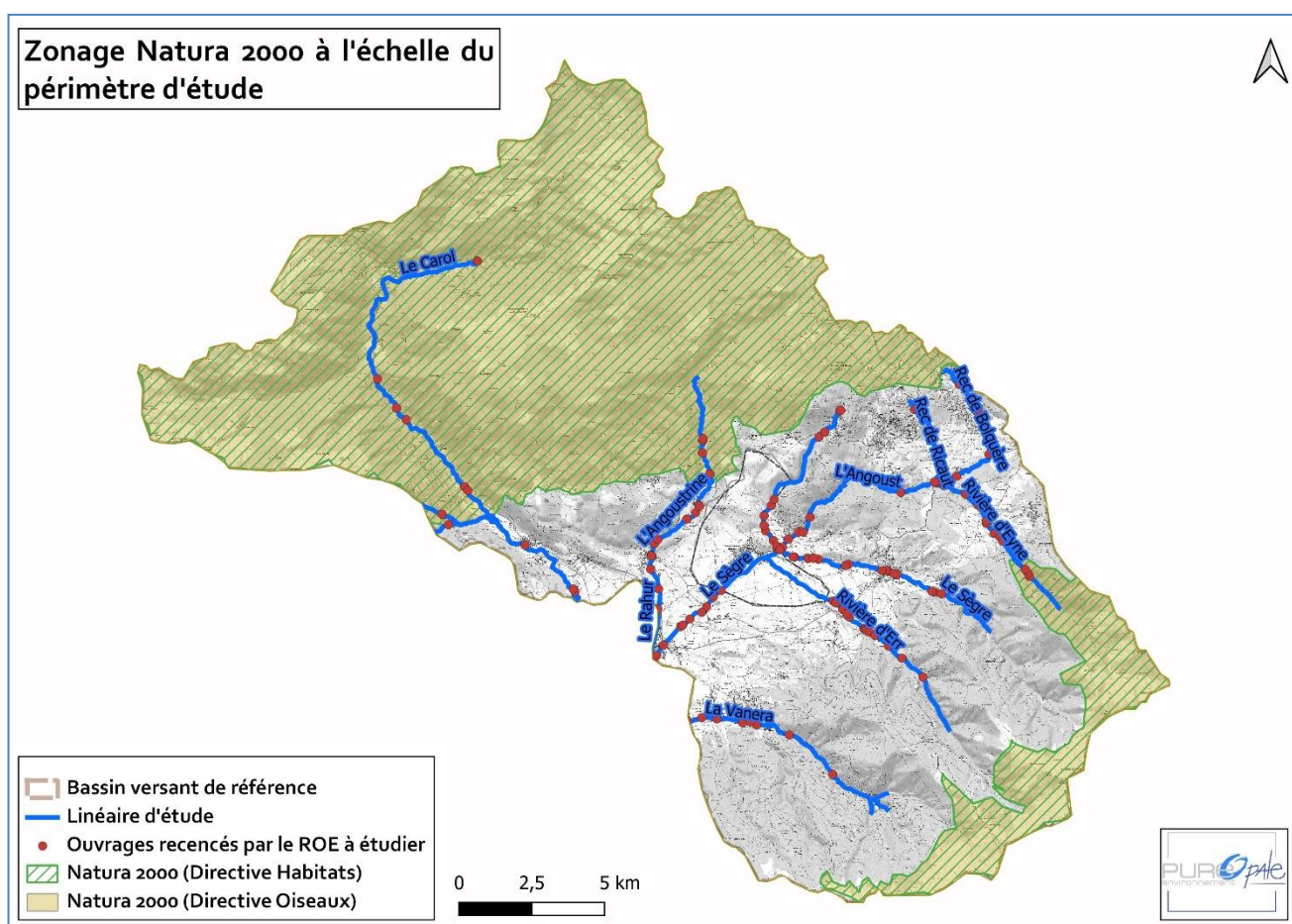


Figure 1 : Zonage Natura 2000 sur le bassin versant du Sègre

1.3 CONTEXTE AU REGARD DU SDAGE

Le bassin versant du Sègre rassemble 16 masses d'eau distinctes dont 2 étangs et 2 cours d'eau en très bon état qui ne font pas partie de l'étude. L'objectif d'atteinte ou de préservation de bon état écologique concerne donc 11 masses d'eau dont 4 sont actuellement classées dans un état moyen.

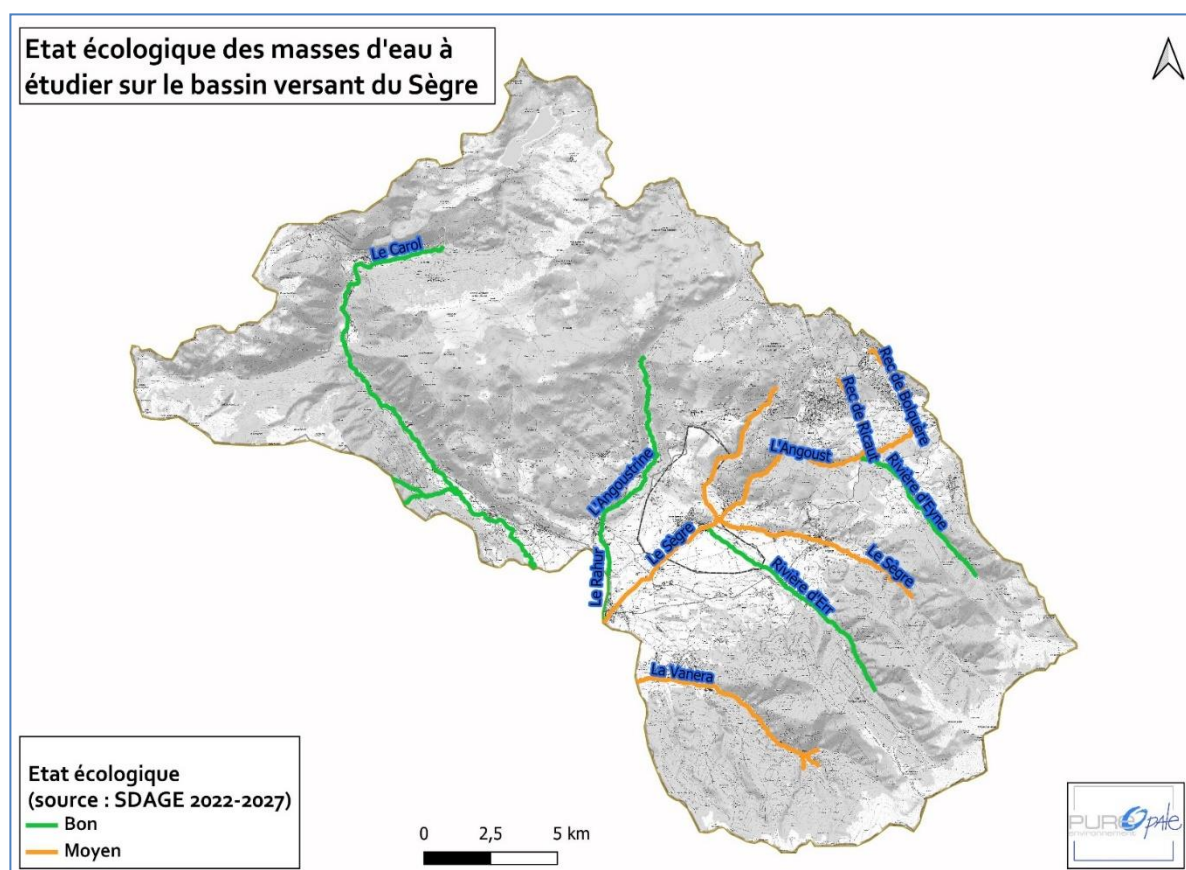


Figure 2: Cartographie de l'état écologique des masses d'eau à étudier

D'après le SDAGE 2016-2021, les pressions à traiter pour toutes ces masses d'eau afin d'atteindre ou préserver le bon état écologique sont :

- La gestion quantitative : il s'agit d'une problématique majeure (l'ensemble du linéaire d'étude) qui ne peut être traitée que par le prisme de l'hydromorphologie, même si de nombreuses interactions existent entre ces deux thématiques. Elle est gérée par la CCPC via l'animation d'un PGRE.
- La continuité écologique : le SDAGE préconise pour toutes ces masses d'eau une « étude globale ou un schéma directeur visant à préserver les milieux aquatiques ». Cette étude répond à cette préconisation.

- La morphologie : plusieurs masses d'eau sont concernées par ce type d'altération (Carol, Vanéra, Angoustrine, Estarouge, ...). Il s'agit ici de préciser ce diagnostic établi par le SDAGE.



Figure 3 Principales altérations (tireté bleu clair = hydrologie ; trait bleu foncé = morphologie) recensées dans le SDAGE et PGM 2022-2027

2 Rappel des objectifs de l'étude

L'objectif général de l'étude est d'identifier les moyens d'action permettant à termes, l'atteinte du bon état écologique pour l'ensemble des masses d'eau du bassin versant du Sègre. Les moyens d'action, seront précisés dans un programme d'action portant sur deux volets (hydromorphologique et continuité sédimentaire) qui reposera lui-même sur un travail de définition des objectifs de gestion.

Pour cela, la première étape de travail est de préciser le fonctionnement physique des cours d'eau et les enjeux associés.

3 Rappel des principaux éléments méthodologiques

3.1 ETAT DES LIEUX- ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ET RELEVÉ DE TERRAIN

3.1.1 VOILET HYDROMORPHOLOGIQUE

Concernant les aspects hydromorphologiques, les études antérieures sur le territoire sont peu nombreuses sans aucunes données ne pouvant réellement être valorisées.

L'état des lieux a donc essentiellement consisté en un inventaire de terrain permettant de caractériser :

- l'état du lit (géométrie sommaire, faciès d'écoulement, granulométrie, atterrissements, processus verticaux) ;
- l'état des berges (naturelle stable, naturelle en érosion, artificialisé) ;
- les différentes pressions physiques (protection de berge, seuil, couverture, ...) ;
- l'état de la qualité des milieux riverains.

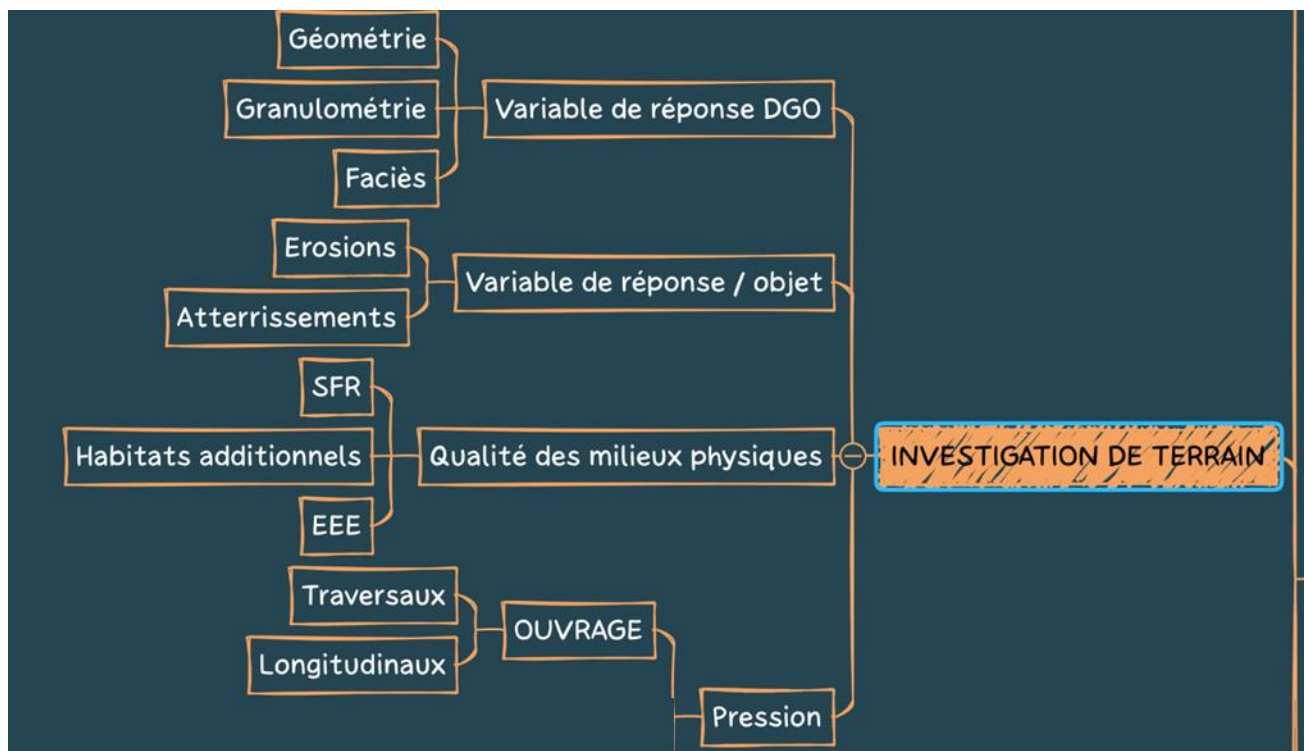


Figure 4: Paramètres morphologiques relevés lors de la phase terrain classés par type d'informations décrites

L'atlas de l'état des lieux est constitué de l'ensemble des cartographies présentées lors de la réunion de lancement de l'étude le 09/10/2023.

3.1.2 VOLET CONTINUITE ECOLOGIQUE

Concernant la continuité écologique, plusieurs études ont déjà été menées ces 15 dernières années. On peut notamment citer :

- LUBON (2009) Restauration de la continuité écologique en Cerdagne sur la Vanéra, 103 p.
- CIZABUIROZ (2011) Réalisation d'un schéma de restauration de la continuité écologique : Bassin versant du Sègre en Cerdagne (Pyrénées Orientales), 58 p.
- Fédération de Pêche 66 (2020) Diagnostic de l'état physique du Sègre aval (de Llivia à la frontière espagnole) en vue de sa réhabilitation physique, 44 p.
- Fédération de Pêche 66 (2022) Diagnostic de l'état physique de la Vanéra en vue de sa réhabilitation physique, 32 p.
- Fédération de Pêche 66 (2023) Diagnostic de l'état physique du Riu des Fontanals (Affluent de la rivière d'Eyne) en vue de sa réhabilitation physique, 19 p.

Chacune de ces études ont été menées en suivant différentes méthodologies avec parfois une superposition de résultats qui parfois divergent et une exhaustivité des variables relevées différente d'une étude à l'autre. Il y a donc eu un premier travail d'homogénéisation qui a permis de classer les données disponibles en 2 catégories :

- **Les données minimales nécessaires à la caractérisation des ouvrages :**

- un identifiant unique ;
- la position de l'ouvrage (coord. x; y) ;
- sa hauteur de chute ;
- Dimension de l'ouvrage : longueur, hauteur, largeur, pente
- État général de l'ouvrage : ruiné, mauvais, moyen, bon
- Présence/absence d'éléments mobiles
- La présence ou non de dispositif de franchissement
- une estimation de sa franchissabilité (sur la base du rapport de CIZABUIROZ (2011) « Réalisation d'un schéma de restauration de la continuité écologique : Bassin versant du Sègre en Cerdagne (Pyrénées Orientales), »
- avec pour espèce cible une truite fario de 15 à 20cm).

Ces données ont fait l'objet d'une vérification systématique lors de la phase de terrain.

- **Les données complémentaires utiles à la caractérisation de l'ouvrage**

- Caractéristiques hydrauliques : Hauteur de fosse (Hf), la hauteur des tirants d'eau en crête et sur l'ouvrage (H et h).
- Le niveau de rétention sédimentaire : hauteur de la revanche à l'arrière de la crête, composition granulométrie, ...
- Usage associé à l'ouvrage.

Ces données n'ont pas fait l'objet de mise à jour systématique mais feront l'objet d'une révision particulière pour les ouvrages qui seront retenus au sein du plan d'action. Une seconde visite sur le terrain est prévue à cet effet. La mise à jour des données a fait l'objet d'un catalogue de fiche ouvrage remis en clôture de la phase d'état des lieux.

Seuil # : Angoust02 Cours d'eau : Angoustrine PK: 13532 Tronçon : AGU-1		Caractéristiques de la franchissabilité à la montaison <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Obstacle total</th> <th>Obstacle majeur</th> <th>Obstacle partiel</th> <th>Effet mineur</th> <th>Inconnu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hauteur de chute (m):</td> <td>0.3</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Hauteur de la fosse d'appel (m):</td> <td>40 - 50 cm</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Tirant d'eau radier (m):</td> <td>< 15 cm</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Obstacle total	Obstacle majeur	Obstacle partiel	Effet mineur	Inconnu	Hauteur de chute (m):	0.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hauteur de la fosse d'appel (m):	40 - 50 cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tirant d'eau radier (m):	< 15 cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Obstacle total	Obstacle majeur	Obstacle partiel	Effet mineur	Inconnu																				
Hauteur de chute (m):		0.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																				
Hauteur de la fosse d'appel (m):		40 - 50 cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																				
Tirant d'eau radier (m):	< 15 cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
Continuité Ecologique <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Obstacle total</th> <th>Obstacle majeur</th> <th>Obstacle partiel</th> <th>Effet mineur</th> <th>Inconnu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Franchissabilité: 0.33</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Impact TS: 1</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Obstacle total	Obstacle majeur	Obstacle partiel	Effet mineur	Inconnu	Franchissabilité: 0.33	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Impact TS: 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caractéristiques hydro-sédimentaires <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Hauteur de revanche (m): 0</td> <td>Impact pente / THH : NR</td> </tr> <tr> <td>Nature de la charge piégée:</td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> Limon <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Graviers <input type="checkbox"/> Cailloux <input type="checkbox"/> Pierres/bloc </td> </tr> </tbody> </table>	Hauteur de revanche (m): 0	Impact pente / THH : NR	Nature de la charge piégée:	<input checked="" type="checkbox"/> Limon <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Graviers <input type="checkbox"/> Cailloux <input type="checkbox"/> Pierres/bloc			
	Obstacle total	Obstacle majeur	Obstacle partiel	Effet mineur	Inconnu																					
Franchissabilité: 0.33	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
Impact TS: 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
Hauteur de revanche (m): 0	Impact pente / THH : NR																									
Nature de la charge piégée:	<input checked="" type="checkbox"/> Limon <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Graviers <input type="checkbox"/> Cailloux <input type="checkbox"/> Pierres/bloc																									
	Localisation <table border="1"> <tbody> <tr><td>Commune 1: Estavar</td></tr> <tr><td>Commune 2: ---</td></tr> <tr><td>Coordonnée X: 617361.2795</td></tr> <tr><td>Coordonnée Y: 6152465.0833</td></tr> <tr><td>ID ROE: ---</td></tr> <tr><td>Propriétaire: NR</td></tr> </tbody> </table>	Commune 1: Estavar	Commune 2: ---	Coordonnée X: 617361.2795	Coordonnée Y: 6152465.0833	ID ROE: ---	Propriétaire: NR																			
Commune 1: Estavar																										
Commune 2: ---																										
Coordonnée X: 617361.2795																										
Coordonnée Y: 6152465.0833																										
ID ROE: ---																										
Propriétaire: NR																										
Caractéristiques principales <table border="1"> <tbody> <tr><td>Type: Seuil déversoir</td></tr> <tr><td>Etat: Moyen</td></tr> <tr><td>Nature: Béton</td></tr> <tr> <td>Redan: 0</td> <td>Hmax redan: ---</td> </tr> <tr> <td>Haut (m): 0.3</td> <td>Long (m): 0.3</td> <td>Larg (m): 10</td> </tr> <tr><td>Dispositif franchissement: Non</td></tr> </tbody> </table>	Type: Seuil déversoir	Etat: Moyen	Nature: Béton	Redan: 0	Hmax redan: ---	Haut (m): 0.3	Long (m): 0.3	Larg (m): 10	Dispositif franchissement: Non	Caractéristique hydraulique <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Déversement: ---</td> <td>Dispositif hydraulique: Non</td> </tr> <tr> <td>Prise d'eau: Oui</td> <td>Etat Dispositif: ---</td> </tr> <tr> <td colspan="2">% débit du cours d'eau capté par la prise d'eau: 1</td> </tr> </tbody> </table>	Déversement: ---	Dispositif hydraulique: Non	Prise d'eau: Oui	Etat Dispositif: ---	% débit du cours d'eau capté par la prise d'eau: 1											
Type: Seuil déversoir																										
Etat: Moyen																										
Nature: Béton																										
Redan: 0	Hmax redan: ---																									
Haut (m): 0.3	Long (m): 0.3	Larg (m): 10																								
Dispositif franchissement: Non																										
Déversement: ---	Dispositif hydraulique: Non																									
Prise d'eau: Oui	Etat Dispositif: ---																									
% débit du cours d'eau capté par la prise d'eau: 1																										
Usages <table border="1"> <tbody> <tr><td>Usage associé: Agricole</td></tr> <tr><td>Usage en cours: Oui</td></tr> </tbody> </table>	Usage associé: Agricole	Usage en cours: Oui																								
Usage associé: Agricole																										
Usage en cours: Oui																										

Figure 5: Exemple de fiche ouvrage

3.2 MORPHOLOGICAL QUALITY INDEX (MQI)

Le MQI (ou IQM en français) est un indice d'hydromorphologie développé par Rinaldi en 2012 en Italie. Il a été conçu pour répondre au nouveau cadre réglementaire imposé par la DCE (2000) à l'échelle européenne. Cet indice permet une évaluation de la qualité hydromorphologique d'un cours d'eau en se reposant sur 28 métriques réparties en trois volets : fonctionnalité (géomorphologie fonctionnelle du cours d'eau), artificialité (impact anthropique lié aux divers aménagements du cours d'eau), et ajustement du lit (évolution du tracé du linéaire au cours du temps).

THEMATIQUES	VARIABLES
CONTINUITE	Continuité longitudinale des flux sédimentaires et de bois Connexion à l'encaissant
MORPHOLOGIE	Correspondance des formes fluviales avec la pente du fond de vallée Diversité des formes fluviales (faciès) Diversité des géométries Structure et altération des fonds du lit (colmatage, pavage) Présence de bois mort
RIPISYLVE	Largeur de ripisylve Extension longitudinale de la végétation rivulaire et présence de macrophyte
PRESSIONS	Altération du régime hydrologique et/ou sédimentaire en amont Altération du régime hydrologique et / ou sédimentaire à l'échelle du tronçon Présence d'ouvrages de traversée Présence de protections de berge Présence d'ouvrages de stabilisation (seuil) Extraction de sédiments ou de bois Entretien de la végétation
AJUSTEMENT DU LIT	Changement de style fluvial Ajustement latéraux

Tableau 1 : Liste des indicateurs évalués pour le calcul du MQI

Le calcul de l'indice repose sur l'emploi d'une fiche macro Excel qui à l'issue de sa complétion produit une note allant de 0 à 1 en fonction de la classe de qualité du cours d'eau étudié. Un système de classement de ce score (cf. Tableau 1) permet d'établir le niveau de qualité morphologiques d'un tronçon.

MQI	QUALITY CLASS
$0.0 \leq IQM < 0.3$	<i>Bad</i>
$0.3 \leq IQM < 0.5$	<i>Poor</i>
$0.5 \leq IQM < 0.7$	<i>Moderate</i>
$0.7 \leq IQM < 0.85$	<i>Good</i>
$0.85 \leq IQM < 1.0$	<i>High</i>

Tableau 2 : Classement du score MQI

Grâce son développement et son utilisation dans de multiple projet à l'échelle internationale, le MQI a pour avantage :

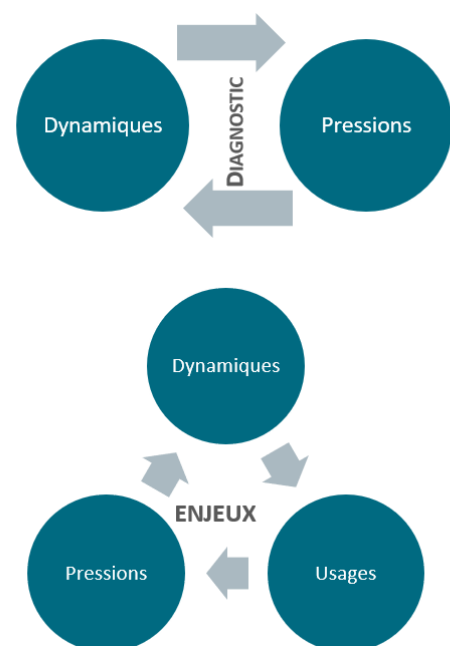
- De s'intéresser à l'échelle de tronçons (0,1-10 km) pour lesquels la méthode cherche à déterminer l'état de référence (état « non perturbé » ou impacts « très faibles »). La méthode n'est pas destinée à déterminer les états cibles, mais elle peut être détournée pour prioriser des campagnes de mesures, des actions de restauration physique ou des scénarios d'aménagement comme présenté ici.
- D'être destinée à une utilisation autonome par les agences et syndicats de bassins. Elle ne requiert ainsi que des connaissances classiques en géomorphologie fluviale et ses outils de base (logiciel de système d'information géographique – SIG – et visites de terrain).
- D'avoir été développé spécifiquement pour être en phase avec la directive cadre sur l'eau (DCE) de la Commission européenne.
- D'avoir, malgré une utilisation simple, des fondements basés sur l'avis d'experts du domaine quant aux poids, bornes et jalons des vingt-huit indicateurs à mesurer.

3.3 DYNAMIQUES/PRESSION/ENJEUX – LE SQUELETTE DU DIAGNOSTIC

Une fois le score MQI déterminé, il s'agit d'identifier :

- 1) Quelles sont les principales pressions qui pénalise la qualité morphologique des cours d'eau ?
- 2) Comment ces pressions influencent les dynamiques hydromorphologiques ?
- 3) Dans quelle mesures ces dynamiques interagissent avec les usages associés au cours d'eau et constitue ou non de véritables enjeux ?

C'est *in fine* l'identification des enjeux du territoire qui vont permettre d'établir les objectifs du plan d'action à venir.



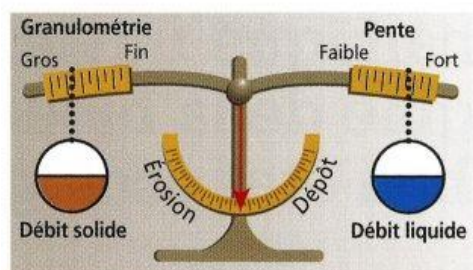
BILAN DU FONCTIONNEMENT A L'ECHELLE GLOBALE

1 Variables de contrôle et tronçons de fonctionnement homogène

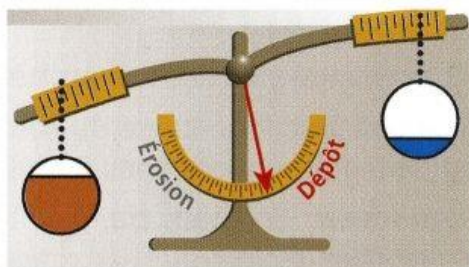
1.1 LES VARIABLES DE CONTROLES

La notion de variables de contrôle recouvre les éléments structurant pour le fonctionnement hydromorphologique qui ne change pas à l'échelle pluriséculaire. Les variables de contrôle s'imposent directement à la rivière et déterminent son évolution physique. Ces variables sont principalement le débit liquide (Q) et le débit solide (Q_s). Le rapport « d'équilibre » entre ces deux éléments conditionne les processus de dépôts sédimentaire ou d'érosion, comme l'illustre le concept de la balance de Lane.

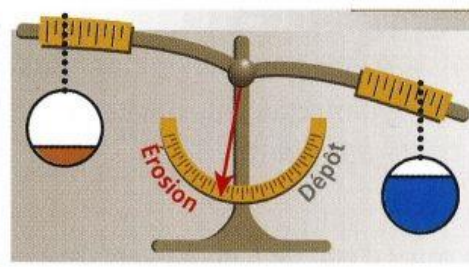
Balances de Lane



Etat d'équilibre



Baisse de la pente ou du débit :
dépôt des sédiments



Augmentation de la pente ou
du débit : érosion

© Restauration des cours d'eau - Recueil d'expériences

Q et Q_s sont eux-mêmes déterminés par la pente (à l'échelle du tronçon, soit la pente globale du fond de vallée) et la granulométrie. La taille des sédiments peut varier localement, mais elle est déterminée, comme la pente, à une échelle plus large par l'orographie et la géologie qui peuvent être synthétisée via la forme du fond de vallée qui détermine les sources sédimentaires (alluvion ou colluvion) et les capacités d'ajustement du cours d'eau. La pente, quant à elle, détermine la puissance disponible des écoulements.

Nous retenons donc pour la sectorisation en tronçon hydro morphologiquement homogène (THH) les paramètres suivants :

- La superficie du bassin comme proxy et la pente de Q
- La géologie et l'orographie comme proxy de Qs. Nous retenons pour décrire ces variables l'indice d'encaissement approchée par rapport entre largeur du cours d'eau rapporté à la largeur du fond alluvial (couche Fz des cartes géologique)
- La pente du fond de vallée. Cette donnée a été déterminé via l'extraction d'un profil en long à partir des données du RGE Ati.

1.2 DELIMITATION DES TRONÇONS HYDROMORPHOLOGIQUES HOMOGENES (THH)

L'utilisation de certains critères présentés ci-dessous (superficie de bassin versant ; largeur du fond de vallée ; pente) ont permis l'identification de différents tronçons. Chaque brin hydrographique est découpé entre 1 et 4 THH. Au total, à l'échelle du bassin versant du Sègre et du Carol, 21 THH ont été identifiés. Leurs principales caractéristiques sont rappelées dans le Tableau 3 : liste des THH avec leurs principales caractéristiques

et leur délimitation sur la figure 6.

Les THH seront utilisés comme unité spatiale d'analyse dans le cadre du diagnostic.

Les THH seront utilisés comme unité spatiale d'analyse dans le cadre du diagnostic.

THH	Nom	Limite amont	Limite aval	Confinement	Sinuosité	Pente (m/m)	Index de confinement
AGI-1	Angoustrine	pont du Mas de Flori	pont de la rue Fabre	U	1,02	0,02	5,05
AGI-2	Angoustrine	pont de la D618	pont du Mas de Flori	C	1,06	0,04	1,00
AGI-3	Angoustrine	limite amont de prospection	pont de la D618	C	1,05	0,05	1,00
AGU-1	Angoust	Amont de Estavar	Confluence Augoust-Sègre	PC	1,04	0,02	13,59
AGU-2	Angoust	Résidence les Carlines-Pyrénées 2000	Amont boc Amunt	C	1,07	0,05	1,00
CAR-1	Carol	Amont de Quers	Aval la Vigyola - limite zone étude	PC	1,09	0,01	9,77
CAR-2	Carol	Amont rue du Pin de sucre	Porta	C	1,03	0,03	1,00
CAR-3	Carol	Amont Avenue du Puymorens	Aval El Passet (plan d'eau)	C	1,06	0,02	1,00
ERR-1	Err	Confluence avec la Sègre	Confluence avec Rec de Val Pouada	PC	1,09	0,03	24,57
EST-1	Estagouge	Amont de Llivia	Amont de Castell	PC	1,02	0,02	36,69
EST-2	Estagouge	Amont Estagouge	Aval Mas de St Esteve	C	1,04	0,07	1,00
EYN-1	Eyne	Confluence avec l'August	Amont d'Eyne	C	1,03	0,05	1,00
RAU-1	Raour	Pont de la rue Fabre	Confluence Sègre	U	1,02	0,01	13,66
RIC-1	Rec de Ricaut	Confluence avec l'August	Aval l'Ermitage	C	1,04	0,1	1,00
SEG-1	Sègre	Aval Bourg-Madame	Confluence avec l'August	U	1,02	0,01	22,60
SEG-2	Sègre	Confluence avec l'August	Costa dels Aiguals	U	1,03	0,02	15,95
SEG-3	Sègre	Costa dels Aiguals	Amont Mas Girves	C	1,03	0,05	1,00
TAR-1	Riu de Tarterès	La Riberosa	Confluence avec Riu de Tort	U	1,03	0,13	12,81
VAN-1	Vanéra	Riu de Vilallobent	Casa Pont	U	1,02	0,02	60,77
VAN-2	Vanéra	Casa Pont	Valcebollère	U	1,04	0,05	14,35
FON-1	rec de Fontanal	Confluence Eyne	Confluence Eyne	C	1,04	---	---

Tableau 3 : liste des THH avec leurs principales caractéristiques



Figure 6: Délimitation des THH

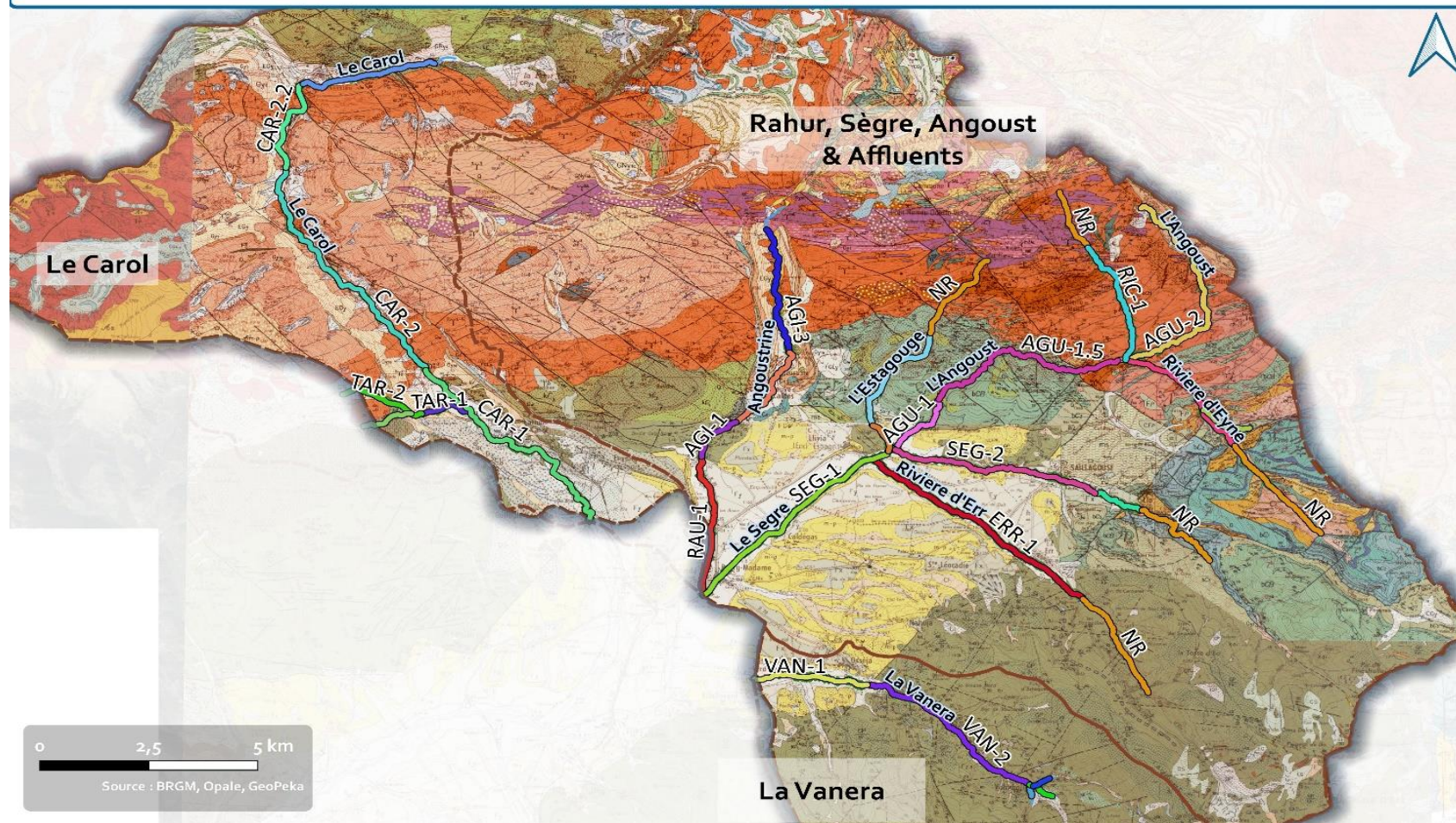


Figure 7: Carte géologique du bassin versant du Sègre (Source : BRGM)

2 Le style fluvial comme un élément descripteur du fonctionnement des cours d'eau

Le style fluvial peut se définir comme un ensemble de formes fluviales (faciès, tracé en plan, morphologie de section, granulométrie) résultant de la combinaison des variables de contrôle. Le style fluvial traduit de manière synthétique le fonctionnement du cours d'eau. Plusieurs typologies de styles fluviaux existent. Nous avons retenu pour la présente étude la typologie *Extended River Type* (ERT) qui est proposée dans le protocole MQI. Cette classification propose 22 catégories de rivière ce qui en fait une typologie assez complexe mais nous proposons ci-après une traduction de cette méthode vers la typologie simplifiée de l'Agence de l'eau RMC retenue pour la définition des Espaces de bon Fonctionnement (*Délimiter l'Espace de Bon Fonctionnement des cours d'eau*, 2016).

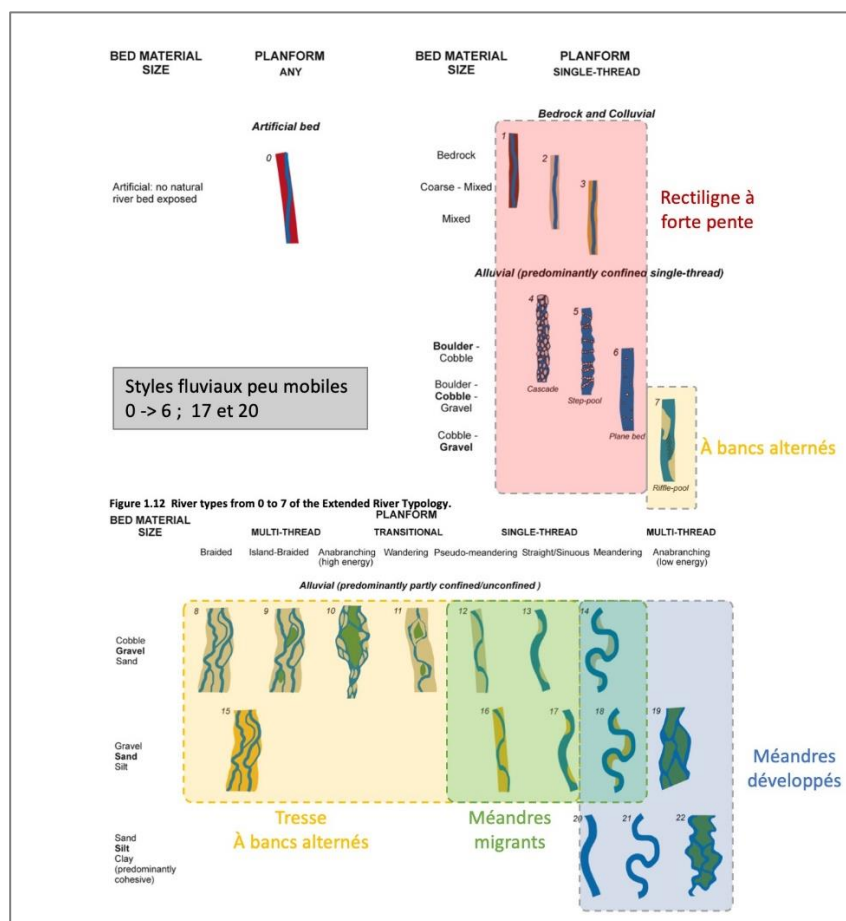


Figure 8 : Présentation de la typologie ERT et correspondance avec les styles fluviaux proposés dans le Guide EBF AE RMC, 2016

Dans le cadre de la présente étude, seuls quelques styles fluviaux ont été identifiés. Il s'agit de cours d'eau à chenaux uniques, essentiellement rectiligne comme l'indique le taux de sinuosité calculé à l'échelle des THH (cf. Tableau 3 : liste des THH avec leurs principales caractéristiques

) qui ne dépasse pas 1,1. Pour rappel, un cours d'eau est considéré comme rectiligne pour un taux de sinuosité < 1.05 , ce qui est le cas pour la plupart des THH, sauf AGI-1, AGU-2, CAR-1 et 3 ainsi que ERR-1. Ces tronçons sont seulement légèrement sinueux (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). A ce stade, nous considérons donc tous les tronçons comme rectiligne mais si pour certains d'entre eux il s'agira de vérifier si ce constat est naturel ou lié à des causes anthropiques.

Type	Taux de sinuosité
Rectiligne	$< 1,05$
Légèrement sinueux	$1,05 - 1,2$
Très sinueux	$1,2 - 1,5$
Méandrique	$> 1,5$

Tableau 4 : Classification des cours d'eau selon leur taux de sinuosité (Bravard and Malavoi, 2010)

Par ailleurs, les différents tronçons s'inscrivent :

- Soit directement sur le substratum (type 1, secteur de gorges) ou dans un contexte colluvial (type 2 ou 3 en fonction de la nature de la charge de fond). Il s'agit de cours d'eau confinés, ne pouvant généralement pas évoluer latéralement. Cours d'eau de tête de bassin, ils présentent des pentes élevées.
- Soit dans un contexte alluvial, s'écoulant dans une matrice sédimentaire assez « récente ». Ces cours d'eau sont partiellement ou non encaissés et présentent des formes de lits diversifiés en fonction de leur pente et de leur granulométrie :
 - type 4 : lit à cascade ;
 - type 5 : lit en escalier (*step-pool*) ;
 - type 6 : lit plat ;
 - type 7 : lit à séquence seuil/mouille (*riffle-pool*).

Les critères retenus pour la distinction entre les différents types est indiqué dans **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Certains tronçons ont fait l'objet d'ajustement à dire d'expert pour mieux coller aux observations de terrain.




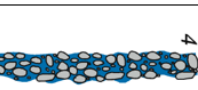



ERT	Nom	Fz abs/pré	Matériaux du lit	Pente	Descriptif	Profil
1	x	abs	Bedrock	(+++)	Lit de roche mère, ouverture très faible des versants	
2	x	abs	Coarse mixed	(++)	Lit de roche mère avec résidus alluviaux	
3	x	abs	Mixed	(+)	Lit de roche mère avec dépôts alluviaux, ouverture des versant > ERT 1/2	
4	Cascade	prés	Boulder	$\gg 0,04$	Cours d'eau dans amas de blocs Rupture de pente importante	
5	Step-pool	prés	Gravier grossier, Pierres grossières/fines	$> 0,04$	Profil d'escalier et de chute	
6	Rifle pool	prés	Gravier grossier, Pierres grossières/fines	$> 0,02$	Alternance de radiers et de moulles	
7	Plane bed	prés	Pierre, gravier	$> 0,01$	Tronçon homogène (rare chez cours d'eau inter)	

Tableau 5 : Critère retenus pour la classification de différents styles fluviaux

Style fluviaux selon la typologie ERT (Rinaldi et al., 2016) par THH

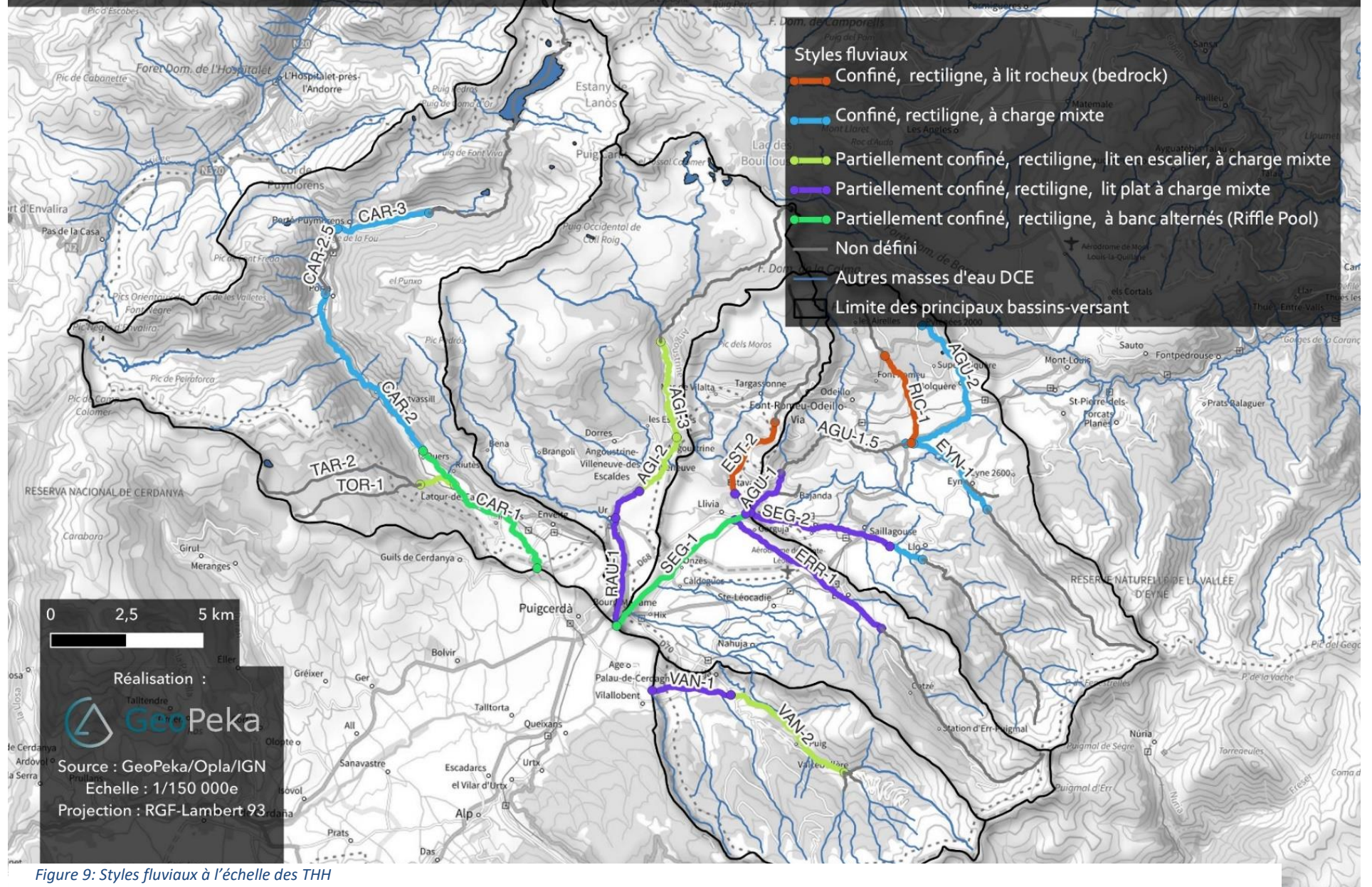


Figure 9: Styles fluviaux à l'échelle des THH

3 Bilan de la qualité morphologique à l'échelle des cours des THH

La détermination de la qualité montre que les cours d'eau les plus dégradés sont le Sègre, notamment le tronçon aval, et le Carol. A contrario, les têtes de bassin sont plutôt préservées, notamment sur la Vanéra, l'Estagouge, la rivière d'Eyne et le Carol. Cette vision synthétique de la qualité hydromorphologique à l'échelle du bassin, calculé à l'aide de nos mesures de terrain mérite d'être détaillée.

Etude de restauration hydromorphologique et amélioration de la continuité écologique sur le bassin versant du Sègre
Calcul de l'Index de Qualité Morphologique (MQI)

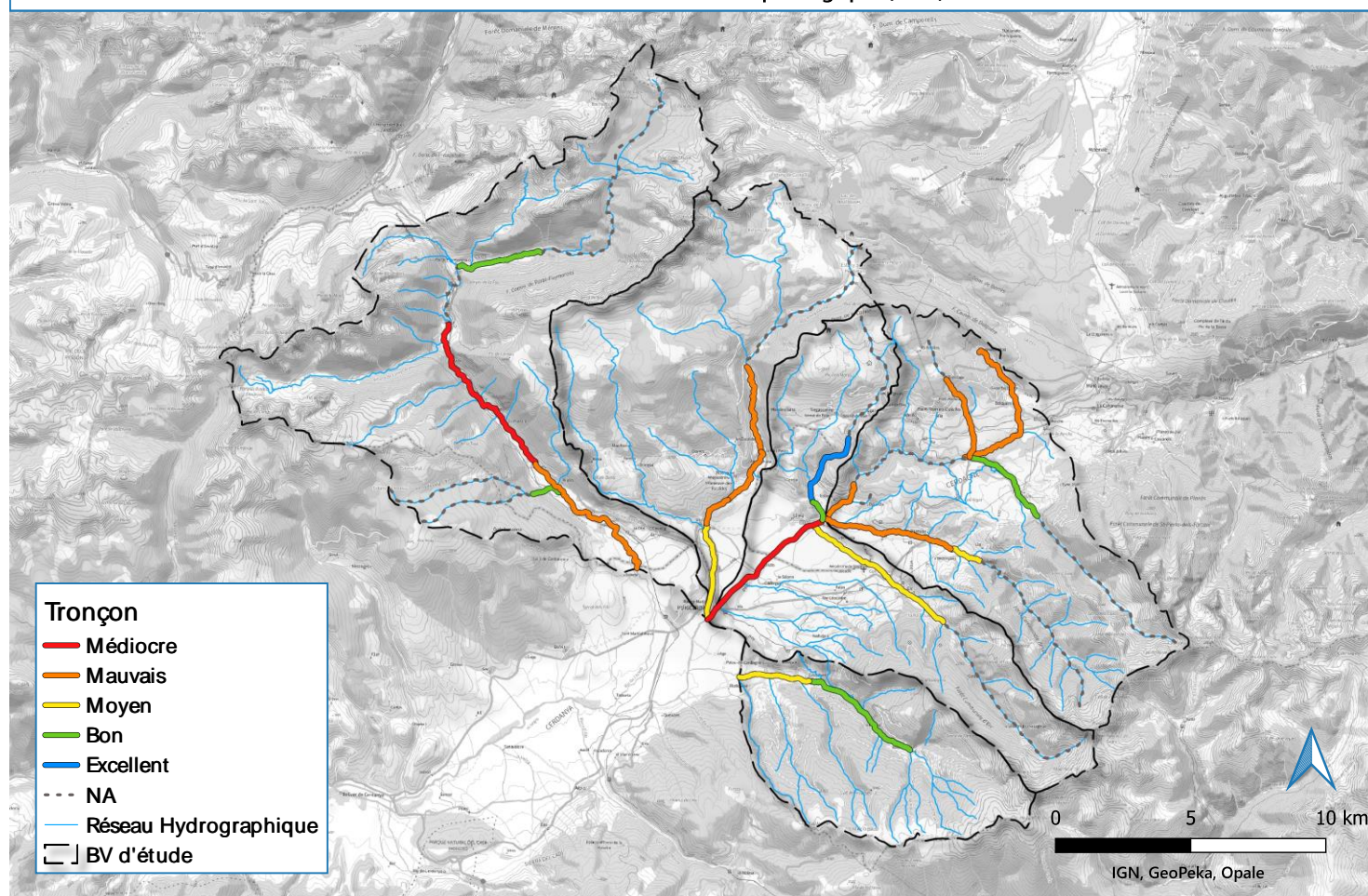


Figure 10: Qualité morphologique selon le MQI à l'échelle des THH

DETAILS DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE

1 Dynamiques latérales

La dynamique latérale d'un cours d'eau peut recouvrir deux processus qu'il s'agit de distinguer :

- D'une part, la mobilité par déplacement du chenal, soit progressivement via des érosions de berges, soit par défluviatation, c'est-à-dire le déplacement du lit vif dans un nouveau chenal (qui peut correspondre à un ancien tracé).
- D'autre part, les phénomènes de rétraction/dilatation de la bande active, qui correspondent à l'espace du lit mineur ou moyen où la force des écoulements est telle qu'elle induit des changements du milieu (effets physiques sur la végétation, déplacement d'alluvions, ...).

L'étude de la dynamique latérale sur le bassin versant s'est appuyée sur les relevés de terrains concernant les érosions de berges ainsi que sur une analyse diachronique (étude comparative temporelle) de l'ensemble du linéaire d'étude.

1.1 LES ÉROSIONS DE BERGE

L'analyse des érosions de berge, qui sont la manifestation la plus concrète des dynamiques latérales, nous permet d'être riche d'enseignement. Les principaux constats réalisés à l'issue de la phase de terrain concernant les érosions de berges sont :

- L'absence d'érosion de berge sur le bassin versant du Carol.
- Des érosions de berges peu nombreuses et souvent concentrées sur des secteurs relativement restreints (ex : Angoust et Sègre amont, Vanera intermédiaire).
- Une quasi absence totale d'érosion de berge dans la plaine de Cerdagne.

Globalement, la faible quantité d'érosion de berge est étonnante, car il s'agit d'un processus naturel que l'on retrouve assez communément sur tous types de style fluvial, notamment sur les cours de tête de bassin où les puissances sont assez fortes en raison des pentes. Une nette concentration des érosions sur l'Angoust

amont (THH AGU-2) est visible. La Vanéra présente aussi plusieurs érosions de berge, nettement moins dense mais assez régulièrement réparties sur l'ensemble du linéaire.

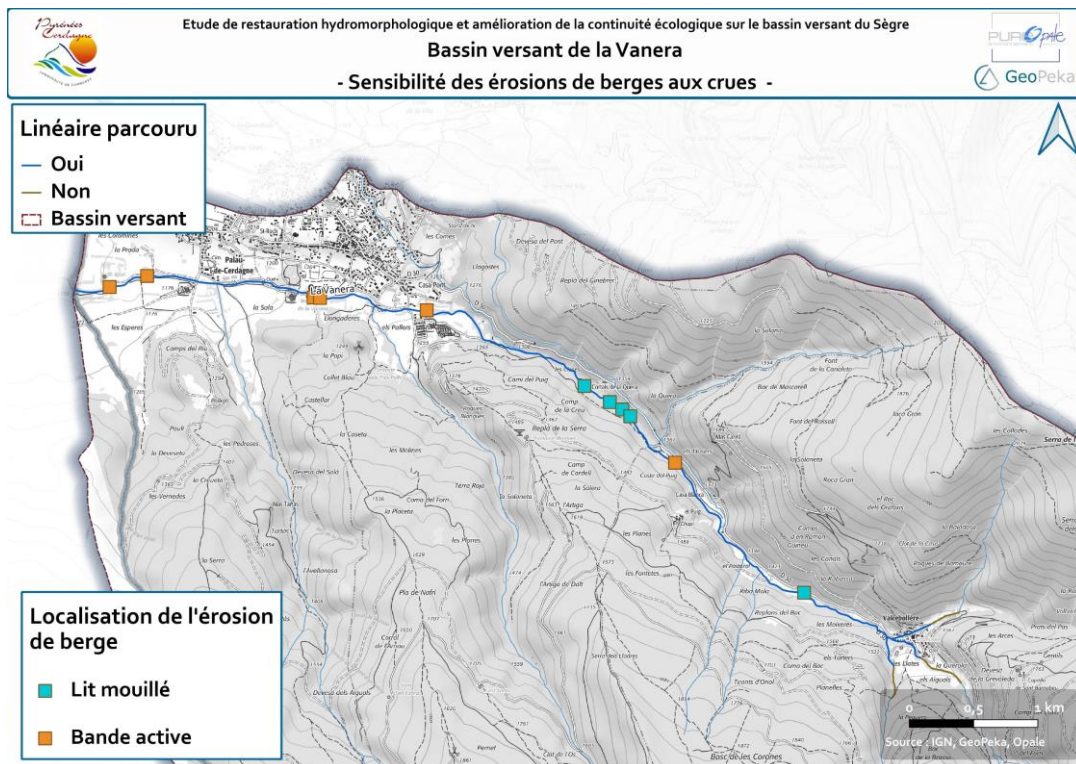
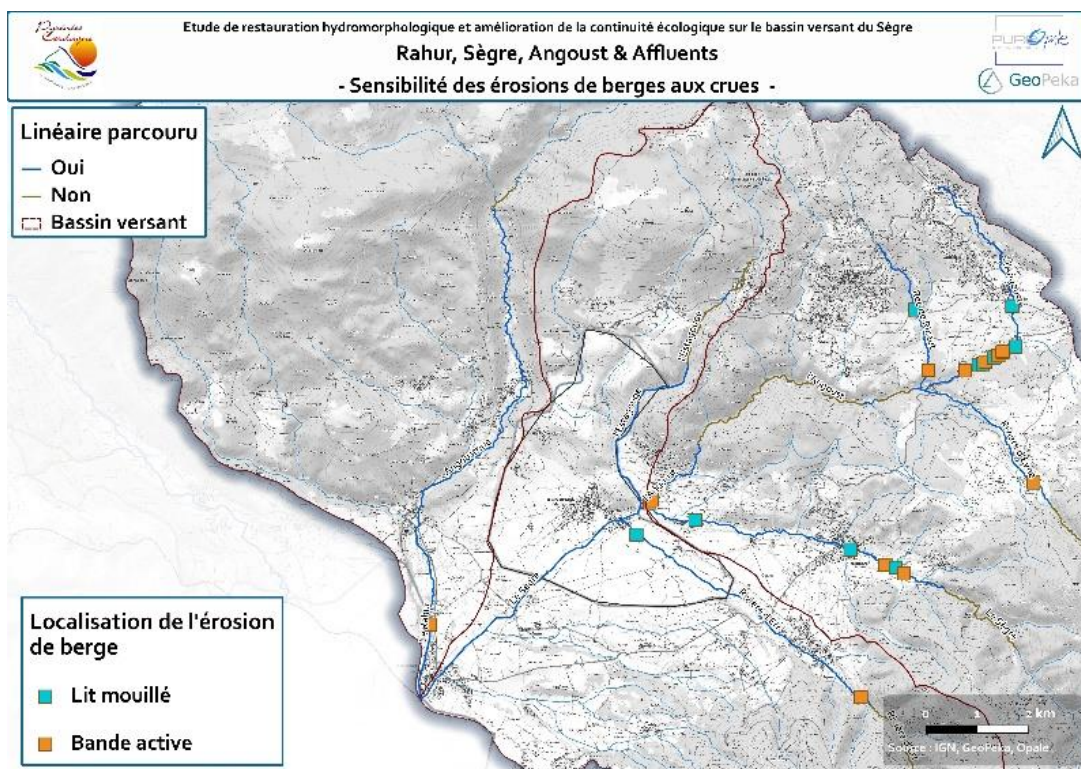


Figure 11: Relevé des érosions de berges lors de la phase terrain



Figure 12 : Illustration de quelques érosions levées sur la Vanéra

1.2 EVOLUTION DANS LE TEMPS DES MOBILITES LATERALES

Les dynamiques latérales ont été analysées sur le temps long grâce à une études diachroniques.

L'analyse diachronique a été réalisée à l'aide du site IGN « Remonter le temps » sur l'ensemble du périmètre d'étude. Les dates des photographies aériennes utilisées correspondent à 1953, 2003, 2016 et 2021

Les principales conclusions issues de ces analyses diachroniques sont :

- D'une manière générale, les évolutions de tracé en plan sont très faibles.
- De très rares secteurs présentent une tendance à l'augmentation récente de la sinuosité traduisant des secteurs actifs mis en évidence par ailleurs par les levés d'érosion de berge.

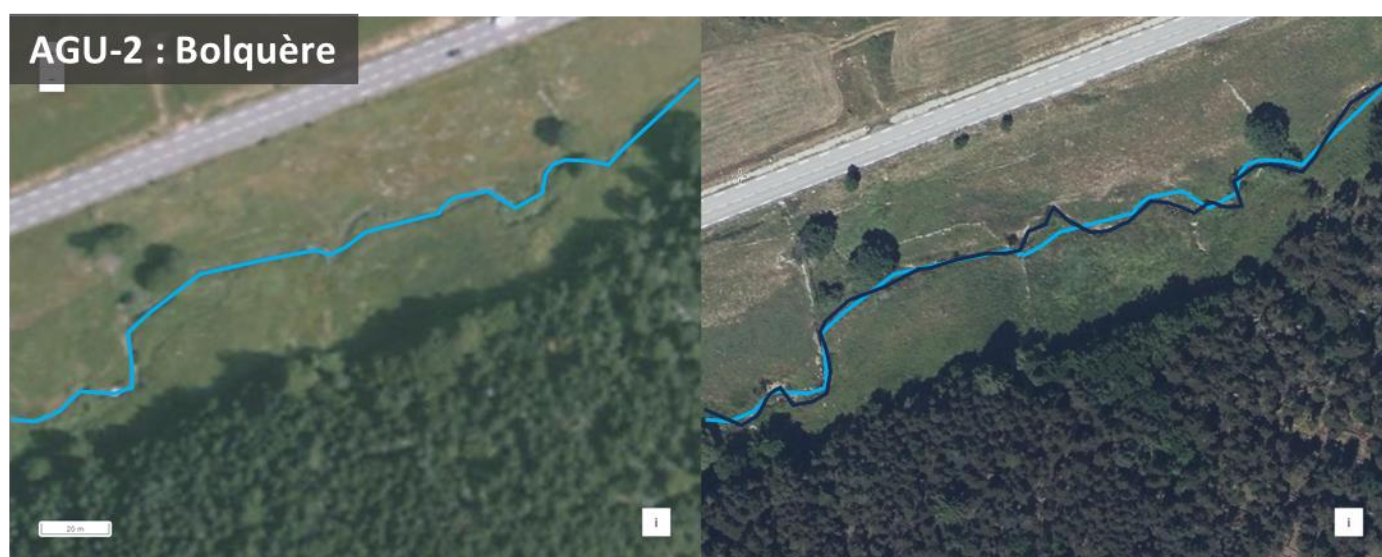


Figure 13: Augmentation de la sinuosité de l'Angoust à l'aval du village de Bolquère entre 2003 (à gauche-bleu claire) et 2021 (à droite – bleu foncé)

- Des secteurs où l'activité latérales est moins importante que par le passé. Deux cas de figures se présentes :
 - des secteurs où la réduction ne semble pas liée à une intervention directe sur le cours d'eau (Le Carol au droit du Camping municipal de Porté-Puymorens par exemple).
 - Des secteurs correspondant à des secteurs où le tracé en plan a été « rectifier » et qui correspondent alors à des pressions directes (traversée urbaine d'Err sur le cours d'eau éponyme).

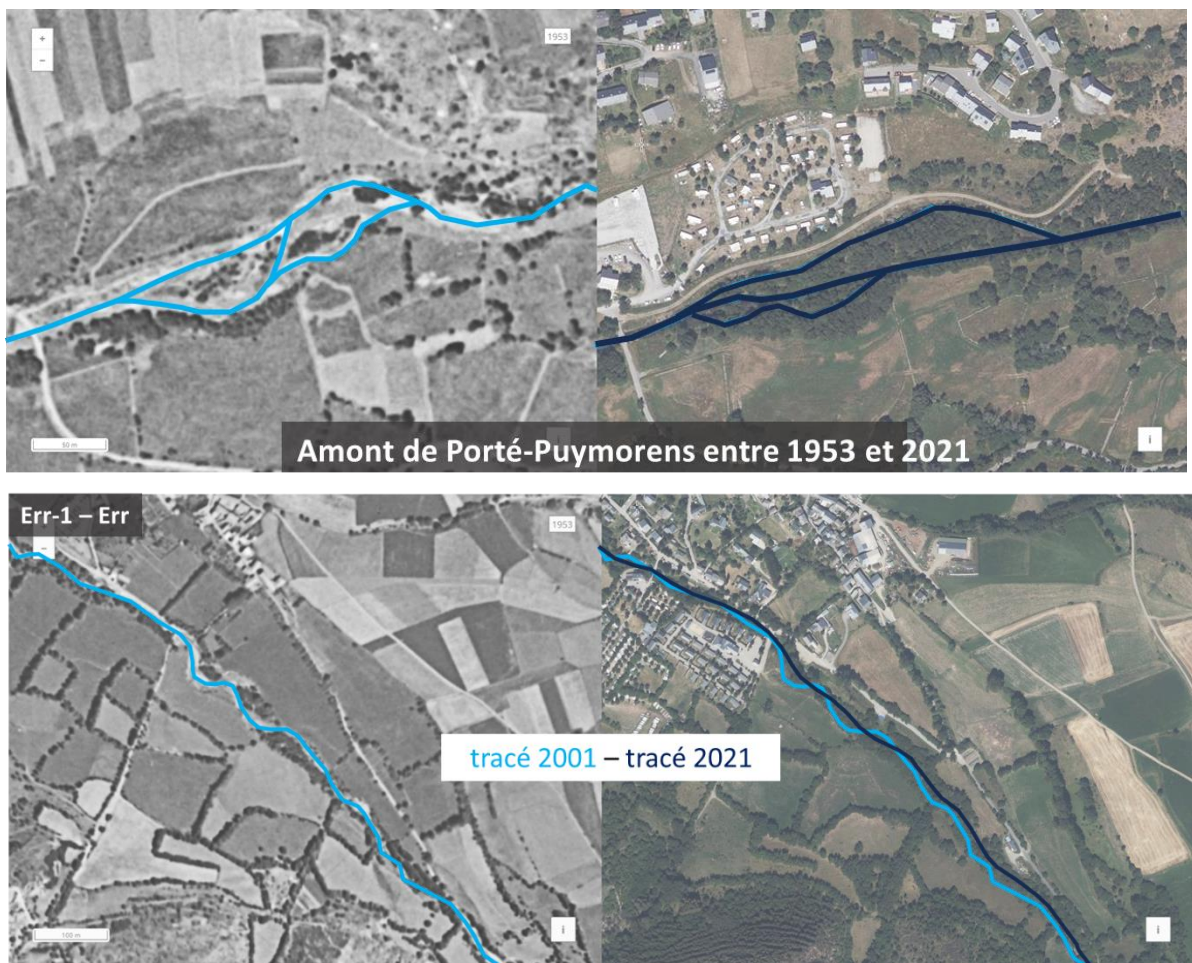


Figure 14 : Rectification du tracé du Carol et de l'Err suite à la création de protection de berge et/ou digue

De nombreux tronçons présentent naturellement aucune dynamique latérale étant donnée leur forte pente et le contexte colluvionnaire dans lesquels ils s'inscrivent. A l'inverse dans la plaine de Cerdagne où l'on retrouve un contexte alluvionnaire et des pentes plus modérées, des tronçons devraient théoriquement présenter une certaine dynamique latérale qui n'a toutefois pu être mise en avant ni à travers les analyses diachroniques, ni

à travers l'identification d'érosions de berge. Une synthèse de l'analyse des dynamiques latérales est présentée à travers la carte ci-dessous.

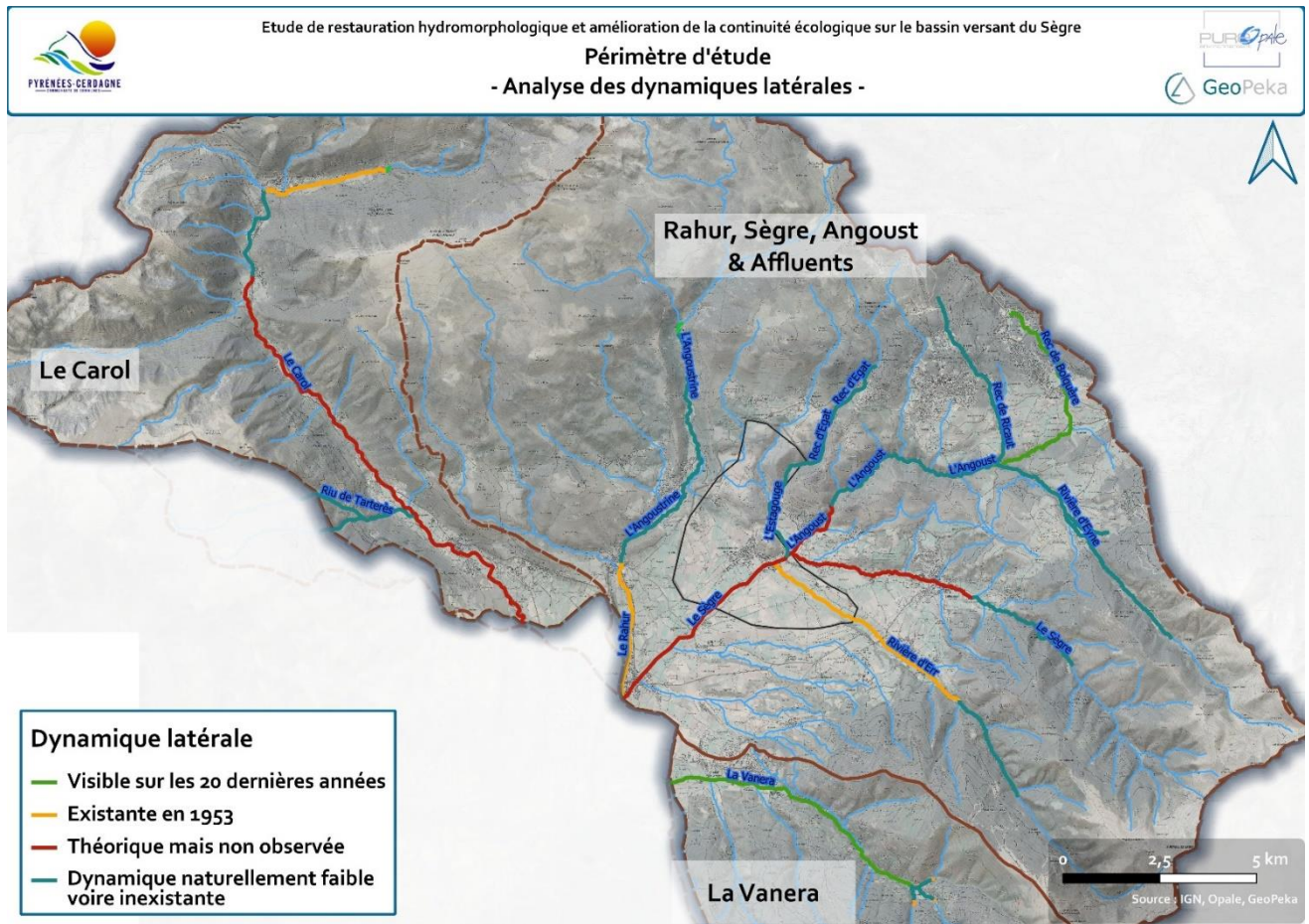


Figure 15: Synthèse de l'analyse des dynamiques latérales

Le faible niveau d'activité latérale, peut aussi s'expliquer par un développement de la végétation rivulaire, observé nettement sur l'analyse diachronique. L'augmentation de la strate arborée peut s'expliquer, quant à elle, par plusieurs facteurs : changement des pratiques agricoles riveraines, diminution de l'activité hydromorphologique (réduction des crues morphogènes, réduction de la charge en transit). Enfin, il aussi s'expliquer par la présence de pressions à l'image des ouvrages de protection.

1.3 LES PRESSIONS SUR LES DYNAMIQUES LATÉRALES

1.3.1 PROTECTIONS DE BERGE

La faiblesse de cette dynamique latérale s'explique en grande partie par un linéaire de protections de berge particulièrement conséquent, notamment sur les 4 plus grandes masses d'eau que sont le Carol, le Raur/Angoustrine, le Sègre et l'Angoust. A contrario, la densité de protection est assez faible sur le Sègre aval, sur la Vanéra ainsi que sur la rivière d'Err.

Les protections de berge levées sont majoritairement dans un état moyen à mauvais. Les protections de berges en bon état ou très bon état sont généralement associés à des enjeux urbains ou des infrastructures routières. Les protections de berges sont dans leur plus grande majorité en enrochement libre et date à priori d'il y a plus de 70 ans.



Figure 16: Protections de berge caractéristique du Carol

1.3.2 RECTIFICATION ET RECALIBRAGE

Ces protections de berges se sont d'ailleurs très probablement accompagnées d'un recalibrage des cours d'eau comme en témoigne l'homogénéisation et la rectitude du tracé du Sègre aval. Si l'on considère les cours d'eau avec les plus grands linéaires de protections de berges (Carol, Angoustrine) mais aussi et Sègre aval, on note que ces dernières ont des sections hydrauliques très larges et souvent très uniformes (jusque 25 à 30m de large pour le Sègre aval ou Carol intermédiaire). L'analyse de l'indice d'encaissement (rapport entre la

largeur plein bord et la profondeur plein bord), qui ne devrait pas naturellement dépasser les 10 (cf. données de références CARHYCE sur l'HER Pyrénées) montre en effet des surlargeurs sur le Carol et le Sègre aval (idem pour l'Angoustrine, mais plus ponctuellement).

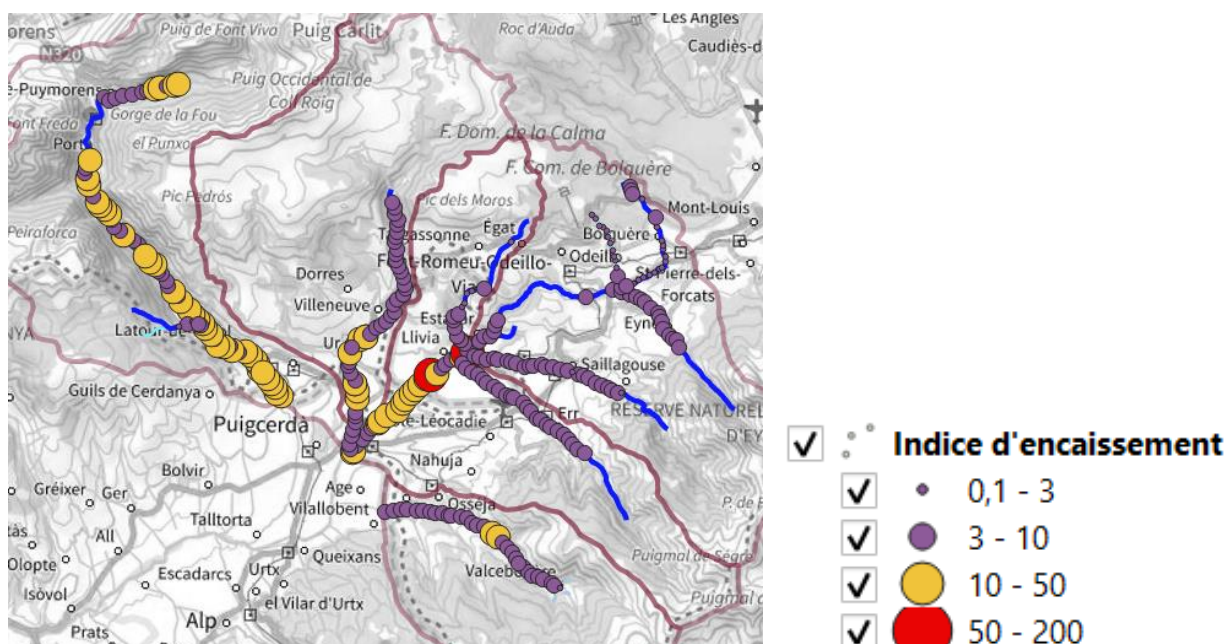


Figure 17: Indice d'ensaiement à l'échelle du linéaire d'étude

Certains de ces cours d'eau ont en effet très certainement fait l'objet de recalibrage en même temps que les protections de berges ont été construites. Ces travaux sont très peu documentés mais les archives du service de Restauration des Terrains de Montagne (RTM) viennent confirmer leur existence. Des travaux de curage et/ou de recalibrage ont par exemple eu lieu dans la traversée de Saillagouse ou sur la Vanera à l'aval d'Osseja à la fin des années 90s. L'analyse de l'indice d'ensaiement ne permet toutefois pas de mettre en avant l'impact de ces travaux sur la géométrie du lit.

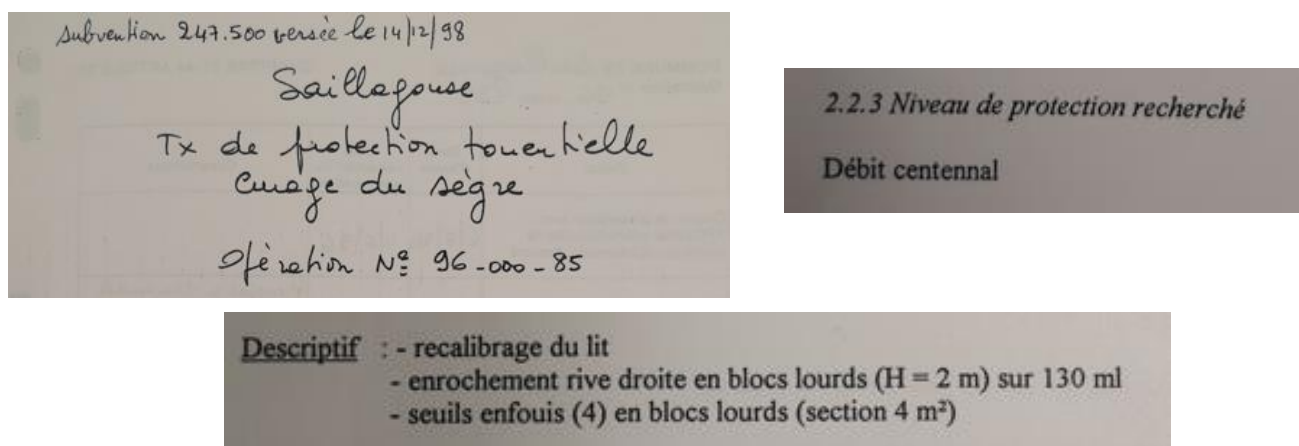


Figure 18: Extrait de l'arrêté préfectoral associé aux travaux du Sègre et du dossier réglementaire pour les travaux de recalibrage de la Vanera (Source : RTM)

Ainsi, la Vanera, à l'aval d'Osseja, sur la commune de Palau de Cerdagne a été recalibré, via du curage et des protections de berge avec l'objectif de pouvoir se protéger d'une crue centennale (débit estimé à 85m³/s par le RTM). Pour rappel, on estime qu'un cours d'eau en bon état morphologique possède un débit plein bord compris entre Q2 et Q5. La Vanéra aval a été aménagé pour ne pas déborder jusque Q100. Sur le Sègre, les travaux de curage et d'abaissement des seuils avait pour but également de supprimer les débordements pour Q100 (50m³/s) alors qu'ils se produisaient jusque-là dès Q10 (valeur en m³/s non précisée dans le document du RTM). Ces archives mettent en avant que ces aménagements anthropiques tiennent leurs origines d'abord dans la gestion du risque inondation. La synthèse des pressions sur les dynamiques latérales est présentée ci-dessous.



Figure 19: Rectification et/ou probable recalibrage des cours d'eau

En conclusion, **la dynamique latérale est relativement peu active à l'échelle du périmètre d'étude**, soit pour des raisons naturelles sur les têtes de bassin soit en lien avec des aménagements sur les parties aval. Les quelques érosions de berges relevées lors de la phase terrain sur les cours comme la Vanéra qui reste peu aménagé en termes de protection de berge témoignent toutefois d'une potentielle dynamique latérale. On peut noter le cas étonnant de la rivière d'Err et du Sègre aval où les protections sont peu présentes tout comme les érosions de berge. L'absence des processus érosifs ont donc ici d'autres causes, qu'il s'agira d'identifier par la suite.

2 Dynamiques longitudinales

D'un point de vue morpho-sédimentaire les dynamiques longitudinales correspondent principalement au transfert de la charge solide. Nous nous intéresserons donc ici à la caractérisation de cette charge (taille, mobilité), à ses origines, mais également paramètres conditionnant sa migration vers l'aval.

2.1 GRANULOMETRIE DE LA CHARGE DE FOND

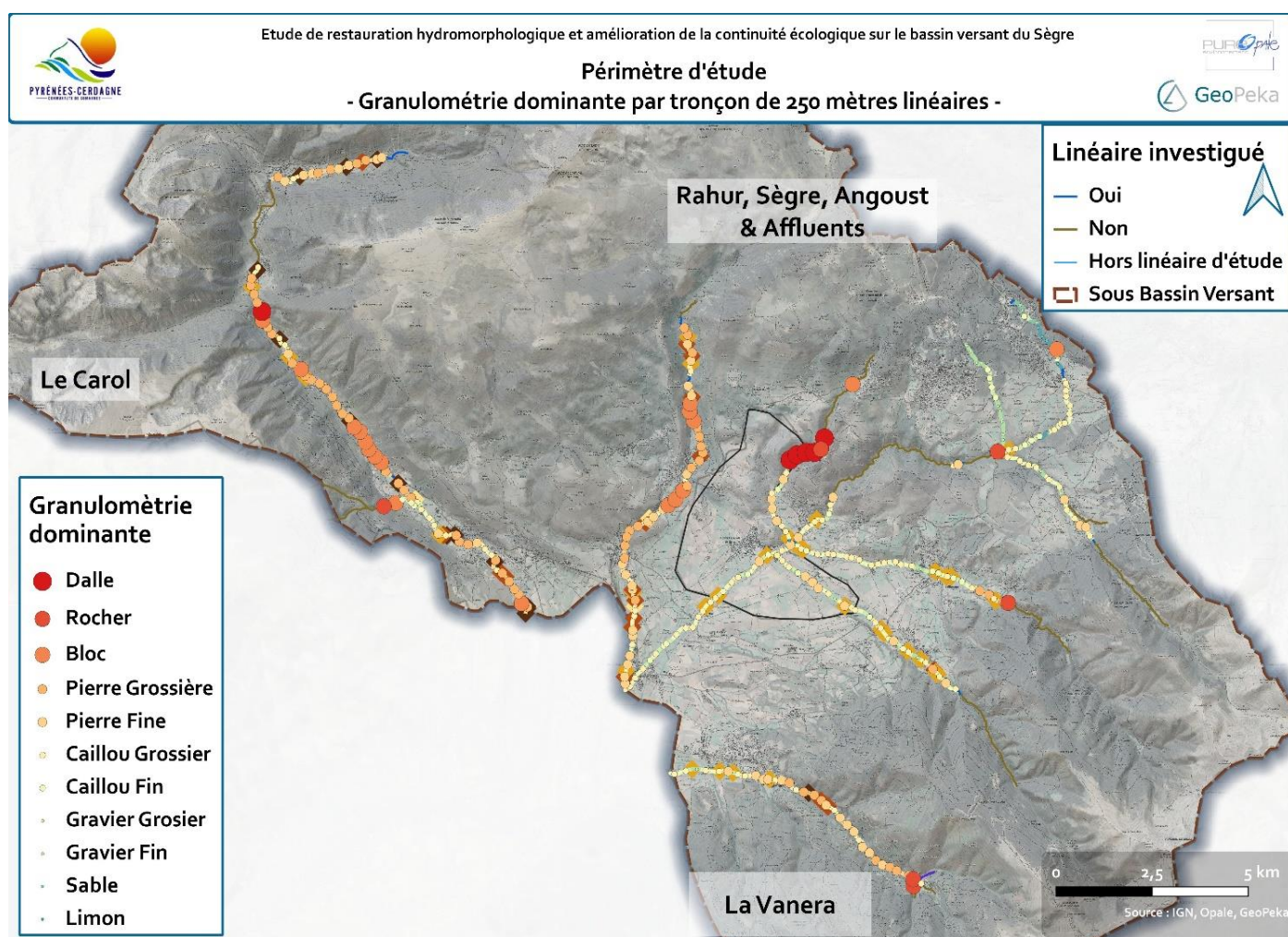


Figure 20: Classe granulométrique dominante, classification Malavoi et Souchon, Opale 2023

L'analyse granulométrique à l'échelle du bassin versant révèle :

- Une dominance de pierres grossières (128-256mm) et de blocs (256-1024mm) sur le Carol et l'Angoustrine avec parfois même une dominance de rochers (>1024mm) sur les tronçons intermédiaires de ces cours d'eau.

- Une dominance de pierres fines (64-128mm) et de cailloux grossiers (32-64mm) sur le reste du bassin versant.

Font figures d'exception à ces tendances :

- le Rec d'Estagouge (ou Rec d'Egat) qui présente une dominance de dalles dans son secteur de gorge
- l'amont de l'Angoust (Rec de Bolquère) et le Rec de Ricaud où l'on a une dominance de sable voire de limon.

L'explication de cette distinction granulométrique entre le Carol et l'Angoustrine et le reste du bassin versant tient encore une fois de la nature géologique de ces différents cours d'eau. Le Carol et l'Angoustrine ont pour point commun de s'inscrire dans un massif granitique qui a été taillé par de puissants glaciers. Les cours d'eau ont donc incisé des dépôts d'ablation glaciaires (moraines) laissant en place des blocs dont la taille est supérieure aux conditions d'écoulement actuelles, d'où une granulométrie très grossière. La partie orientale du bassin présente une géologie beaucoup hétérogène, avec une dominance shisto-gréseuse ; produisant des particules sédimentaires plus friables et donc de granulométrie moindre.

2.2 ORIGINES DES APPORTS ET EVOLUTIONS PROBABLE DE LA FOURNITURE SEDIMENTAIRE

Le bassin versant présente *a priori*, compte tenu de son caractère montagnard, une large fourniture sédimentaire. En effet, sur les THH amont de type colluviaux, les cours d'eau sont souvent directement connectés aux versants, sources potentielles d'apports primaires. Les processus quaternaires ont permis également de mettre en place d'important stock dans les parties aval du bassin versant, mettant là aussi à disposition des cours d'eau un volume important d'apports secondaire. Toutefois cette disponibilité ne se traduit pas nécessairement par une charge très abondantes. D'une part, l'importance des protections de berge sur certains secteurs et la faiblesse des processus d'érosion limite la fourniture d'apport secondaire. D'autre part, le développement de la végétation, aussi bien dans les lits fluviaux que sur les versants, limite la production sédimentaire.

En effet, l'analyse diachronique met en avant un développement important du couvert forestier, tant au niveau des versants que de la bande active et ceci à l'échelle de l'ensemble du périmètre d'étude.



Figure 21 : Illustration du développement du couvert forestier sur les versants et au sein de la bande active du Carol (THH CAR-3) entre 1953 et aujourd'hui

Cette densification du couvert forestier sur les versants (probablement liée à une diminution de l'activité de pâture) et le développement de la strate arborée au sein même de la bande active implique une plus faible disponibilité sédimentaire. Ainsi le transport solide effectif des cours d'eau pourraient être inférieur aujourd'hui par rapport à celui du milieu du XXe s. Cela est d'autant plus vrai sur le Carol où le barrage du Lanoux s'est construit et provoque à la fois une perturbation sur l'hydrologie mais qui constitue aussi un obstacle au transit sédimentaire.

2.3 DYNAMIQUES DE LA CHARGE EN TRANSIT : CARACTERISATION DES ATERRISSEMENTS PRESENTS DANS LE LIT MINEUR

Lors de la phase de terrain, les atterrissements ont été relevés et classés en fonction de leur longueur et de la strate végétative dominante afin d'évaluer leur mobilité et les potentiels stocks sédimentaires disponibles.

Tableau 6 : Interprétation de la mobilité des sédiments des atterrissements à partir de leur niveau de végétalisation

Strate végétative dominante	Mobilité de l'atterrissement
Absence de végétation (nu)	Atterrissement très mobile, stock sédimentaire très facilement remobilisable en crue
Herbacée	Atterrissement mobile stock sédimentaire facilement remobilisable
Arbustive	Atterrissement peu mobile stock sédimentaire difficilement remobilisable
Arbustif	Atterrissement fixé stock sédimentaire très difficilement remobilisable

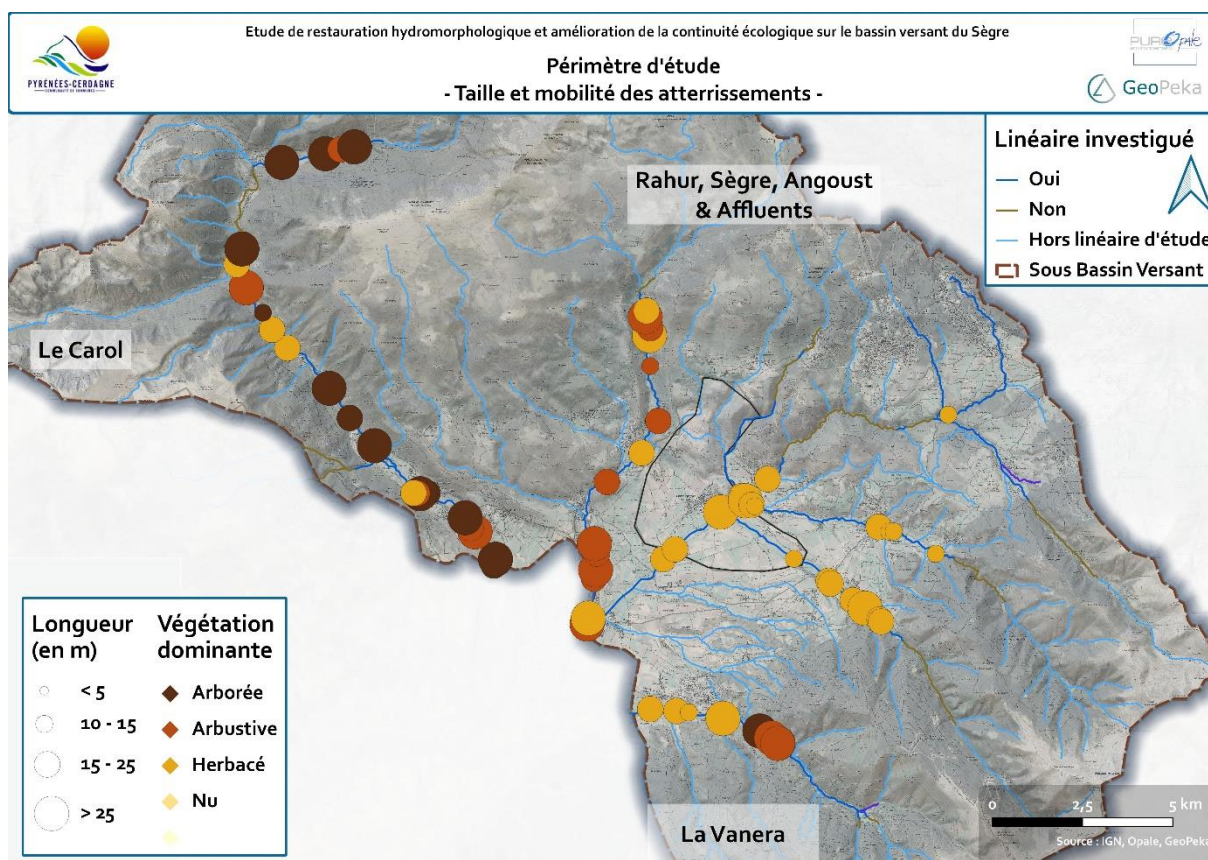


Figure 22: Taille et mobilité des atterrissements

Il ressort de la cartographie des atterrissements que :

- Le Carol et l'Angoustrine présente le plus grand nombre d'atterrissement, presque systématique d'une taille supérieure à 25m. Le niveau de fixation de ces atterrissements est souvent très significatif avec majoritairement une strate arbustive ou arborée dominante.
- Le niveau de fixation des atterrissements du Carol et de l'Angoustrine contraste en effet nettement avec ceux du reste du bassin versant, qui globalement plus mobiles. En revanche, aucun cours d'eau présente des bancs très mobiles, sans végétation.

En croisant cette observation avec l'analyse granulométrique, on peut donc en déduire que :

- Le Carol et l'Angoustrine présentent des stocks historiques plus importants mais nettement moins remobilisables car plus végétalisés. La charge de fond très grossière est liée à la fois à la nature géologique mais aussi probablement à un export rapide de la charge plus fine. Ce processus est en lien sur les THH amont à des conditions hydrauliques (puissances liées à la pente) et en plus en aval à l'effet cumulatifs des aménagements (protection, recalibrage). Il pourrait également être lié à une dynamique d'incision historique (enfouissement du lit -> encaissement -> réduction des débordements -> sur-puissance) expliquant la forte végétalisation des atterrissements.
- Les autres cours d'eau, localisés sur la partie orientale du bassin versant (Sègre aval inclus) et qui présentent une granulométrie globalement plus fine (< 128mm) et des atterrissements avec une strate végétative herbacée, présentent un transfert en relais, avec des zones intermédiaires de dépôts et reprise. Le stock disponible semble moins conséquent surtout sur les tronçons les plus aménagés (surtout par des ouvrages en travers, voir ci-dessus les analyses sur les dynamiques verticales et la continuités écologiques). Dans ce schéma, la Vanéra présente une situation atypique, avec une charge assez abondante malgré de multiples ouvrages.

En conclusion, le bassin versant présente à probable réduction des apports sédimentaires. La charge actuelle se différencie en fonction des bassins versant et des géologies drainées : deux types de charge grossière sont assez nettement identifiables, dont les conditions de mobilisation sont très largement impactées par les différents types d'aménagement. Les recalibrages et les protections de berge augmentent les capacités d'export de la charge, tandis que les ouvrages en travers ont un effet de ralentissement des transferts longitudinaux par piégeages (effets sur les pentes qui réduisent les capacités de transport).

3 Dynamiques verticales

L'évolution de l'altimétrie du lit ne peut que partiellement être abordée dans le cas du bassin versant du Sègre dans la mesure où les données disponibles restent parcellaires. En effet, aucune donnée topographique ne nous permet d'étudier les évolutions dans le temps. Seul nos données de terrain et des analyses indirectes nous permettent de juger des processus verticaux en jeu sur les cours d'eau de la zone d'étude.

3.1 UNE ABSENCE D'EVOLUTION VERTICALES ?

Très peu de traces d'incision n'ont été relevé lors de la phase terrain. Les protections de berges et les ouvrages en travers (ponts ou seuil) ne présentent pas de trace de déchaussements ou d'affouillement significatif. Il en est de même pour les indices d'encaissement qui ne semble pas traduire une possible incision (par exemple quand les valeurs sont inférieurs à 3). Seule la forte végétalisation des atterrissements sur le Carol et un pavage morainique pourrait laisser supposer une incision historique dans un matelas alluvial quaternaire.

Ainsi les observations de terrain, nos données et nos analyses semblent témoigner à l'échelle du bassin versant d'une relative stabilité du profil en long des cours d'eau. Ce constat peut s'expliquer par les présences d'innombrables points de contrôles, naturels et anthropiques.

3.2 DES AFFLEUREMENTS NOMBREUX SUR LES TETES DE BASSIN...

Les affleurements sont très nombreux sur le périmètre d'étude et notamment sur les têtes de bassins versant.

La délimitation de l'emprise des affleurements au sein de la zone d'étude correspond de très près à la géologie locale. En effet, les affleurements sont localisés là où les cours d'eau s'inscrivent directement dans l'encaissant. En revanche ils sont absents sur les parties inférieures des cours d'eau qui s'écoulent dans des remplissages quaternaires.

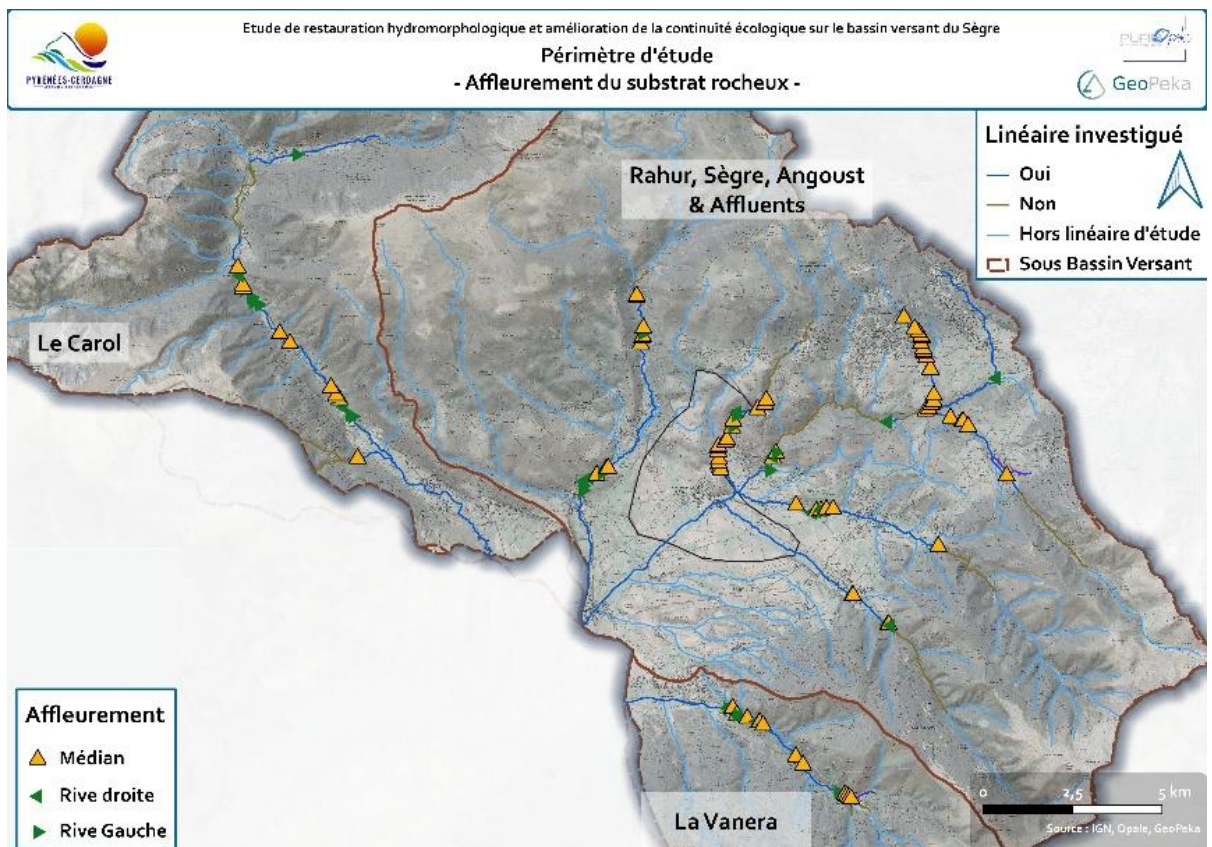


Figure 23: Affleurements relevé lors de la phase terrain

3.3 ... ET DE MULTIPLES POINTS DURS ANTHROPIQUES

Une des caractéristiques du bassin versant du Sègre est le nombre très important d'ouvrage en travers. Ces aménagements ont différents effets, détaillés plus en détails ci-après, dont celui de limiter les processus d'évolution verticale des lits. Leur densité explique à la fois les possibles ralentissements de la migration de la charge alluviale mais aussi la stabilité des profils en long.

DIAGNOSTIC DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT

La continuité écologique renvoie à deux composantes : la continuité sédimentaire qui a été déjà en partie abordée via l'étude des dynamiques longitudinales qu'à la notion de continuité biologique. Un diagnostic détaillé de la continuité à l'échelle de la zone d'étude est particulièrement nécessaire en raison du nombre d'ouvrage transversaux (plus de 240 ouvrages recensés). Nous réaliserons donc à l'échelle des différents axes hydrographiques une analyse des pressions sur la continuité écologique afin de pouvoir définir les secteurs prioritaires d'intervention sur cette thématique « continuité écologique ».

1 Densité des ouvrages et hauteurs cumulées de chute

La zone d'étude présente une densité très importante d'ouvrage en travers. Les 241 ouvrages recensés représentent une densité moyenne de 3 ouvrages par kilomètre. Pour le Sègre, cette valeur oscille entre 4 et 5 ouvrages par kilomètre et elle peut atteindre 8 ou 9 ouvrages par kilomètre dans le cas de la rivière d'Err ou de la Vanéra aval. A contrario, le Carol ou l'Angoustrine ont une densité de seuil moins importante (cf. Figure 24). Au-delà de cet indicateur de densité, la hauteur cumulée des ouvrages permet également d'interpréter l'impact des ouvrages en travers. Ainsi par exemple, le Sègre présente sur l'ensemble de son linéaire 55 m de chute cumulée. Cette valeur est d'environ 40 m pour le Carol ou la rivière d'Err tandis qu'elle avoisine la vingtaine de mètre pour la Vanéra ou la rivière d'Eyne (cf. Tableau 7).

Cours d'eau	Nombre d'ouvrage	Hauteur cumulée des ouvrages (en m)
<i>Sègre</i> Rivière d'Err	52	55,1
	52	41,1
<i>Rahur</i> Angoustrine	9	17,8
	13	20,05
<i>Angoust</i> Rec de Ricaud	19	20,1
	9	14,2

Estagouge	3	4,8
Rivière d'Eyne	16	17,6
<i>Carol</i>	28	40,15
Rec de Tartares	2	1,5
<i>Vanera</i>	29	23,3
Rec de la Peguera	1	3
Torrent de la Tossa	1	0,7

Tableau 7 Nombre d'ouvrage et hauteur de chute cumulée par cours d'eau

Ces deux indicateurs (densité d'ouvrage / km, hauteur cumulé) présentent des défauts : le premier traduit mal les impacts liés aux caractéristiques de l'ouvrage tandis que le second ne tient pas compte de l'effet de la hauteur par rapport à la longueur du système. En revanche, il est possible d'étudier ces deux paramètres en les combinant à travers le calcul du taux de fractionnement.

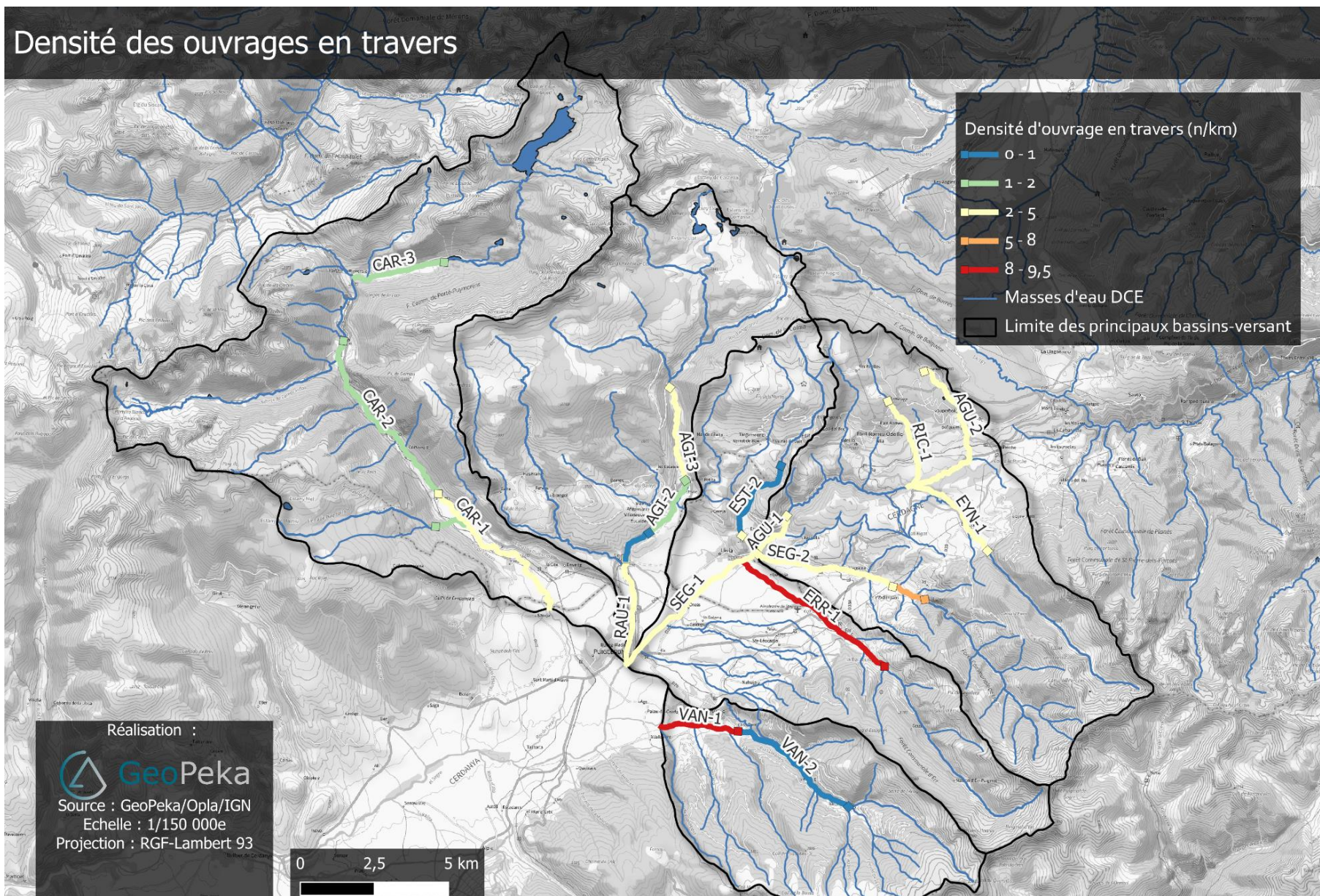


Figure 24: Densité des ouvrages en travers(nbr/km) à l'échelle des THH

2 Taux de fractionnement

Le taux de fractionnement, est le rapport sur un tronçon entre la hauteur cumulée d'ouvrage et la longueur du tronçon, exprimé en ‰ (cf. Figure 25). Il traduit, pour un linéaire donné, l'influence de la hauteur cumulée des ouvrages.

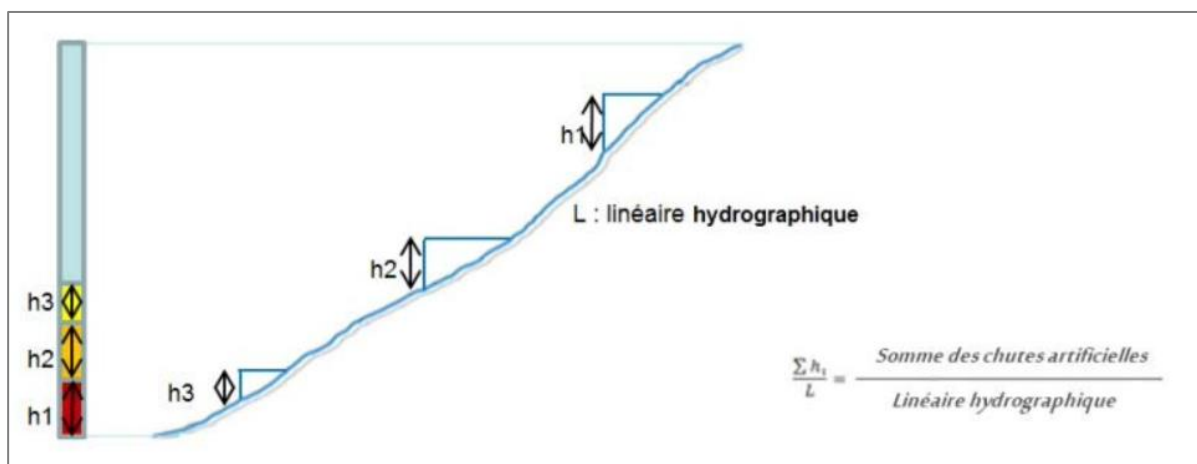


Figure 25 méthode de calcul du taux de fractionnement

Cet indice est proche de celui de densité tout en le précisant :

- C'est le cas sur certains tronçons où la densité était relativement faible est compensée par la hauteur des ouvrages. Le Carol médian et aval ainsi que le Rahur sont dans ce cas de figure, respectivement avec des hauteurs de chute moyenne de 1,4 et 1,9 m.
- A contrario, d'autres THH semblent moins affecté en raison des hauteurs de chutes peu importantes, c'est par exemple le cas pour le Sègre amont ou le Carol amont.
- Enfin, il possible de citer le cas de certain THH, à l'image de la Vanéra aval, où la relativisation par de faibles hauteurs (hauteurs moyenne de 80 cm) est compensé par la densité d'ouvrage.

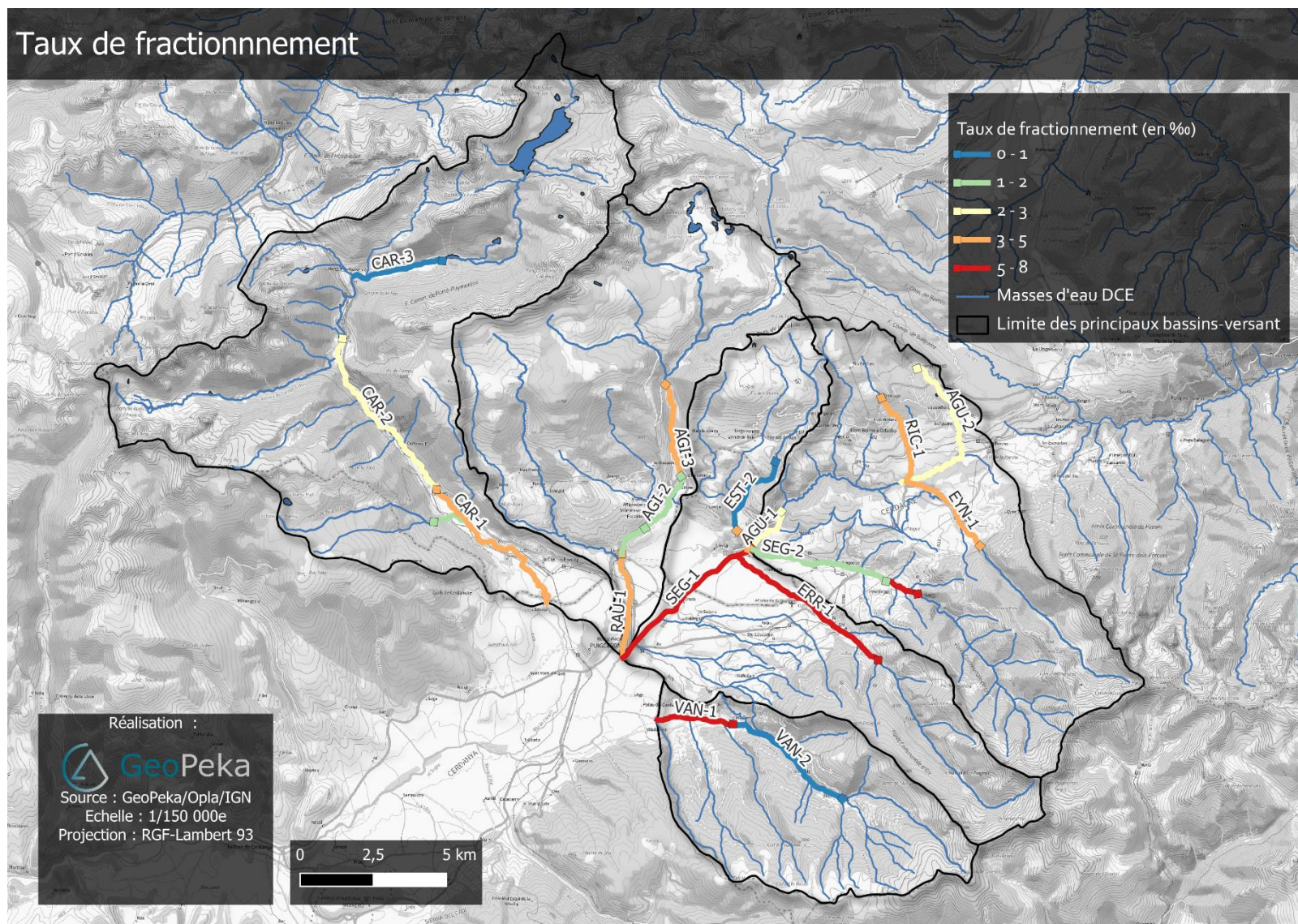


Figure 26 : Taux de fractionnement en ‰ par THH

3 Franchissabilité des ouvrages

Cette analyse peut être complétée par une exploration de la franchissabilité. En effet, grâce au recollement des données existantes et aux inventaires de terrain, un score (score ICE simplifié) a été attribué à chacun des ouvrages (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ce score a été défini pour une espèce cible, en l'occurrence la truite Fario d'une taille comprise entre 15 et 20 cm. Ce choix est basé sur les études antérieures et correspond à la taille d'une jeune truite arrivée à maturité, moment de vie où elles commencent à migrer vers l'amont la reproduction. Cette taille, plus élevée dans d'autre partie de la France, correspond au taille type des Pyrénées Orientales.

Pour rappel, la franchissabilité est fortement liée à la hauteur de chute, mais pas uniquement. D'autres caractéristiques de l'ouvrage (présence d'une fosse d'appel, présence de redans, ...) entrent en compte dans sa détermination. Sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, le nombre d'ouvrage limite la lecture globale à l'échelle des brins hydrographique, nous utiliserons donc le calcul d'une « franchissabilité moyenne » (cf. Tableau 8). Le Carol, la Vanéra, la rivière d'Eyne ou encore l'Estagouge montre une perméabilité à la circulation piscicole meilleur que le Sègre, la rivière d'Err ou encore l'Angoustrine (Rahur et Angoustrine amont). La Vanéra, qui possède une très forte densité de seuil, présente une perméabilité relative (=0.39) en raison de la faible hauteur des ouvrages. Dans le cas du Carol, c'est la diversité des situations entre des seuils transparents et d'autres infranchissables qui lui permettent d'obtenir une note moyenne.

Cours d'eau	Score ICE moyen
<i>Sègre</i>	0,26
Rivière d'Err	0,23
<i>Rahur</i>	0,18
Angoustrine	0,23
<i>Angoust</i>	0,08
Rec de Ricaud	0,00
Estagouge	0,44
Rivière d'Eyne	0,31
<i>Carol</i>	0,54
Rec de Tartares	0,11
<i>Vanera</i>	0,39
Rec de la Peguera	0,00
Torrent de la Tossa	0,00

Tableau 8 : Franchissabilité moyenne à l'échelle des brins hydrographique

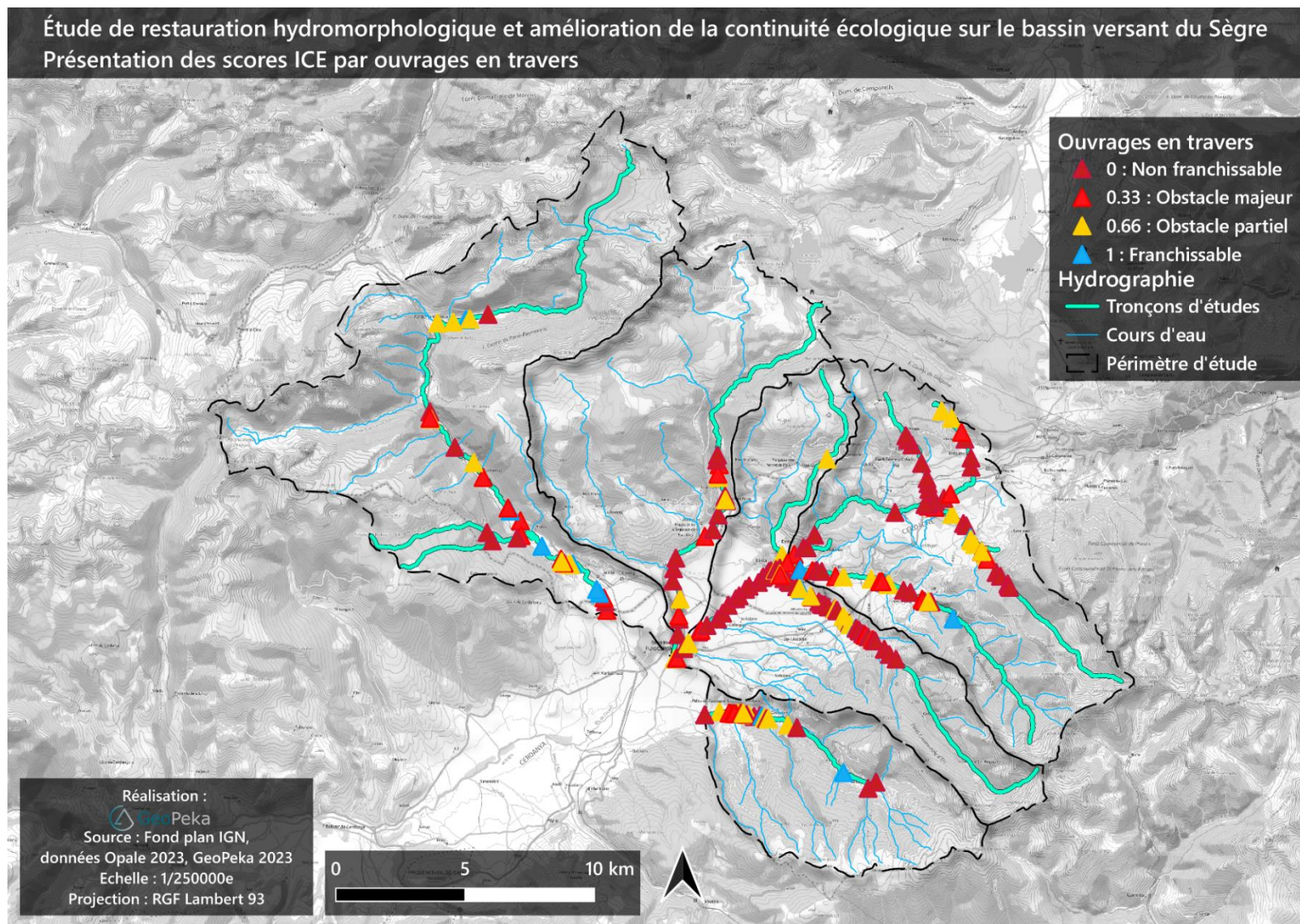


Figure 27: Franchissabilité des ouvrages

Le taux de fractionnement et la franchissabilité donnent des indications sur l'impact des ouvrages sur la perméabilité piscicole. Toutefois, les ouvrages en travers ont également des effets sur la transparence sédimentaire (ralentissement du transfert de la charge solide) et sur la modification des habitats aquatiques (transformation des habitats lotiques en faciès lentiques). Afin de bien prendre également ces impacts en compte, nous proposons l'étude d'un dernier indicateur : le taux d'étagement.

4 Taux d'étagement

A l'échelle de la zone d'étude, les pentes peuvent être fortes et varier fortement d'un tronçon à l'autre (de 1% à 13%). L'utilisation du taux d'étagement comme indicateur de l'effet des seuils semble donc approprié. Ce dernier correspond au rapport, à l'échelle d'un linéaire donné, entre la hauteur de chute cumulée et le dénivelé naturel. Il est exprimé en % et traduit l'impact cumulé des ouvrages en fonction de la pente, qui joue de manière conséquente sur les effets des ouvrages en travers : plus la pente est faible, plus l'impact liés à la transformation des habitats est fort et de la même manière, plus la pente est forte, moins l'incidence sur le transport solide sera importante.

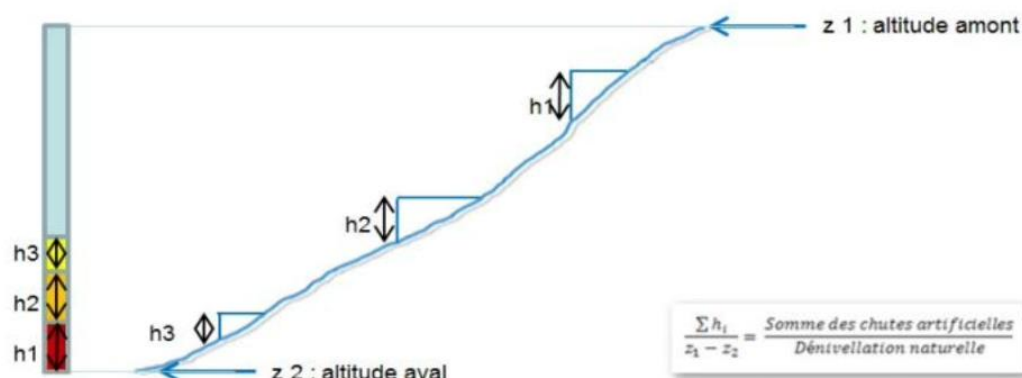


Figure 28 méthode de calcul du taux d'étagement

En toute logique, les THH où le taux d'étagement est le plus faible sont les parties basses du bassin versant, où la pente est la plus faible. Le Sègre aval, le Rahur, le Carol aval et la Vanéra sont les tronçons, selon cet indicateur, les plus perturbés par les ouvrages en travers. Parmi eux, le Sègre est le THH présentant le plus d'impacts avec à la fois des seuils nombreux, relativement haut et une pente faible. La quasi-totalité du linéaire est perturbé avec des queues de retenues s'étirant jusqu'au seuil amont suivant et un profil en long est anthropisé sur l'ensemble de sa longueur.

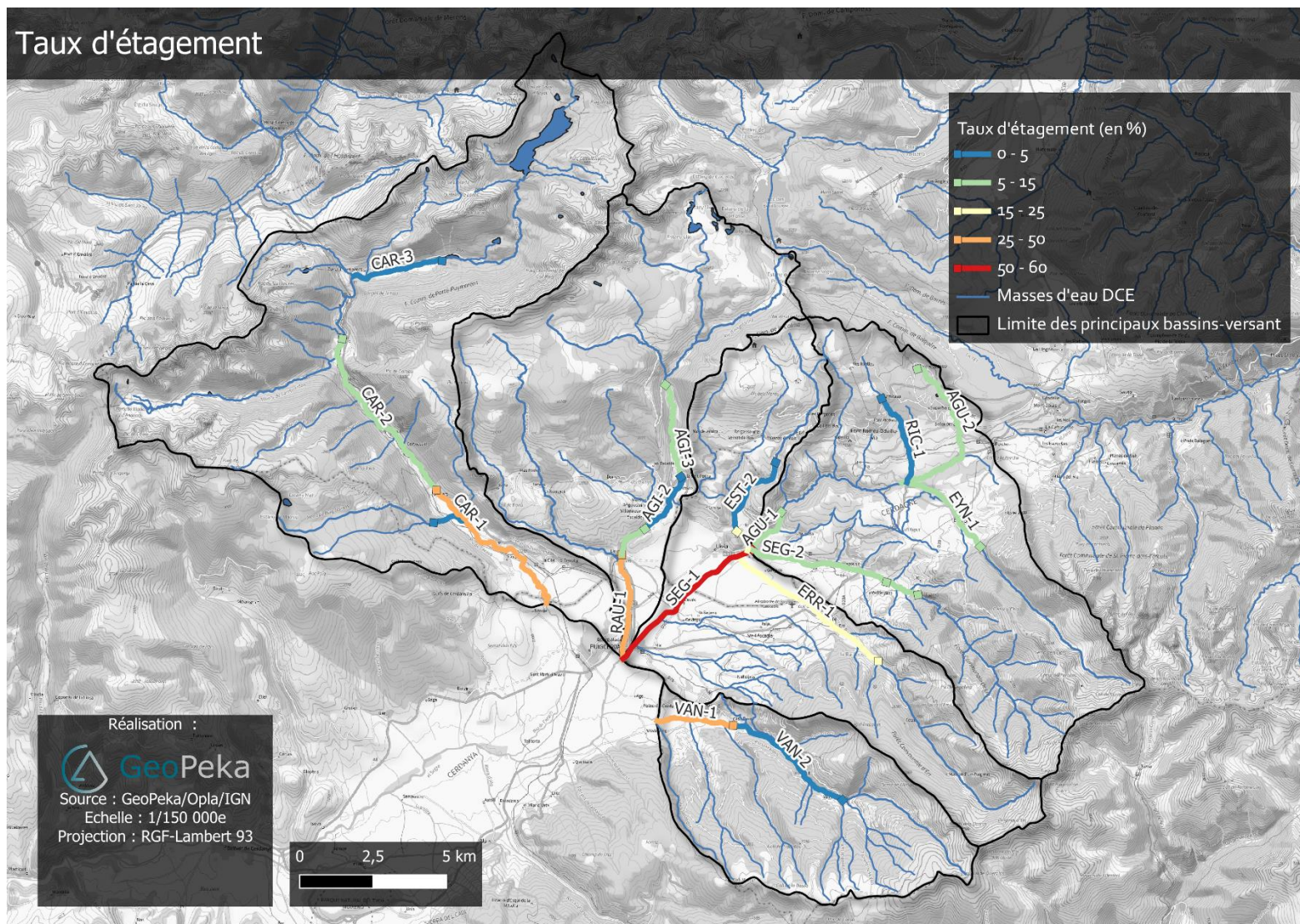


Figure 29: Taux d'étagement à l'échelle des THH

Le taux d'étagement permet aussi de relativiser certains impacts. C'est le cas de manière évidente sur les tronçons de têtes de bassin, mais aussi, par exemple, sur la rivière d'Err qui présentaient de fortes perturbations au regard des autres indicateurs.

Le taux d'étagement nous semble être un indicateur pertinent pour identifier les impacts sur la morphologie des cours d'eau. La répartition des SGF à l'échelle du bassin s'explique par la géologie du bassin versant. Toutefois, le seul facteur géologique ne permet pas de comprendre la diminution de ces patchs sédimentaires sur le Sègre aval ou encore la Vanéra aval par exemple. En revanche, cette répartition devient plus logique si on prend en compte sur ces tronçon la densité des seuils et leur incidence en termes d'étagement.

5 Synthèse sur les impacts des ouvrages en travers

L'ensemble des indicateurs analysés pour comprendre les pressions exercées par les ouvrages en travers peuvent être synthétisés sous la forme d'une analyse multicritère, distinguant les impacts liés à la densité des ouvrages (d), aux caractéristiques des seuils soit en termes de hauteur de chute (Dh) soit en termes de franchissabilité (ICE) ou encore par rapport à leur effet sur les milieux physiques (HYD) (cf.

Ce classement nous permet de distinguer, parmi les tronçons les moins impactés, les THH avec peu d'ouvrages en travers (Vanéra, Estagouge, Carol amont) d'un part et d'autre part les secteurs de têtes de bassin où les pressions sont relativisées du fait de fortes pentes qui réduisent les effets sur les milieux physiques. Dans les THH les plus perturbés, certains le sont en raison d'une forte densité de seuil, mais avec des impacts plus limités sur les habitats et le transport solide (Rivière d'Err, Sègre amont). Le Carol aval ou le Rahur sont au contraire plus impactés au niveau des effets hydromorphologiques que par le nombre d'ouvrage. Enfin, la Vanéra aval se distingue par une forte densité de petit seuil induisant finalement de forts effets en raison des pentes plus faibles, tandis la partie aval du Sègre présente un cumul des différentes perturbations faisant de ce THH, le tronçon le plus impacté par les ouvrages en travers.

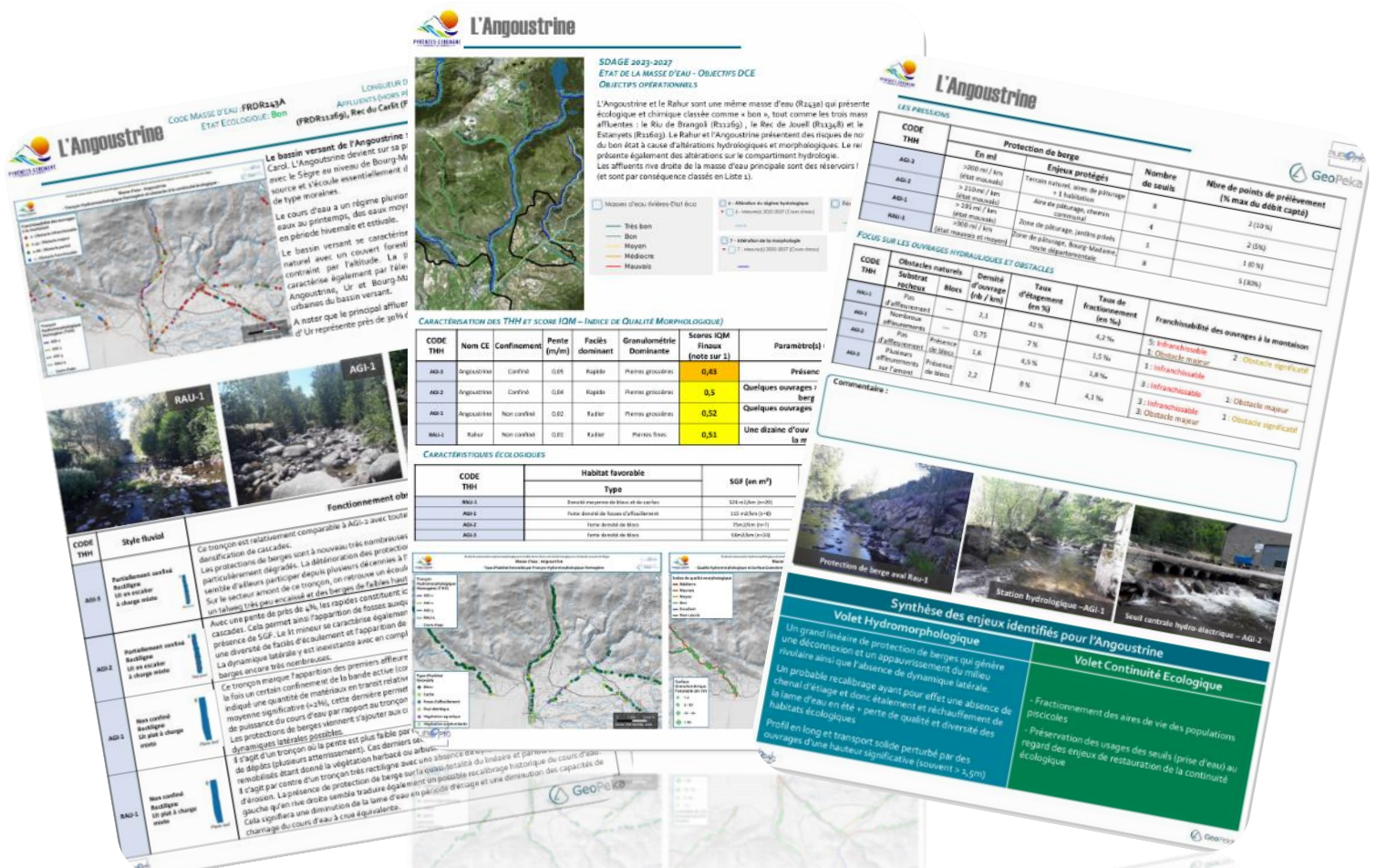
Impacts				THH(s)
(d) Densité	(Dh) Hauteur de chute	(ICE) Franchissabilité	(HYD) Effet sur le milieu physique	
-	-	-	--	EST-1 / VAN-2 / AGI-1 / CAR-3
+	+	+	--	EYN-1/ RIC-1 /AGU-1 et 2
-	+	+	--	CAR -2
-	+	+	++	CAR-1 / RAU-1
++	-	+	--	SEG-2
+++	+	+	--	ERR-1
+++	-	+	++	VAN-1
+++	+++	+++	+++	SEG-1

Figure 30: Synthèse de l'impact des ouvrages à l'échelle des THH

SYNTHESE DU DIAGNOSTIC ET DEFINITION DES ENJEU DE GESTION

1 Résumé du diagnostic par masse d'eau et par THH

A des fins pratiques, a été résumé dans des fiches détaillant les analyses exposées ci-avant, par masse d'eau. Ces fiches sont présentées en détails en annexe.



A l'échelle des THH, le tableau suivant présente un résumé du diagnostic avec les principales dynamiques (migration longitudinale de la charge solide, dynamique latérale et verticale) et des pressions (ouvrage, travaux).

Le croisement des dynamiques et des dysfonctionnement hydro sédimentaires avec les différentes pressions et les usages riverains nous a permis d'identifier les principaux enjeux de gestion, qui sont présentés ci-après plus en détails (Tableau page suivante). Cette analyse, validée en comité de pilotage, a permis d'établir les éléments socles du futur programme d'action.

Les enjeux sont les problématiques clefs pour améliorer le fonctionnement des cours d'eau du territoire d'étude dans une logique de gestion durable et intégrée. Leur prise en compte permettra de viser le « bon fonctionnement », c'est-à-dire l'accomplissement du maximum de service écosystémique que les cours d'eau peuvent fournir, tous en respectant l'ensemble des usagers, y compris les usagers dits « discrets » ou « muets » tel que la biodiversité par exemple.

	Dynamiques		Pressions				Enjeux		
	Transport solide	Dynamique latérale	Prélèvement ressource en eau	Obstacle à la continuité écologique (sédimentaire+ biologique)	Protection de berge	Rectification et/ou recalibrage	Rétablissement des continuités longitudinales	Redynamiser les cours d'eau dans les secteurs les moins contraints	Déployer une gestion combinée des crues et des étiages
Le Carol	Potentiel Fort MAIS Capacité réduite	Réel potentiel MAIS Complètement bloquée	BV + Tartares	CAR-4 CAR-2 CAR-1	BV	CAR-4 CAR-1	CAR-4 CAR-2 CAR-1	CAR-4 CAR-2 CAR-1	CAR-4 CAR-1
BV Sègre			SEG-1 ERR-1 RAU-1 SEG-2	BV	BV	SEG-1/SEG-2 ERR-1 / AGU-1 RAU-1	BV	BV	SEG-1 AGU-1 RAU-1
La Vanera		Réel potentiel MAIS Partiellement bloquée	VAN-1	VAN-1 VAN-2	VAN-1	VAN-1	VAN-1 VAN-2	VAN-1	

Intensité du processus : **Très fort** **Fort** **Modéré** **Faible**

Figure 31 : Conclusion du diagnostic hydromorphologique

2 Principaux enjeux de gestion

2.1 RETABLISSEMENT DES CONTINUITES LONGITUDINALES

Le transport solide et la continuité écologique sont largement perturbés par les quelques 240 ouvrages présents sur les ≈125 km de linéaire d'étude. Ces derniers ont pour principaux effets de :

- Réduire la pente et donc les capacités de charriage
- Bloquer une partie du transit sédimentaire
- Perturber la continuité biologique (espèce cible : truite fario)

Toutefois, l'ensemble de ces ouvrages sont associés à un usage dont il conviendra avant d'intervenir d'évaluer dans quelle mesure ce dernier doit être conservé en l'état (= impossibilité d'intervenir sur l'ouvrage), peut être adapté (= modification de la configuration de l'ouvrage) ou peut être supprimer (= usage abandonné ou non indispensable).

Les principaux usages associés aux ouvrages en travers sont illustrés sur les photos suivantes :



Figure 32: Principaux usages associés aux obstacles à la continuité écologique (sédimentaire et biologique)

L'ambition du programme d'action sur les objectifs de restauration de la continuité écologique résidera notamment dans la stratégie d'arbitrage permettant de définir dans quelle mesure la continuité écologique peut être considérée comme prioritaire au regard des différents usages des ouvrages.

Pour rappel, la restauration de la continuité écologique doit permettre d'atteindre les objectifs suivants :

- Atteindre ou préserver le bon état écologique en 2027
- Restaurer les processus de rajeunissement des milieux benthiques et rivulaires
- Améliorer la qualité des habitats benthiques et notamment pour la truite fario
- Préserver et développer l'attractivité du territoire (randonnée, activité pêche, etc.)

2.2 REDYNAMISER LES COURS D'EAU DANS LES SECTEURS LES MOINS CONTRAINTS

Comme évoqué précédemment, la dynamique latérale des cours d'eau est en grande partie annihilée par :

- les linéaires des protections de berge
- des travaux d'aménagement hydraulique,
- sur certains THH par la densité très importante d'ouvrage en travers
- mais aussi de façon plus ponctuelle par des aménagements urbains au sein de l'espace de mobilité des cours d'eau (traversée urbaine d'ERR, STEP de Palau-de-Cerdagne).

L'absence de dynamique latérale et l'omniprésence des protections de berge sur certains THH ont pour effet de :

- Déconnecter et appauvrir les milieux rivulaires (uniformisation des habitats),
- Bloquer toute érosion de berges et donc toute possibilité de recharge sédimentaire des cours d'eau (réduction d'apports constitutif des Surface de Granulométrie Favorable (SGF) ; risque d'incision et d'enfoncement des nappes sur le long terme)
- Favoriser une dynamique d'incision (dynamique en partie bloquée par des processus de pavage et la densité d'ouvrage en travers)

L'origine de ces protections de berges est souvent très ancienne. Elle se justifie pour la grande majorité d'entre elles par une volonté de préserver le foncier agricole destiné au fauchage et zones de pâture pour l'activité d'élevage. Ces protections de berges constituent donc un héritage ancien. Il convient aujourd'hui de s'interroger sur la pertinence de cet héritage et sur les éventuelles possibilités de le faire évoluer au regard des objectifs de restauration hydromorphologique et écologique.

L'élevage et l'activité agricole en bord de cours d'eau, reste un enjeu majeur du territoire, toutefois celui-ci peut potentiellement s'adapter, voire bénéficier d'opérations de restauration morphologique qui viserait à démanteler des protections de berges. En effet, ces dernières pourraient permettre :

- Des débordements de cours d'eau plus fréquents et donc des zones de pâtures plus humides
- Un accès facilité pour l'abreuvement des animaux jusqu'au cours d'eau

Les aménagements de restauration morphologique des cours d'eau pourront également s'accompagner de travaux de reconstitution de la ripisylve avec une strate arborée. Cette dernière, en plus de bénéficier aux habitats écologiques du cours d'eau pourrait offrir des zones d'ombre et de fraîcheur plus importantes pour les troupeaux, mais également pour la faune piscicole.

Il semble donc aujourd'hui possible de trouver une alternative aux protections de berge qui puisse permettre de concilier les enjeux autour du foncier agricole et la restauration des espaces de mobilité du cours d'eau.

La cartographie ci-dessous présente les différents enjeux associés aux protections de berges. Ces enjeux ont été hiérarchisés en fonction de la potentielle acceptation et faisabilité d'une suppression de protection de berge.

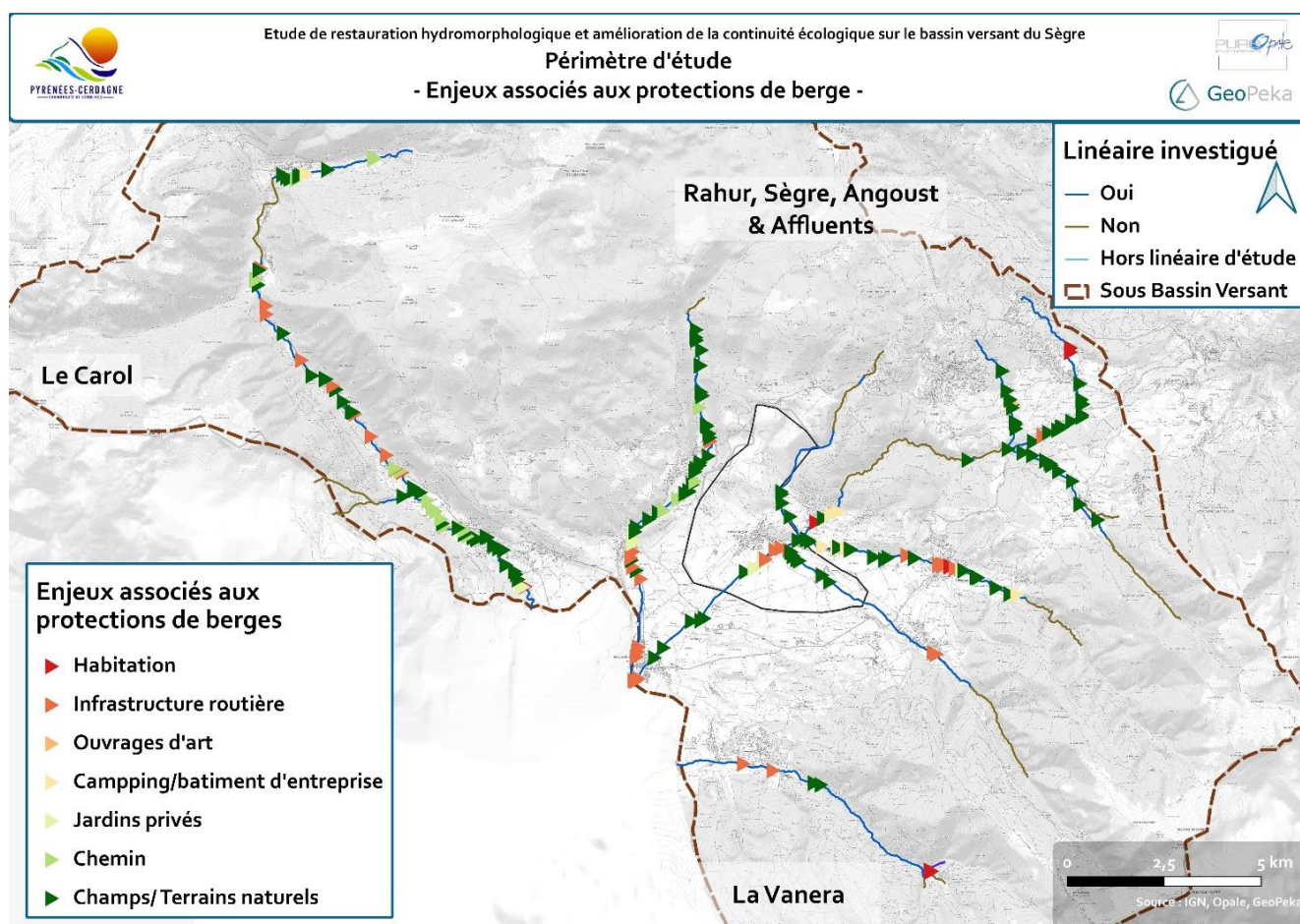


Figure 33: Synthèse des enjeux associés aux protections de berge

2.3 DEPLOYER UNE GESTION COMBINEE DES CRUES ET DES ETIAGES

La gestion des crues, période où l'eau est trop abondante peut sembler, a priori, contradictoire avec la gestion des étiages. Toutefois plusieurs interactions existent entre ces deux problématiques. Ainsi par exemple, les travaux d'élargissement capacitaire, en lien avec le risque inondation ont eu pour effet en période d'étiage de :

- **Uniformiser les faciès d'écoulement**, cela a pour principale conséquence une perte de diversité des habitats écologiques
- **Réduire les hauteurs de lame d'eau**, cela a pour effet de réduire les capacités de migration des truites sur certains linéaires mais surtout de générer un réchauffement de l'eau pouvant nuire à la faune et la flore de ces cours d'eau. La réduction des hauteurs de lame d'eau et le réchauffement de celle-ci favorise également l'apparition d'assecs lors des périodes de sécheresse



Figure 34: Ecoulement lothique sur près de 20m de large sur le Sègre aval (à gauche) et faciès uniforme avec protections de berge en rive droite et rive gauche sur le Carol intermédiaire (à droite)

Si la gestion des crues est avant tout un enjeu dans les zones urbanisées, les enjeux associés à la gestion des étiages concernent l'ensemble du linéaire et notamment sur les secteurs où le lit mineur a fait l'objet d'aménagement anthropiques.

A noter que des opérations de restauration morphologique peuvent avoir des effets bénéfiques et de façon simultanée pour la gestion des étiages ET la gestion des crues. En effet, les travaux associés à la gestion des étiages se feront davantage dans le lit mineur (réduction de la section d'écoulement, création de banquettes, etc...) alors que les effets bénéfiques sur les crues seront davantage générés par des travaux dans le lit moyen ou lit majeur (démantèlement de protection de berge, création de risberme, restauration de la ripisylve...).

CONCLUSION

Les enjeux du périmètre d'étude associés à la qualité hydromorphologique des cours d'eau ainsi qu'à l'amélioration de la continuité écologique tels que présentés ci-dessus ont fait l'objet d'une validation lors du comité de pilotage du 11 Mars 2024.

L'objectif est désormais de présenter une stratégie permettant d'établir un programme d'action visant à clarifier les objectifs d'action pouvant répondre au mieux aux enjeux du territoire.

Cela permettra d'établir un programme d'action visant à la fois à restaurer la qualité morphologique des cours d'eau et améliorer la continuité écologique.

ANNEXE : SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC PAR MASSE D'EAU

La synthèse du diagnostic par masse d'eau est présentée à travers les « fiche masse d'eau » en annexe du présent document. Ces dernières permettent une meilleure compréhension de la qualité et du fonctionnement hydromorphologique à l'échelle de chaque THH constitutifs de la masse d'eau mais également de mieux cerner les problématiques associées aux pressions (ouvrage en travers et protection de berge) et au potentiel écologique de la masse d'eau.