

# Restauration de la rivière d'Ain entre Blye et Pont de Poitte

**AVANT PROJET**

*Avril 2023*

Dynamique Hydro  
4, rue Chinard, 69009 LYON  
[www.dynamiquehydro.fr](http://www.dynamiquehydro.fr)

Avec le soutien financier

**RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTE**

 agence  
de l'eau  
RHÔNE MÉDITERRANÉE  
CORSE



1	ETAT DES LIEUX ET CONTEXTE .....	9
1.1	Les enjeux de la restauration .....	9
1.2	Contexte général.....	10
1.2.1	Contexte physique général : un tronçon situé dans une plaine d'érosion glaciaire.....	10
1.2.2	Contexte humain : occupation des sols et usages .....	12
1.2.2.1	Un territoire agricole.....	12
1.2.2.2	Une activité touristique Importante .....	12
1.2.2.3	Une réserve en eau potable stratégique à l'échelle du territoire.....	13
1.2.2.4	Un site de production hydro-électrique.....	14
1.3	Diagnostic hydromorphologique du cours d'eau.....	15
1.3.1	Un cours d'eau marqué par un importante déficit en sédiment .....	16
1.3.2	Des causes multiples .....	17
1.3.3	Une augmentation des tensions sur la ressource en eau .....	18
1.4	Les choix d'un scenario d'aménagement.....	18
1.4.1	Des principes de gestion aux axes de restaurations .....	18
1.4.2	Les choix d'un scenario d'aménagement.....	19
1.4.2.1	L'étude de deux scenarios.....	19
1.4.2.2	Le choix du scenario optimal.....	20
2	LA RESTAURATION DE L'HYDROSYSTEME .....	21
2.1	L'aménagement du lit moyen : principes de dimensionnement .....	21
2.2	Les paramètres hydro-morphologiques.....	21
2.2.1	Modification de la géométrie des sections d'écoulement.....	21
2.2.2	Modification de la rugosité des lits mineurs et moyens .....	21
2.2.3	L'interdépendance des paramètres .....	22
2.2.3.1	Contraintes et limites de dimensionnement .....	22
2.2.3.2	La sécurisation du dispositif par des zones de stabilisation .....	22
2.2.3.3	Un nécessaire entretien .....	23
2.3	Les grands types d'action.....	23
2.3.1	Interventions situées dans le périmètre de l'hydrosystème .....	23
2.3.2	Les opérations d'accompagnement.....	24
2.3.3	Importation et traitement de matériaux alluviaux .....	25
3	DESCRIPTION DES OPERATIONS.....	27
3.1	Rétablissement du continuum sédimentaire (AXE 1) .....	27
3.1.1	Les sédiments piégés dans la retenue : modalités de gestion possibles aujourd'hui.....	27
3.1.2	La question de la gestion du transit à plus long terme .....	28

3.2	La recharge sédimentaire de l'hydrosystème (AXE 2) .....	29
3.2.1	Les ressources identifiées .....	30
3.2.1.1	Les sources situées dans le lit majeur .....	30
a)	Le choix des zones de prélèvement .....	30
b)	Caractéristiques de la ressource disponible .....	33
c)	Les modalités d'extraction .....	34
d)	Les modalités d'injection des matériaux de la plaine .....	34
3.2.1.2	Le cas particulier des matériaux de la retenue .....	35
a)	Caractéristiques générales de la ressource.....	35
b)	Modalités d'injection des matériaux extraits de la retenue.....	35
3.2.1.3	Les sources de matériaux situées en-dehors du lit majeur.....	35
a)	Les matériaux disponibles.....	35
b)	Modalités d'injection des matériaux concassés .....	36
3.2.2	Bilan des volumes disponibles et des volumes utiles .....	38
3.3	La redynamisation de l'hydrosystème (AXE 3).....	39
3.3.1	Principe de mise en œuvre .....	39
3.3.1.1	Mise en œuvre des ressources sédimentaires internes .....	39
3.3.1.2	Reconnexion des marges alluviales.....	39
3.3.2	Dimensionnement des dispositifs .....	40
3.3.2.1	Les actions sur les marges alluviales .....	40
3.3.2.2	Le dimensionnement des remblais .....	41
a)	Les volumes injectés .....	41
b)	La granulométrie des remblais.....	41
3.4	Modalité de mise en œuvre.....	43
3.4.1	Mise en œuvre, présentation détaillée.....	43
3.4.1.1	Le tronçon 1.1 .....	43
3.4.1.2	Les tronçons 1.2 et 1.3 .....	47
3.4.1.3	Le tronçon 2.1 .....	50
3.4.1.4	La restauration de la ripisylve .....	51
3.4.2	Restauration des zone humides présentent en lit majeur.....	53
3.4.3	Synthèse de mouvements de matériaux .....	54
3.4.3.1	Bilan des mouvements de matériaux.....	54
3.4.3.2	Bilan sédimentaire .....	57
3.4.4	Modalités de mise en œuvre .....	57
3.5	Impact sur le milieu et les usages .....	59

3.5.1	Impact sur les processus naturels .....	59
3.5.1.1	Impact hydraulique du projet .....	59
3.5.1.2	Impact sur les processus hydromorphologiques .....	60
3.5.1.3	L'impact sur l'hydrogéologique de la plaine .....	63
a)	L'impact sur la nappe .....	63
b)	L'impact sur les capacités AEP .....	64
c)	Un résultat très lié au niveau d'ambition du projet.....	64
3.5.2	Impact sur les usages locaux.....	65
3.5.3	Impacts en phase travaux .....	65
4	REALISATION DU PROJET .....	67
4.1	Organisation générale.....	67
4.2	Coût des travaux .....	67
	ANNEXE 1 – Cartographie des aménagements.....	69
	ANNEXE 2 - Coupes .....	73



# TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure - 1.	Interconnexion latérales d'un hydrosystème (Office international de l'eau - 2017) .....	9
Figure - 2.	Schéma simplifié des liens entre la dynamique fluviale et les habitats.....	10
Figure - 3.	Impact de l'incision sur la quantité et la qualité des eaux superficielles.....	10
Figure - 4.	Compositions géologiques et sources de données.....	12
Figure - 5.	Types de substrat .....	12
Figure - 6.	Usages sur la zone d'étude. ....	13
Figure - 7.	Périmètres de protection des puits (carte disponible en annexe).....	14
Figure - 8.	Organisation du périmètre d'étude, tronçons homogènes et dénomination .....	16
Figure - 9.	Gestion des sédiments de la retenue de Blye (propositions de Dynamique Hydro) .....	29
Figure - 10.	Statuts fonciers et périmètre AEP .....	31
Figure - 11.	Zones de prélèvement en lit majeur ou assimilé .....	32
Figure - 12.	Différence entre galets roulés et particules concassées.....	36
Figure - 13.	Périmètre d'injection des matériaux concassés .....	36
Figure - 14.	Localisation des principales mouilles du tronçon .....	37
Figure - 15.	Agencement des matériaux dans le tronçon 1.1 .....	38
Figure - 16.	Vue schématique des effets des différentes options d'aménagement .....	40
Figure - 17.	Remblais prévus sur l'ensemble du tronçon.....	42
Figure - 18.	Différents types de remblais prévus sur l'ensemble du tronçon – Profil en long.....	43
Figure - 19.	Interventions prévues sur le tronçon 1.1.....	44
Figure - 20.	Principe d'aménagement des connexions à la lône du Sauget – ici la connexion amont .....	45
Figure - 21.	Coupes de projet – TH 1.1.....	45
Figure - 22.	Vue schématique de la coupe 999 – Tronçon 1.1 .....	46
Figure - 23.	Interventions prévues sur les tronçons 1.2 et 1.3 .....	47
Figure - 24.	Coupes de projet – TH 1.2 et 1.3.....	48
Figure - 25.	Vue schématique de la coupe 3069 – Tronçon 1.3 .....	49
Figure - 26.	Coupes de projet – TH 2.1.....	50
Figure - 27.	Interventions prévues sur le tronçon 2.1.....	51
Figure - 28.	Zones de restauration de la ripisylve .....	52
Figure - 29.	Zones humides restaurées ou créées.....	54
Figure - 30.	Gestion des matériaux, transport et traitement.....	58
Figure - 31.	Débordements à Q2 aujourd'hui .....	59
Figure - 32.	Débordements à Q2 après travaux .....	59

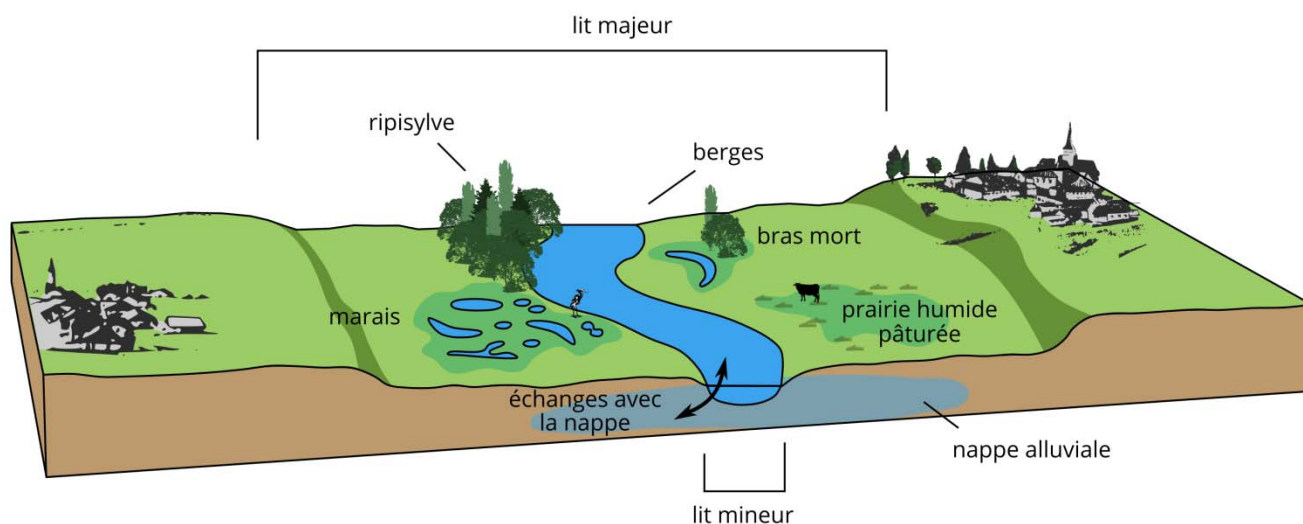
Figure - 33.	Exemple d'impact du projet sur la répartition des puissances spécifiques .....	60
Figure - 34.	Comparaison des puissances spécifiques entre l'état initial et l'état aménagé .....	61
Figure - 35.	Évolutions des puissances spécifiques entre différentes crues à l'état aménagé .....	62
Figure - 36.	Impact du projet sur la nappe d'accompagnement (BE et ME) .....	64
Figure - 37.	Travaux et mise en œuvre des travaux vis-à-vis des périmètres de protection .....	66
Figure - 38.	Programmation des travaux.....	67
Photographie - 1.	Seuil Jobez à Pont de Poitte .....	14
Photographie - 2.	Barrage et retenue de Blye .....	14
Photographie - 3.	Vues des zones de prélèvements.....	33
Photographie - 4.	Matériaux en lit majeur – Zone du Sauget amont (coupe 1746 en annexe) .....	34
Photographie - 5.	Matériaux en lit majeur – TH 1.3, bordure du lit en RD (coupe 3169 en annexe).....	34
Photographie - 6.	Fosse amont au fond de laquelle ne subsistent presque plus d'alluvions.....	38
Photographie - 7.	Limite aval de la zone de dépôt des particules concassées .....	38
Photographie - 8.	Vue de la lône du Sauget amont et vue du lit en aval du tronçon 1.1.....	44
Photographie - 9.	Exemple d'opérations dans le tronçon 1.3 .....	48
Photographie - 10.	Exemple d'opérations dans le tronçon 1.3 .....	50
Photographie - 11.	Exemple de ripisylve à reconstituer .....	52
Photographie - 12.	Illustration de la variété des milieux dans la lône du Sauget aval .....	53
Tableau - 1.	Caractéristiques morphologiques des tronçons et des sous-tronçons.....	17
Tableau - 2.	Analyse multicritère des scénarios .....	19
Tableau - 3.	Synthèse des mouvements de matériaux du scénario retenu .....	20
Tableau - 4.	Grands types d'intervention dans le périmètre de projet .....	23
Tableau - 5.	Granulométrie des sédiments piégés dans la retenue de Blye – Synthèse (Source ISL, relevés pour le compte de la société Birseck Hydro – 2021) .....	28
Tableau - 6.	Profondeur maximale des mouilles du tronçon.....	37
Tableau - 7.	Sources exogènes – Caractéristiques générales .....	39
Tableau - 8.	Récapitulatif des mouvements de matériaux .....	56
Tableau - 9.	Synthèse annuelle des mouvements de matériaux.....	57
Tableau - 10.	Bilan sédimentaire de l'opération.....	57
Tableau - 11.	Comparaison des fréquences d'inondation de la plaine entre l'état actuel et le scénario optimal (à partir des débits mesurés entre 1982 et 2020).....	60
Tableau - 12.	Impact des opérations sur les l'altitude du toit de la nappe d'accompagnement .....	63
Tableau - 13.	Synthèse des coûts par année et par type de travaux.....	68

# 1 ETAT DES LIEUX ET CONTEXTE

## 1.1 Les enjeux de la restauration

Chaque cours d'eau est partie intégrante de sa plaine (et plus largement de son bassin versant). Ce sont les processus morphologiques qui façonnent un hydrosystème. À l'échelle de toute une plaine alluviale ces mécanismes sont complexes mais ce principe demeure et se transcrit par des équilibres dynamiques multiples. Aussi, son fonctionnement, et ses dysfonctionnements ont des impacts directs et indirects sur l'ensemble des composantes du territoire. Aussi, restaurer un fonctionnement plus équilibré n'induit pas uniquement une amélioration du patrimoine naturel mais aussi une amélioration de toutes les ressources. Il est indispensable ici de ne pas considérer la rivière (le lit mineur, toujours en eau souvent bordé d'arbres) mais tout l'hydrosystème interconnecté avec tous les compartiments qui lui sont liés. Le schéma ci-dessous illustre certains principes d'interconnexion.

**Figure - 1. Interconnexion latérales d'un hydrosystème (Office international de l'eau - 2017)**



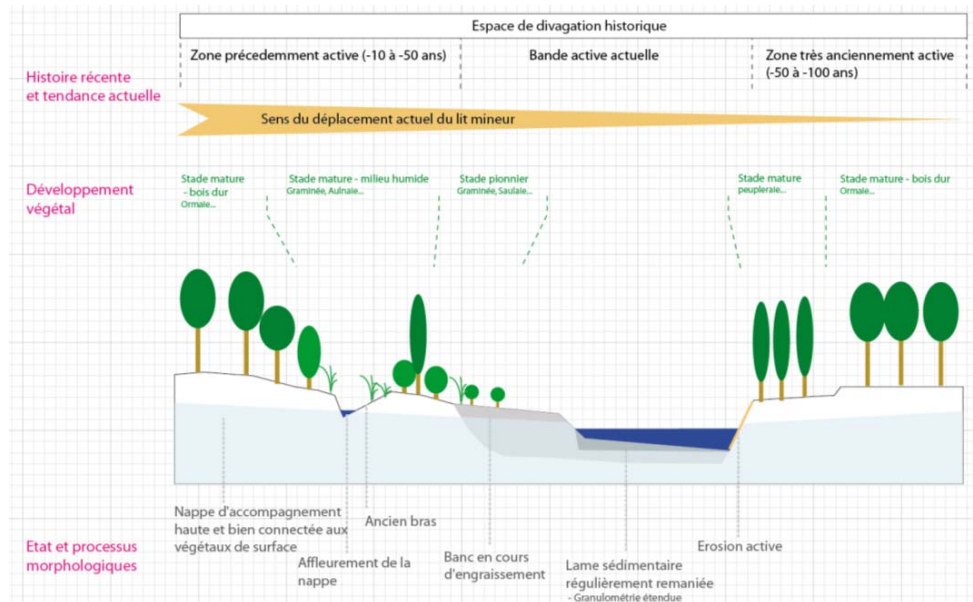
Ainsi, face à une évolution extrêmement rapide comme c'est le cas ici, les divers équilibres physiques établis au cours du temps se dérèglent ce qui entraîne d'abord une incision du lit elle-même entraînant à son tour des impacts divers et multiples souvent en série (impact sur les milieux, sur la ressource sur les paysages...).

Les altérations et les effets induits sont décrits dans le diagnostic et rappelés dans les paragraphes suivants. Retenons d'emblée que l'objectif d'une telle opération est le retour à une situation morphologiquement équilibrée pour restaurer le milieu naturel dans son ensemble, dans toutes les dimensions qui permettent l'établissement d'usages durables à l'échelle du territoire et au-delà. Dans le cas de la Combes d'Ain en amont de Pont de Poitte, les effets recherchés *in fine* sont les suivants :

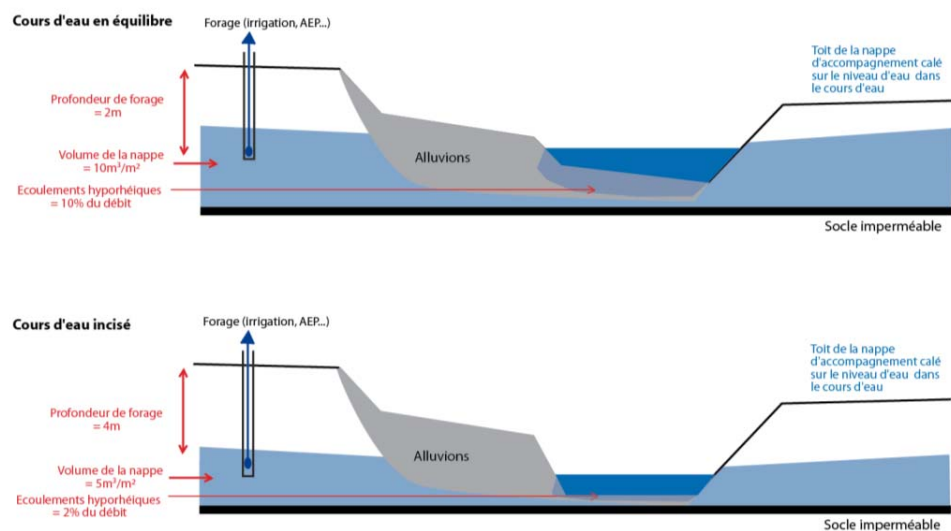
**1/ Rétablissement et pérennisation de la ressource en eau,**

**2/ restauration des milieux naturels dans le lit de l'Ain et dans ses marges.**

**Figure - 2. Schéma simplifié des liens entre la dynamique fluviale et les habitats**



**Figure - 3. Impact de l'incision sur la quantité et la qualité des eaux superficielles**



## 1.2 Contexte général

La réflexion portée par le PNR du Haut-Jura et transcrite dans cet avant-projet s'inscrit à la fois dans un contexte physique particulier et un contexte historique, social et économique spécifique.

### 1.2.1 Contexte physique général : un tronçon situé dans une plaine d'érosion glaciaire

Le tronçon d'étude est situé dans la partie aval de la Combe d'Ain, vallée glaciaire d'orientation Nord-Est-Sud-Ouest d'un peu plus de 25km de long et d'environ 5 de large. Cette dépression est bordée à l'est par le plateau de Champagnole et à l'ouest par la côte de l'Heute. La dépression est comblée par des sédiments glaciaires et des moraines, et plus récemment par des sédiments fluviaux.

Le tronçon de la rivière s'écoule dans cette plaine alluviale assez étroite. Dans ce tronçon, le lit de l'Ain est méandriforme. Il ne s'agit pas de méandres dynamiques sur tout le tronçon mais plutôt des migrations lentes autour de formes qui, à grande échelle, sont stables. Une première analyse basée essentiellement sur les cartes géologiques du secteur montre que l'Ain a balayé sa plaine au cours de l'holocène tout en s'enfonçant dans des dépôts glacio-lacustre. On observe des dépôts modernes (notés Fz) sur une bande de 200m de large, le long de la bande active actuelle s'étendant parfois de part et d'autre de formations plus anciennes. Ces limites de la divagation sont aussi visibles dans le paysage et la topographie du fond de vallée.

La structure géologique du tronçon explique en grande partie ce fonctionnement :

- Le tracé du lit est fixé en aval et en amont par des calcaires Argonien (calcaires marneux cohésifs). Aussi les méandres ne peuvent pas être initiés depuis l'amont ni se développer au-delà du tronçon.
- Le tracé est aussi contrôlé par des affleurements calcaires situés en rive gauche.
- Les dépôts fluviatiles modernes sont bordés de dépôts sablo-graveleux post-wurmien. Ces dépôts sont situés sur des argiles peu érodables. Ce sont surtout ces argiles qui bloquent les migrations.

Globalement, le tronçon est un tronçon méandriforme s'écoulant dans du matériel alluvial meuble et érodable. Même s'ils ne sont pas mus par la fluctuation forte et intense d'un train de méandre mobile, ces méandres évoluent au sein d'une zone de divagation voire même au-delà. On remarque sur la carte géologique les traces d'anciennes zones d'écoulement. Certaines sont inactives depuis très longtemps comme la zone humide du Sauget amont, certaines depuis peu comme la confluence du Drouvenant.

### Photographies du tronçon

*Zone humide dans un ancien méandre témoin de processus ancien (lône du Sauget amont)*

*Affleurement de calcaires argonien en aval du tronçon*

*Argile affleurant au fond du lit en amont du tronçon*

*Saut de la Seysse - Calcaire fixant la cote du cours d'eau en aval du tronçon (cote réhaussée par le seuil Jobez)*

*Tronçon aval plus divaguant. Les 2/3 aval du tronçon constituent une ressource en eau majeure*



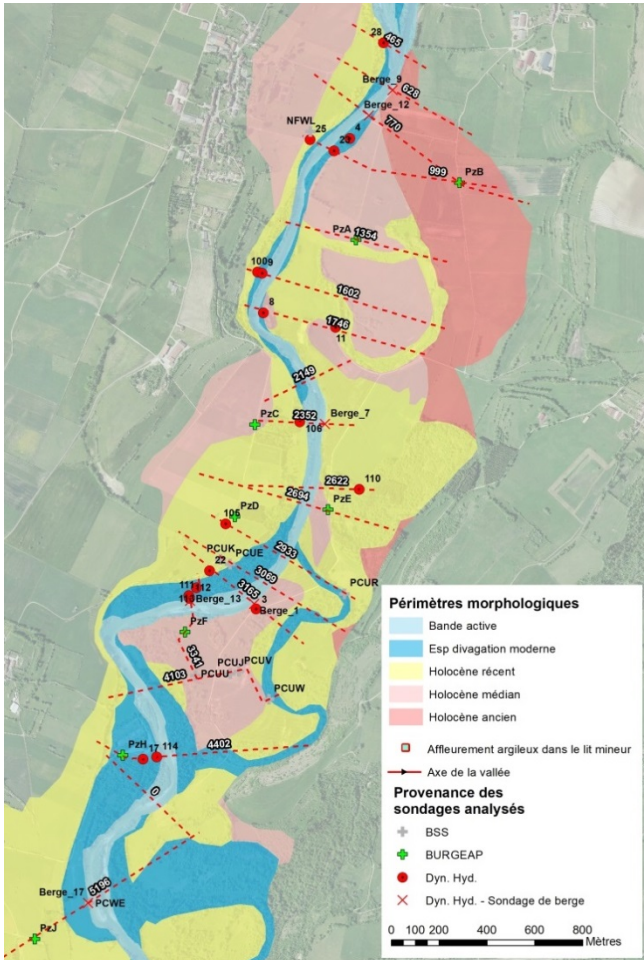
Afin de mieux identifier les gisements de sédiments nous avons approfondi nos analyses des dépôts holocènes à partir des bases de données existantes et des investigations spécifiques à l'étude. Les données exploitées sont les suivantes :

- Sondages de la BSS,
- Sondages réalisés à la pelle mécanique pour étudier la composition du sous-sol,
- Sondages réalisés lors de l'implantation des piézomètres,

- Coupes de berges réalisées lors du diagnostic.

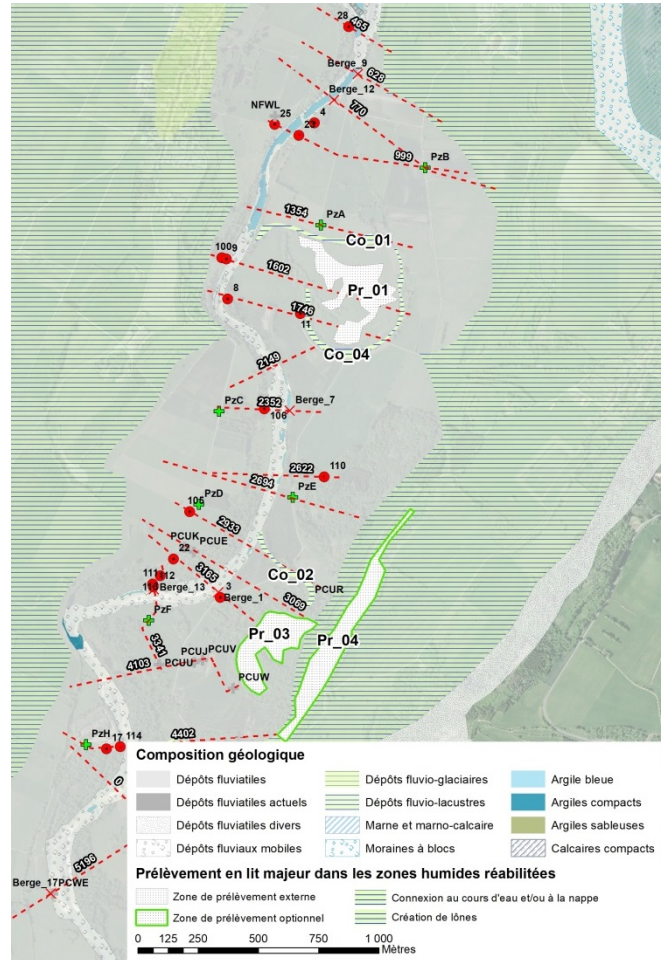
Les deux cartes présentées ci-dessous permettent de localiser les différentes formations géologiques et les différents types de substrat ;

**Figure - 4. Compositions géologiques et sources de données**



**Figure - 5. Types de substrat**

Cette carte indique également de zone de prélèvement de sédiments décrit plus loin dans le rapport.



## 1.2.2 Contexte humain : occupation des sols et usages

Ce territoire est marqué par l'activité agricole. Au-delà de cette activité qui a structuré le territoire et son paysage, d'autres activités sont présentes.

### 1.2.2.1 Un territoire agricole

La zone d'étude peut être qualifiée de rurale. Elle est dominée par l'agriculture liée à l'AOP Comté (76%). Ainsi, les terres sont essentiellement exploitées pour l'alimentation des bovins (prairies pâturées et/ou fauchées). Les zones urbanisées ne représentent que 10% des surfaces. Les espaces boisés sont essentiellement liés aux cours d'eau et milieux humides existants (14%).

### 1.2.2.2 Une activité touristique Importante

Le site est également proche de zone touristiques très fréquentées :

- les cascades du hérisson,
- les lacs de baignade (Chalain, Clairvaux, Vouglans, etc.),
- des villages et villes de caractères (Baume-les-Messieurs, Château-Chalon, Lons-le-Saunier),

- Et plus globalement inclus au « Haut-Jura » zone de fort attrait pour le tourisme vert.

Dans le périmètre on notera aussi les activités suivantes :

- La pêche de loisir : 3 AAPPMA ont été identifiées dans le secteur,
- L'hôtellerie de plein air : 3 campings sont situés dans le périmètre ou à proximité,
- Le tronçon fait partie de circuit de canoë : 2 sociétés de location travaillent sur le secteur,
- Le foyer rural du val de l'Ain de Pont de Poitte.



Figure - 6. Usages sur la zone d'étude.

### 1.2.2.3 Une réserve en eau potable stratégique à l'échelle du territoire

L'alimentation AEP, et par conséquent les infrastructures qui lui sont liées, constituent un enjeu fondamental. La restauration morphologique de l'Ain induit deux enjeux :

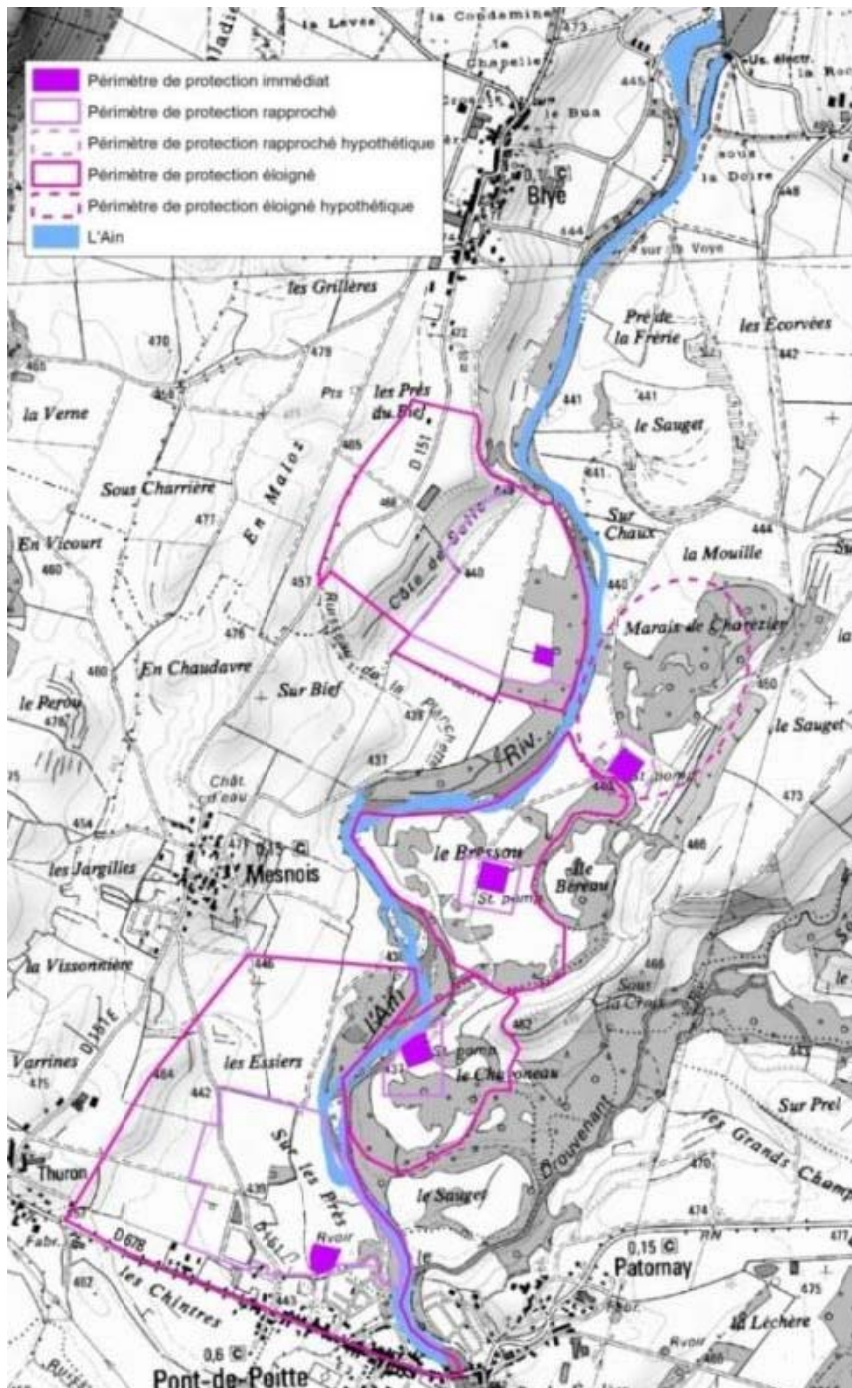
- La préservation, et si possible l'amélioration, de la ressource existante en fonction des opérations de restauration (rehausse de la nappe consécutive à un exhaussement du lit...)
- La préservation des infrastructures de captage (accentuation ou « maîtrise » des érosions de berges aux environs des puits. Cette question est déjà au cœur de notre diagnostic car le puits situé en amont de la lône du Sauguet Aval est aujourd'hui menacé par une érosion de berge.

Cinq stations de captage sont situées à proximité du lit de l'Ain et de sa nappe d'accompagnement :

- 2 sur la commune de Mesnois,
- 2 sur Charézier,
- 1 à Blye.

Leurs périmètres de protection concernent un linéaire important de l'Ain sur la zone d'étude, de Pont-de-Poitte au lieu-dit « Sur Chaux » (environ 4km).

Figure - 7. Périmètres de protection des puits (carte disponible en annexe)



#### 1.2.2.4 Un site de production hydro-électrique

La rivière de l'Aisne tient également une place importante pour l'économie avec la production d'hydroélectricité. La zone d'étude est encadrée par les barrages hydroélectriques de **Blye en amont (ROE13473 et ROE13474)** et de **Jobez (ROE8991)** en aval. En amont de la zone d'étude, l'usine de Chalain (prise d'eau : ROE82672) et le barrage de Pont-du-Navoy (ROE8593) utilisent également l'Aisne pour produire de l'électricité.

Photographie - 1. Seuil Jobez à Pont de Poitte

Photographie - 2. Barrage et retenue de Blye



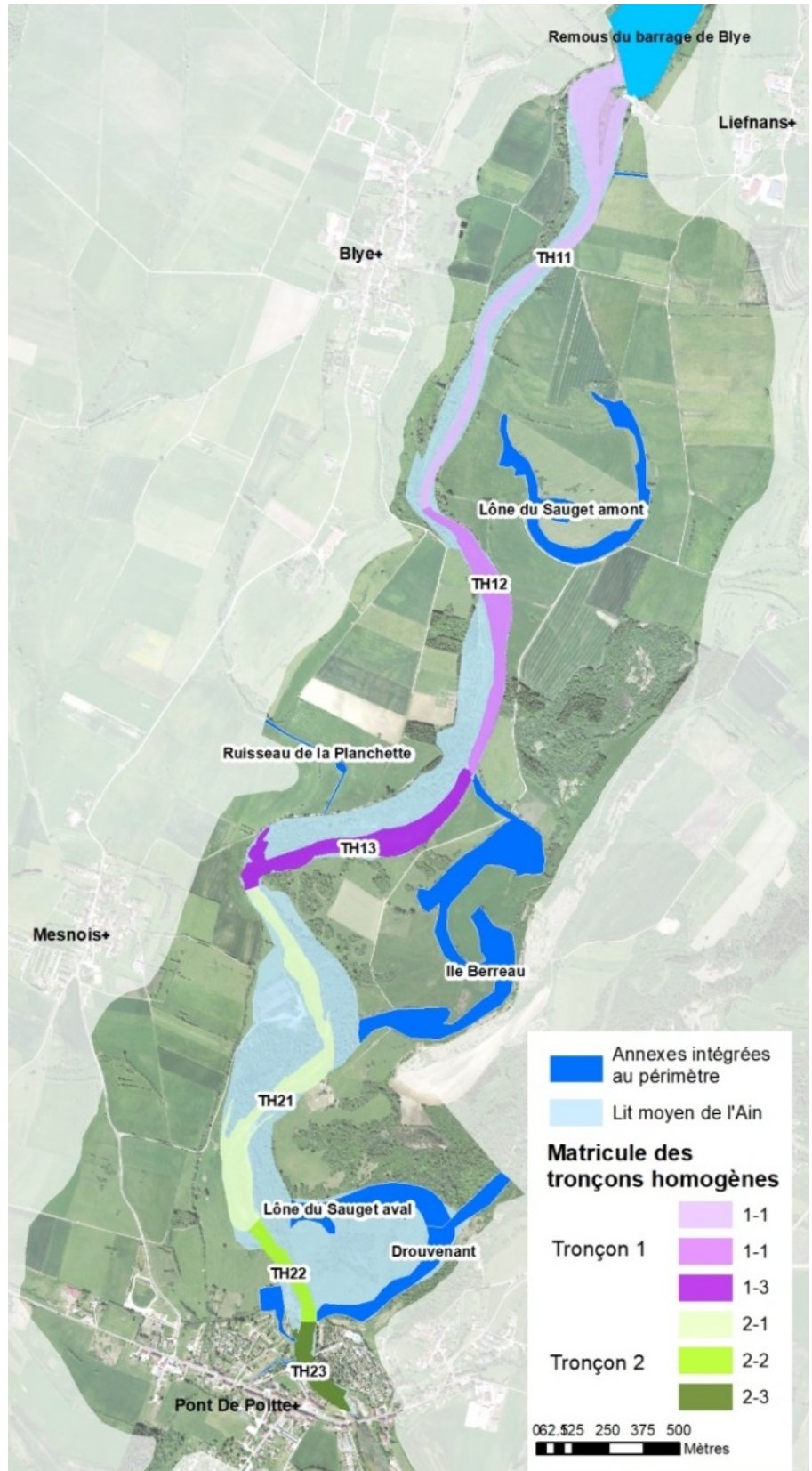
### 1.3 Diagnostic hydromorphologique du cours d'eau

Le diagnostic préalable à l'élaboration des scénarios met en avant plusieurs dysfonctionnements dont une synthèse est présentée ici. Les conclusions du diagnostic s'appuient sur une sectorisation du périmètre d'étude. Deux grands ensembles ont été définis :

- Le lit moyen du cours d'eau divisé en 2 tronçons homogènes, eux-mêmes divisés en 3 sous-tronçons.
- Un système de 3 zones humides en lit majeur hérité de processus anciens ou récents.
  - o La lône du Sauget amont héritées de processus datant de plusieurs centaines à milliers d'années,
  - o L'île Berreau héritées de processus modernes,
  - o La Lône du Sauget aval encore très connectée hydrauliquement.

La carte ci-après permet d'identifier ces différents périmètres.

Figure - 8. Organisation du périmètre d'étude, tronçons homogènes et dénomination



### 1.3.1 Un cours d'eau marqué par un importante déficit en sédiment

En aval du barrage de Blye, tous les compartiments de l'hydrosystème sont affectés par un important déficit en matériaux alluviaux. Ce déficit a été évalué à environ 400 000m<sup>3</sup>. Ce volume important représente une incision moyenne d'environ 1,4 mètre.

Cette incision est forte en amont puis diminue assez régulièrement jusqu'à une zone stable en aval. Les quelques caractéristiques synthétisées dans le tableau ci-dessous rappellent ces différences. Ces données constitueront autant de repères pour la suite de la lecture et des analyses.

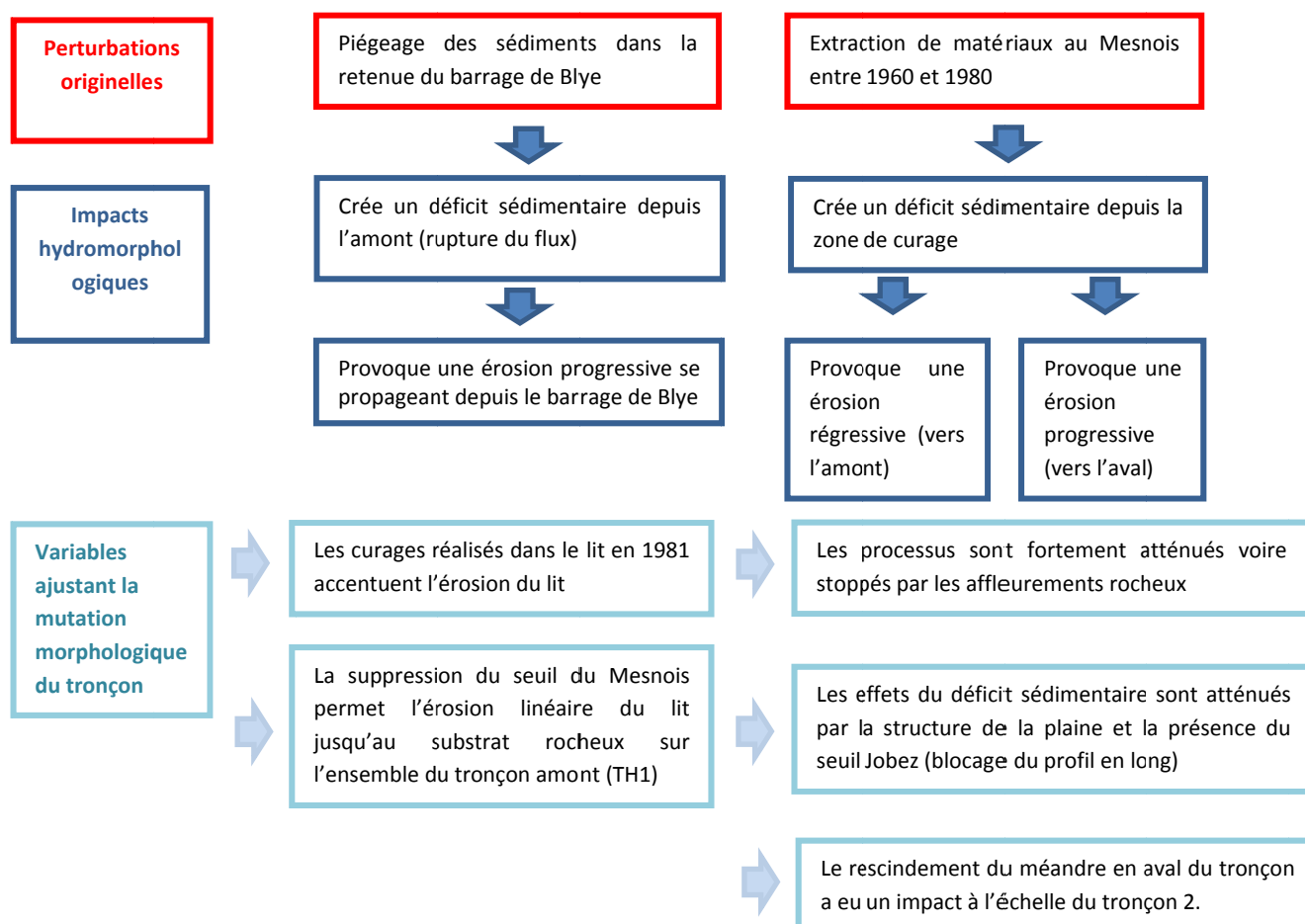
**Tableau - 1. Caractéristiques morphologiques des tronçons et des sous-tronçons**

TH	SS_TH	Longueur (m)	Surf de la bande active (ha)	Évolution moyenne depuis 1920 (m)		Bilan sédimentaire depuis 1920 (m <sup>3</sup> )	
1	11	1820	10,8	-2,2	-1,84	- 192 000	- 349 000
	12	1055	5,5	-1,78		- 93 000	
	13	974	6,2	-1,26		- 64 000	
2	21	1432	9,3	-1,09	-0,73	- 93 000	- 92 000
	22	432	1,7	-0,05		-1 000	
	23	324	2,1	+0,11		+ 2 000	

### 1.3.2 Des causes multiples

Ce déficit est principalement dû à la rupture du flux sédimentaire en amont et aux extractions en lit mineur en aval (secteur du Mesnois). A ces deux causes principales s'ajoutent des facteurs aggravants ou *a contrario* des éléments limitant les impacts sur le milieu. Le logigramme ci-dessous synthétise ces différents éléments et reprend en synthèse les relations de causalités identifiées.

#### Synthèse des causes du dérèglement hydromorphologique du tronçon - Logigramme



Les conséquences de ces perturbations sont multiples :

- Appauvrissement des milieux halieutiques,
- Déconnection et appauvrissement des milieux annexes,
- Diminution du volume de la nappe d'accompagnement.

### 1.3.3 Une augmentation des tensions sur la ressource en eau

Au-delà des conséquences multiples de la dégradation morphologique de la rivière d'Ain il est utile de rappeler d'une des composant de l'hydrosystème, que constitue la nappe phréatique est aujourd'hui très fragilisée. Les impacts d'une nappe phréatique d'accompagnement altérée comme c'est le cas ici touchent l'ensemble d'un territoire et d'un écosystème

- **La ressource AEP** : Une ressource AEP qui diminue voire, qui disparaît. Aujourd'hui le puits de Blye situé au centre du tronçon est régulièrement déconnecté dès l'arrivée des premières basses-eaux.
- **Les usages en lit majeurs** : Un sol plus sec en surface et des milieux plus secs.
- **Les populations piscicoles et l'ensemble de la faune aquatique** : Des réserves d'eau fraîches pour le cours d'eau en été qui sont plus faibles voire qui disparaissent. Ajoutons que de le réchauffement de l'eau favorise **les pollutions biologiques estivales et ont un impact sur toutes les pratiques liées à la rivière (baignade, canoë...)**.

**Nous insistons sur ce point car il s'agit d'un enjeu majeur pour le territoire, tant pour l'approvisionnement en eau que pour les milieux et tous les usages que la bonne santé desdits milieux améliore.**

## 1.4 Les choix d'un scénario d'aménagement

### 1.4.1 Des principes de gestion aux axes de restaurations

À partir de ces connaissances, nous pouvons considérer qu'un retour à l'état « pré-perturbé » ne peut pas être purement et simplement l'objectif de ces travaux de restauration car le contexte physique et humain a trop évolué. Notre état visé, notre **état d'objectif, est celui qui permettrait le retour d'un équilibre dynamique** Deux principes d'action ont été définis au terme du diagnostic afin de répondre précisément aux problèmes identifiés.

- **Améliorer le transit des matériaux au travers de la retenue de Blye en amont pour permettre le retour durable de processus hydromorphologique sur le tronçon.** Aujourd'hui nous considérons que la restauration du transit sédimentaire au travers de la retenue de Blye sera prise en charge par la société exploitante dans le cadre de ses obligations légales.
- **Injecter massivement des matériaux dans l'hydrosystème** afin de rééquilibrer les processus hydromorphologiques futurs.

**Ces deux principes sont renforcés par une redynamisation du lit moyen** qui est aujourd'hui fixé par une végétation souvent dense. Au-delà de la restauration du lit de l'Ain, qui constitue le cœur du projet, les actions portent aujourd'hui sur l'ensemble de l'hydrosystème.

Ces principes d'action ont dès lors constitué les 3 axes d'interventions.

>> **AXE 1 - Transit sédimentaire.**

>> **AXE 2 - Recharge sédimentaire de l'hydrosystème.**

>> **AXE 3 - Redynamisation des marges.**

## 1.4.2 Les choix d'un scénario d'aménagement

### 1.4.2.1 L'étude de deux scénarios

Les propositions développées dans les scénarios s'appuient sur deux concepts de restauration voisins mais fondamentalement différents :

- Le scénario minimal met en œuvre une régulation morphologique en retravaillant la géométrie du lit moyen. Cela induit un étalement des écoulements de crue et limite l'incision,
- Le scénario optimal met en œuvre une recharge sédimentaire de l'hydrosystème en injectant un volume significatif de matériaux dans le lit mineur. Cela induit la reconnexion du lit moyen et une régulation des processus hydrodynamiques.

**Tableau - 2. Analyse multicritère des scénarios**

	Hydromorpho.						
	Processus	État (court terme)	Qualité des milieux	Usages	Contraintes réglementaires	Faisabilité foncières	Impact lors des travaux
<b>Sc 1 - Mini</b>	+	++	+	+	+	++	--
<b>Sc 2 - Opti</b>	+++	+++	+++	+++	++	+	---

De '■' à '▲' Les impacts sont très négatifs à négatif

'0' Il n'y a pas d'impact

De '■' à '■' Les impacts sont positifs à très positifs

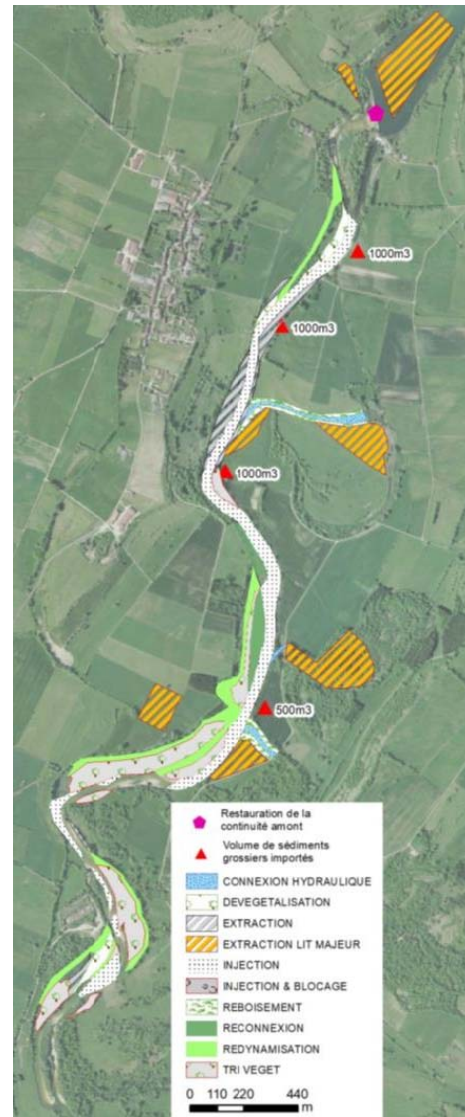
Les membres du comité de pilotage ont confirmé les élus du Parc Naturel dans leur choix de poursuivre dans la voie la plus ambitieuse. **C'est donc à partir du scénario optimum qu'a été développé cet avant-projet.**

### 1.4.2.2 Le choix du scénario optimal

Ce scénario optimal, retenu par le comité de pilotage, met en œuvre des opérations permettant une recharge de l'ensemble du lit moyen. Les opérations consistent à **recharger avec des matériaux importés (recharge externe)**. Ces injections induiront une reprise des écoulements sur l'ensemble du lit moyen. Les opérations sur les terrasses alluviales deviennent alors des opérations d'accompagnement. Elles permettent de rééquilibrer plus vite les écoulements... Ce scénario permet de récupérer une partie des volumes perdus au fil de plusieurs décennies de déficit sédimentaire **et inscrit le tronçon dans une dynamique de restauration durable**.

Le niveau d'ambition de ce scénario est plus important d'une part au regard des volumes de sédiment ré-injectés, **près de 250 000m<sup>3</sup>**, mais aussi et surtout grâce aux 120 000m<sup>3</sup> de matériaux exogènes ou assimilés. Ce sont ces derniers qui auront un impact sur la dynamique de fond. Ce **volume représente 26% du volume de sédiments perdus au cours des dernières décennies**.

Nous ne proposons pas de ré-injecter plus de matériaux exogènes essentiellement pour des raisons budgétaires et non pour des raisons techniques. Si d'aventure il était possible d'importer plus de matériaux, nous étudierions cette possibilité dans le cadre du développement au stade Projet.



Ce scénario se basait sur des mouvements de matériaux importants et un bilan sédimentaire positif de 120 000m<sup>3</sup> à l'échelle des lits moyen et mineur. Les éléments présentés dans le tableau ci-dessous sont repris tels qu'exposés au stade des scénarios. Certains principes ont depuis évolué comme nous le verrons dans ce rapport. **C'est le cas notamment des matériaux extraits de la retenue dont le volume envisagé a évolué et est aujourd'hui de 22 000m<sup>3</sup> (cf § 3.1).**

**Tableau - 3. Synthèse des mouvements de matériaux du scénario retenu**

Tronçon	Sous tronçon	Volume de sédiments allogènes extraits (m <sup>3</sup> )	Volume de sédiments injectés (dont granulométrie grossière importées) (m <sup>3</sup> )	Bilan sédimentaire du lit moyen (m <sup>3</sup> )
<b>Retenue</b>		- 50 000	0	- 50 000
<b>1</b>	1-1	- 53 000	111 000 (dont 3 000 de « grossier »)	+58 000
	1-2	- 63 000	83 000 (dont 500 de « grossier »)	+20 000
	1-3	- 20 000	34 000	+ 14 000
<b>Bilan tronçon 1</b>		<b>- 108 000</b>	<b>228 000</b>	<b>+ 120 000</b>
<b>2</b>	2-1	- 22 000	22 000	0
	2-2	0	0	0
	2-3	0	0	0
<b>Bilan tronçon 2</b>		<b>- 22 000</b>	<b>22 000</b>	<b>0</b>

## 2 LA RESTAURATION DE L'HYDROSYSTEME

### 2.1 L'aménagement du lit moyen : principes de dimensionnement

À partir des éléments analysés dans le scénario d'aménagement nous allons pouvoir développer un avant-projet. L'objectif de ce travail est de préciser les composantes du projet dont la complexité est forte. Cette complexité est due à l'objectif d'une restauration pérenne de l'hydrosystème. Pour cela il est indispensable de caler au plus juste les paramètres morphologiques afin que les sédiments soient suffisamment mobiles pour qu'ils puissent conférer de nouveau un pouvoir morphogène aux crues mais assez stable pour ne pas être chassés. Cette mobilité doit permettre à la masse sédimentaire une vitesse de progradation cohérente avec le débit solide reconstitué depuis l'amont correspondant au débit naturel entrant dans la retenue.

Les paramètres à dimensionner pour reconstituer des équilibres hydro-dynamiques précis sont assez peu nombreux mais leur calage est complexe car d'une part les interactions sont très fortes et d'autre part la précision des estimations est parfois faible.

L'attention est ici portée sur les équilibres dynamiques à retrouver car cette question conditionne la durabilité du projet. Les autres aspects de l'aménagement que sont la recréation de boisements rivulaires continus, la restauration des zones humides dans le lit majeur et les autres opérations d'accompagnement seront traités à la suite.

### 2.2 Les paramètres hydro-morphologiques

Comme évoqué en préambule le dimensionnement du projet est complexe car les paramètres sur lesquels portera l'action sont interdépendants : géométrie du profil en travers et géométrie du profil en long, granulométrie du fond, macro-rugosité du lit.... Les paramètres qui évolueront avec la mise en œuvre du projet concernent la géométrie du lit moyen dans son acceptation la plus large. Voici plus en détail les paramètres sur lesquels il est prévu d'agir.

#### 2.2.1 Modification de la géométrie des sections d'écoulement

Il s'agit ici des profils en travers des lits moyens et mineurs. Pour les profils en travers du lit mineur, l'injection de sédiment modifiera le profil en travers du lit mineur, quel que soit la provenance des matériaux. En ce qui concerne le profil en travers du lit moyen, c'est le traitement de terrasses alluviales présentes dans lit moyen qui aura un impact. Ces évolutions ont un impact sur la répartition des écoulements et la puissance délivrée au sein des sections d'écoulement. **Plus la section est large moins l'érosion linéaire au centre du lit est forte.**

#### 2.2.2 Modification de la rugosité des lits mineurs et moyens

Les travaux d'injection dans le lit et de terrassement des terrasses alluviales auront un impact sur la rugosité générale. Distinguons la rugosité à l'échelle du lit mineur et à l'échelle du lit moyen qui correspond à la section d'écoulement des crues fréquentes.

Dans le lit mineur, les affleurements de substratum argileux à la rugosité faible et présent au fond du lit et en pied de berge (parfois jusqu'à mi-berge) seront recouverts de sédiments. Ceci augmentera la rugosité du lit. L'impact de ces changements sera sensible pour les plus faibles débits. Seuls les micro-processus seront impactés (abris de berge, mise en suspension de particules limoneuses ou argileuses...).

À l'échelle du lit moyen, il y a deux phases à considérer ; une première à la livraison du chantier où les boisements auront été fraîchement retirés une seconde dès que la végétation aura spontanément recolonisé

une partie du lit ; Dans un premier temps le lit sera bien moins végétalisé qu'aujourd'hui ce qui affectera la répartition des débits. A topographie identique, le débit sera moins concentré dans le chenal principal si les secteurs plus hauts ne sont pas boisés. Passé un certain délai, des végétaux auront recolonisé une partie du lit y augmentant de fait la rugosité.

### 2.2.3 L'interdépendance des paramètres

Les paramètres impactés, listés précédemment sont tous constitutifs de la dynamique fluviale. Enclenchés grâce à l'énergie générée par les crues, les processus morphologiques se développent selon les conditions hydrauliques et mécaniques de l'hydrosystème. **Il faut considérer les lits fluviaux comme un corps souple évoluant selon ses caractéristiques physiques au gré des *stimuli* que sont les crues.**

Les principales difficultés de conception résident dans l'interdépendance des toutes les variables ; la géométrie du profil en travers a un impact sur la puissance spécifique qui a un impact sur la le débit solide ayant lui-même un impact sur la géométrie du profil en long influençant le profil en travers qui induit la distribution granulométrique des particules affectant le débit solide... et ce à des échelles de temps variables. Cet exemple de réaction en chaîne, qui n'est pas exhaustive, illustre la complexité des relations.

#### 2.2.3.1 Contraintes et limites de dimensionnement

L'objectif du projet est de restaurer des équilibres morphodynamiques durables en réactivant des chaînes de processus complexes comme nous venons de le voir rapidement. L'ambition du projet est de réaliser cet objectif sans aménagements lourds du lit. Il va de soi par exemple que la recharge sédimentaire ne s'accompagnera pas d'un seuil maçonné pour maintenir le profil en long.

La mise en œuvre du projet nécessite donc un calage le plus précis possible. Or les limites techniques et scientifiques dans la quantification des processus, qui plus est interdépendants, sont importantes et complexifient le dimensionnement d'un tel projet. L'exercice est d'autant plus complexe que nous ne disposons pas de secteur de référence, ni en amont du secteur, ni en aval.

La mise en œuvre d'un tel projet nécessite une prise en compte de ces limites d'une part en sécurisant certains paramètres pour assurer une meilleure atteinte des objectifs et d'autre part en anticipant un entretien à moyen terme.

#### 2.2.3.2 La sécurisation du dispositif par des zones de stabilisation

Le principal risque d'échec du projet est une reprise de l'incision progressive depuis l'amont. Cela concerne principalement le tronçon amont car :

- Il est le plus incisé et c'est ici que persistera le plus gros écart entre l'état de référence et l'état fini,
- Le lit moyen est et restera plus étroit qu'en aval et donc le plus sensible à l'érosion linéaire,
- Il est directement connecté au tronçon amont (retenue de Blye) et donc plus impacté à un déficit depuis l'amont.

En ce qui concerne le dernier point, des injections seront régulièrement opérées depuis l'amont ce qui diminue le risque sauf si les volumes injectés sont insuffisants.

La plus grosse incertitude de dimensionnement réside dans les deux autres causes. Eu égard aux volumes de matériaux en jeu, nous inclurons au projet des points durs réguliers dans le lit. Ces points durs, que nous appellerons « **Zones de Stabilisation** » (comprenons « de stabilisation du profil en long ») seront constitués de matériaux alluviaux plus grossiers, moins facilement transportables par le cours d'eau. Il ne s'agit pas d'implanter des massifs de gros galet, encore moins de blocs mais plutôt d'affecter à certaines zones de dépôt un mélange granulométrique plus étendu.

Considérons un exemple fictif. Si la courbe granulométrique moyenne injectée dans un secteur de 400m de long est comprise entre 2 et 80 mm, la courbe granulométrique des zones de stabilisation qui mesurerait 100m de long serait comprise entre 2 et 250mm.

### 2.2.3.3 Un nécessaire entretien

Une fois l'aménagement livré, il sera soumis aux crues dont l'ampleur et la fréquence sont inconnues. Il sera nécessaire de suivre l'évolution morphologique du tronçon et de conserver des possibilités d'actions quelques années après la fin du chantier, le temps d'observer quelques crues. Les types d'actions envisageables sont multiples mais les principaux sont les suivants :

- Traitement de la végétation en lit moyen si par exemple les crues nécessaires tardaient à redynamiser certains secteurs du lit moyen. Il pourrait s'agir de quelques coupes permettant de conserver des possibilités d'érosion suffisantes,
- Injection de sédiments pour ajuster les processus morphologiques locaux le temps que les processus s'équilibrent à l'échelle du lit moyen,

Cela induit de conserver des accès, peut-être quelques stocks de matériaux, et de cadrer règlementairement les possibilités d'action. Cet entretien sera basé sur suivi dédié.

## 2.3 Les grands types d'action

### 2.3.1 Interventions situées dans le périmètre de l'hydrosystème

L'ensemble du lit sera concerné par les mêmes types d'intervention ; injection de sédiment, déboisement... Les principaux types d'interventions sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau - 4. Grands types d'intervention dans le périmètre de projet**

Type d'intervention	Code cartographique	Opérations induites	Bilan sédimentaire à l'échelle du lit moyen
Arasement des zones riveraines	Ar_xx	Déboisement total de la zone	Nul
Abattages sélectifs	Bo_xx		-
Creusement de chenal	Ch_xx	Déboisement total de la zone	Nul
Connexion des zones humides	Co_xx	Déboisement total de la zone	Positif
Création de zones humides	Lo_xx		Positif
Prélèvement en lit majeur	Pr_xx		Positif
Remblai en lit majeur	Re_xx		Positif ou nul selon la provenance des matériaux
Plantation de ripisylve	Ri_xx		
Zone de prélèvement et d'entretien	ZPE_xx		
Zone d'injection des sédiments amont	Z_Inj		Positif - si l'on considère que la retenue est exclue de l'hydrosystème

- **Arasement des zones riveraines - Ar**

Arasement réalisé à proximité du lit mineur (généralement en bordure). Cette opération permet de reconnecter la zone d'intervention en l'abaissant et fournis des matériaux pour remblayer le lit mineur. À l'échelle de l'hydrosystème, ces opérations n'ont pas d'impact sur le bilan sédimentaire.

- **Abattages sélectifs - Bo**

Abattage partiel de zones boisées dans le but d'y faciliter les écoulements tout en conservant une bonne résistance mécanique. Ce type d'intervention permet de ralentir les processus érosifs, notamment pour augmenter la durée de vie d'épis en alluvion.

- **Creusement de chenal - Ch**

Les chenaux sont des zones de déblai. À la différence des arasements, les chenaux ont un objectif de report des écoulements de crue au cœur des zones aujourd'hui stables.

- **Connexion des zones humides – CoRi et CoPh**

Il s'agit de chenaux ou dépressions créés soit en lit majeur soit dans des zones humides actuelles. Les chenaux ont pour but de reconnecter des lînes aux écoulements de surface (**CoRi**). Les dépressions creusées dans des zones humides actuelles permettront de mieux connecter ces secteurs avec la nappe d'accompagnement (**CoPh**). Ces opérations renforcent les effets du rehaussement général de la nappe d'accompagnement visé par ailleurs.

- **Création de zones humides - Lo**

Zones humides créées en bordure du lit mineur ; Il s'agit de dépressions créées à proximité du lit mineur, directement connectées en surface et proche de la nappe d'accompagnement.

- **Prélèvement en lit majeur - Pr**

Il s'agit de déblai en lit majeur. Les matériaux déblayés sont ensuite injectés dans le lit mineur de la rivière d'Ain. Les prélèvements sont réalisés de manière à laisser les terrains dans une forme « naturelle » avec des zones plus profondes, des buttes, des zones plates... Ces secteurs seront ainsi transformés en zones naturelles humides.

- **Remblai en lit mineur - Re**

Il s'agit de remblai en lit mineur permettant de rehausser le profil en long de la rivière d'Ain. La plupart du temps ces remblais recouvrent la totalité du lit mineur.

- **Plantation de ripisylve - Ri**

Ces zones, situées en bordure du lit mineur seront planter d'arbres et d'arbustes afin de reconstituer une ripisylve.

- **Zone de prélèvement et d'entretien - ZPE**

Il s'agit des zones de prélèvement dans la retenue. Ces zones concernent surtout les opérations de curage pour l'entretien et le rétablissement du continuum sédimentaire mais pourraient aussi être concernées par les opérations de restauration.

- **Zone d'injection des matériaux provenant de l'amont - Zinj**

Il s'agit du secteur préférentiel de dépôt des matériaux injectés régulièrement depuis l'amont. Il s'agit bien ici d'une opération d'entretien liée à la reconstitution du continuum sédimentaire et non d'une opération de restauration.

### 2.3.2 Les opérations d'accompagnement

La mise en œuvre des travaux induits d'autres interventions. Il s'agit principalement de la création de pistes d'accès et de circulations ainsi que des zones de stockages de matériaux.

- **La création de pistes**

Ces pistes seront indispensables d'abord pour accéder aux zones de travaux qui sont la plupart du temps bordées de prairies et de champs. Des pistes seront également indispensables pour déplacer des matériaux des zones de prélèvement (Ar, Co, Pr...) aux zones de stockage et aux zones de remblai.

- **La création de zone de traitement et de stockage – ZdS**

Il sera nécessaire de stocker temporairement des matériaux. Deux échelles de temps sont à distinguer :

- Les zones temporaires : Ces zones permettront de stocker les matériaux le temps d'une tranche, soit quelques mois. À la fin d'une période de travaux, ces zones seront vidées de tous matériaux voire remises en état si elles ne sont pas utilisées l'année suivante.
- Les zones de stockage interannuel : Ces zones serviront aux travaux de la tranche en cours mais aussi au stockage de matériaux extraits une année et injectés l'année suivante. Il y aura probablement des cas où les matériaux devront être stockés plus d'un an.

Les stockages sont indispensables pour ajuster la granulométrie des remblais. Il faudra déposer et stocker les couches de surface des différents déblais pour pouvoir les mélanger avant de les réinjecter. Les différents mixes seront prévus à l'avance. Une première évaluation est proposée dans cet avant-projet. Elle est exposée dans la suite de ce rapport.

### **2.3.3 Importation et traitement de matériaux alluviaux**

Ces opérations ne sont pas matérialisées par des emprises comme les opérations décrites précédemment. Il s'agit de sédiments importés depuis des secteurs en dehors de l'hydrosystème ou en l'état considéré comme tel d'un point de vue hydromorphologique. Trois types d'apport (ou sources) ont été définis :

- Une partie de matériaux piégés dans la retenue du barrage de Blye,
- Des matériaux issus du déroctage des gorges de la rivière d'Ain par EDF dans le cadre des travaux de Sault-Mortier
- Des matériaux alluviaux de diamètre moyen à gros (gros graviers à petit blocs) dont la source n'a pas encore été identifiée.

Ces éléments seront décrits plus finement dans l'exposé des modalités de mise en œuvre de l'axe 2.



## 3 DESCRIPTION DES OPERATIONS

Les trois axes de restauration définis dans les phases antérieures et rappelés dans ce rapport structureront l'exposé des actions de restauration proposées.

### 3.1 Rétablissement du continuum sédimentaire (AXE 1)

Il est indispensable de restaurer le transit sédimentaire depuis l'amont du tronçon si l'on veut que les effets de la restauration soient durables. Sans apports réguliers de sédiments le lit de l'Ain s'incisera de nouveau.

Les éléments du diagnostic complétés par l'étude diligentée par la Société des Chutes de l'Ain (aussi nommées SCA) permettent d'estimer une valeur moyenne d'apport annuel d'environ 1100m<sup>3</sup>. D'autres investigations, portées par le PNR HJ, permettront d'affiner encore le volume annuel moyen qui transite dans la rivière d'Ain au droit du secteur projet.

#### 3.1.1 Les sédiments piégés dans la retenue : modalités de gestion possibles aujourd'hui

Il est utile d'évoquer la question des extractions de matériaux dans la retenue car c'est ici que sont stoppés les matériaux venant de l'amont. Aussi réfléchir à la restauration du continuum sédimentaire c'est réfléchir aux possibilités de faire transiter les matériaux de l'amont de la retenue à l'aval du barrage.

Cette question a été traitée dans le cadre de la **réflexion sur la réinjection de matériaux dans le chenal de l'Ain en phase « restauration » (Axe 2)**. Les premières conclusions des études de faisabilité montrent qu'il n'est pas possible de restaurer le transit au travers du barrage sans interventions mécanisées.

-----

Extraits du rapport d'ISL Ingénierie (matricule : 21F-167-RL-1 du 28 juillet 2022)

*Cinq scénarios de gestion du transit sédimentaire à travers la retenue de Blye (dénommés S1 à S5) ont été étudiés au stade faisabilité technique, avec analyse des pertes de productibles, des contraintes environnementales, et l'estimation des coûts.*

- *Les scénarios hydrauliques (S1 et S2) nécessiteraient une durée respective de 60 à 150 ans pour que les sédiments franchissent la retenue,*
- *Les scénarios mécaniques ou mixtes (S3, S4, S5) : présentent des coûts très élevés pour l'extraction (dragage) et les modes de transports : le coût d'extraction des matériaux stockés dans la retenue est trop onéreux et impacte également l'équilibre économique de la concession. Les scénarios présentent également des impacts environnementaux élevés,*
- *Aucun scénario ne peut donc être retenu pour la suite du projet ; le gisement de sédiments dans la retenue est trop onéreux à exploiter. D'autres sources de gisements doivent être recherchées (que ce soit pour le PNR Haut-Jura ou pour la Société des Chutes de l'Ain (SCA)).*

*Par ailleurs, indépendamment des pertes de productibles des scénarios (S1 à S5) étudiés par ISL, la perte de chute (et donc de productible) due à la rehausse du niveau d'eau aval provoquée par la rehausse du lit (projet PNR Haut-Jura) est importante.*

*La phase 4 de la présente étude est adaptée : plutôt que de développer un scénario au stade AVP, il sera procédé à une recherche de nouveaux gisements pour permettre à la SCA d'honorer son engagement à fournir les volumes dont elle est redevable. Des sondages vont être définis sur son foncier pour la recherche de gisements, avec mutualisation des campagnes géotechniques avec le PNR Haut-Jura.*

Comme précisé en préambule ces conclusions concernent la restitution des matériaux prévue pour l'opération de restauration. Elles ne concernent pas les opérations d'entretien dont il est question ici (**axe 1**). Dans le cadre d'un entretien, les problématiques diffèrent fortement car il n'a pas de limite dans le temps ; **l'entretien sera nécessaire tant que le barrage existera**. Cette question dépasse donc la question des sédiments qui se sont stockés depuis le début de la concession et ceux qui seront piégés avant son terme. **La concession durant 20 ans (fin en 2032) le volume de sédiment piégé pendant sa durée est aujourd'hui estimé à 22 000m<sup>3</sup> (20 années multipliées par une moyenne annuelle de 1 100m<sup>3</sup>).**

### 3.1.2 La question de la gestion du transit à plus long terme

Il est nécessaire de se projeter au-delà de 2032 car la rivière d'Ain et les usages qui lui sont inféodés seront encore là au terme de la concession. **Aussi, dans le cadre de cette réflexion à long terme on doit se poser la question des matériaux piégés** car les besoins seront trop importants. Soit les autres sources viendront à s'épuiser soit les prélèvements, à force d'être répétés, auront des impacts trop forts. La question n'est aujourd'hui pas tranchée.

Nous proposons ici un premier cadrage de la problématique et des modalités d'intervention.

Au-delà des quantités requises pour maintenir en équilibre le tronçon restauré, le type et surtout la granulométrie des matériaux transférés est importante. L'objectif de maintien des équilibres dynamiques requiert plutôt l'apport de la frange la plus grossière du cortège granulométrique (env.  $\varnothing > 2$  ou 4mm). Toutefois, il sera important de conserver une part de sable mais aussi de limon dans les apports pour assurer l'ensemble des processus morphogénèses. On ne connaît pas aujourd'hui les quantités de sédiments fins (limon et inférieurs) franchissant le barrage.

**Tableau - 5. Granulométrie des sédiments piégés dans la retenue de Blye – Synthèse (Source ISL, relevés pour le compte de la société Birseck Hydro – 2021)**

	% Sable	D10	D16	D50	D75	D84	D90	D99	Observation
<b>P1</b>	8%	2.5	5	32	57	65	75	95	<b>ZPE_ament</b>
<b>P2</b>	1%	11	14	32	52	61	71	95	
<b>P3</b>	1%	12	14	28	40	50	60	90	<b>ZPE_aval</b>
<b>P4</b>	1%	10	11	26	40	50	60	90	
<b>P5</b>	16%	1.2	2	21	35	45	50	75	
<b>P6</b>	0.5%	5	6.5	18	28	35	38	70	
<b>P7</b>	<b>0.5%</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>78</b>	
<b>T7</b>	<b>2.0%</b>	<b>4.5</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>70</b>	
<b>P8</b>	1.0%	11	13	26	35	40	45	70	
<b>T9</b>	18.0%	0.9	1.7	15	35	48	57	77	
<b>P10</b>	22.0%	0.75	1.4	9.5	23	30	34	45	
<b>P11</b>	14.0%	1	2.6	13	22	27	髒1	45	
<b>T11</b>	26.0%	0.61	0.9	7.1	18	26	31	60	
<b>P12</b>	11.0%	1.7	4	22	38	45	50	75	
<b>P13</b>									
<b>P14</b>									
<b>P15</b>	46.0%	0.48	0.65	2.2	4.3	6	8	15	
<b>P16</b>	22.0%	0.31	0.5	13	28	36	45	75	

Au regard de ces éléments nous avons défini les zones de prélèvement pour les opérations d'entretien. Ces zones sont donc situées :

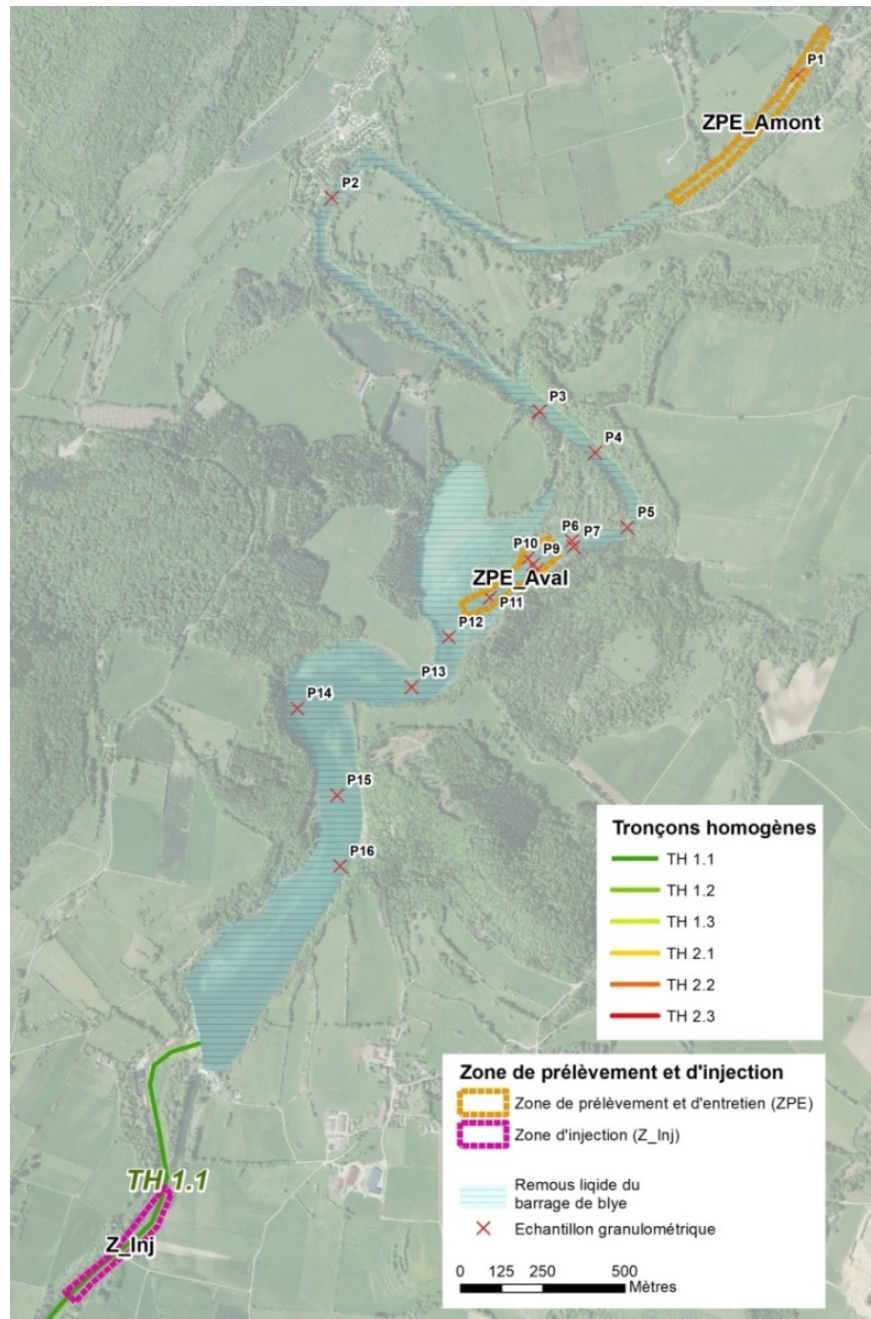
- En amont du remous pour traiter la fraction la plus grossière de la charge solide (**ZPE\_Amont**) >> D50 +/- 30 mm.

- Au centre du tronçon pour traiter la fraction intermédiaire et la fraction fine (**ZPE Aval**) >> D50 +/- 10 à 25 mm.

Les curages dans la zone de prélèvement auront un impact sur le transit sédimentaire de la retenue. Les contours de la ZPE aval devront être revus en conséquence au gré des opérations d'entretien et des crues. Notez que ces propositions n'ont pas, à ce stade, été évoquées avec la SCA. **Il s'agit de propositions émanant de nos propres réflexions basées sur nos seules connaissances.**

**Figure - 9. Gestion des sédiments de la retenue de Blye (propositions de Dynamique Hydro)**

Sans entrer dans les détails encore trop peu maîtrisés, notons que les matériaux visés sont les matériaux sablo-graveleux prélevés dans la retenue et déposés en amont du tronçon restauré. La zone de dépôt doit être située le plus en amont possible pour que le bénéfice des injections soit complet.



## 3.2 La recharge sédimentaire de l'hydrosystème (AXE 2)

Les principes mis en œuvre sont différents entre les axes 2 et 3 mais les interventions sont entremêlées. L'axe 2 rend possible la restauration d'équilibres morphodynamiques pérennes que les opérations liées à l'axe 3 permettent de restaurer. L'articulation autour de ces principes d'aménagement permet de structurer la conception du projet dans son ensemble mais n'est pas aussi pertinent lorsqu'il s'agit de décrire les opérations prévues dans le détail. Nous ne pouvons par exemple pas toujours distinguer des remblais constitués de

matériaux exogènes des remblais constitués de matériaux allogènes. Le paramètre à prendre en compte est le bilan sédimentaire à l'échelle du tronçon.

Il faut toutefois garder à l'esprit l'importance de la provenance des matériaux pour la recharge à l'échelle de l'hydrosystème (axe 2). Cela induit l'apport de matériaux exogènes. Nous n'allons traiter dans cette partie que la question des ressources externes.

### 3.2.1 Les ressources identifiées

Nous avons considéré comme exogènes tous les matériaux ne provenant pas de zones actuellement actives ou pouvant l'être à court terme. Les sources sont donc situées en dehors du lit moyen et au-delà de l'espace de divagation. Dès lors, deux périmètres de prospection se distinguent :

- Le lit majeur de la rivière d'Ain (au-delà des zones de divagations citées précédemment),
- Au-delà du lit majeur.

#### 3.2.1.1 Les sources situées dans le lit majeur

D'un point de vue purement opérationnel, le principal intérêt de cette ressource est sa proximité. Cela réduit les coûts et les émissions de CO<sub>2</sub>. Nos investigations de 2021 et l'analyse géologique de la plaine montrent que les ressources en gravier sont disponibles et réparties de manière homogène dans le lit majeur. Les possibilités de prélèvements étant assez ouvertes, il est apparu pertinent de choisir par élimination en écartant les secteurs selon d'autres critères.

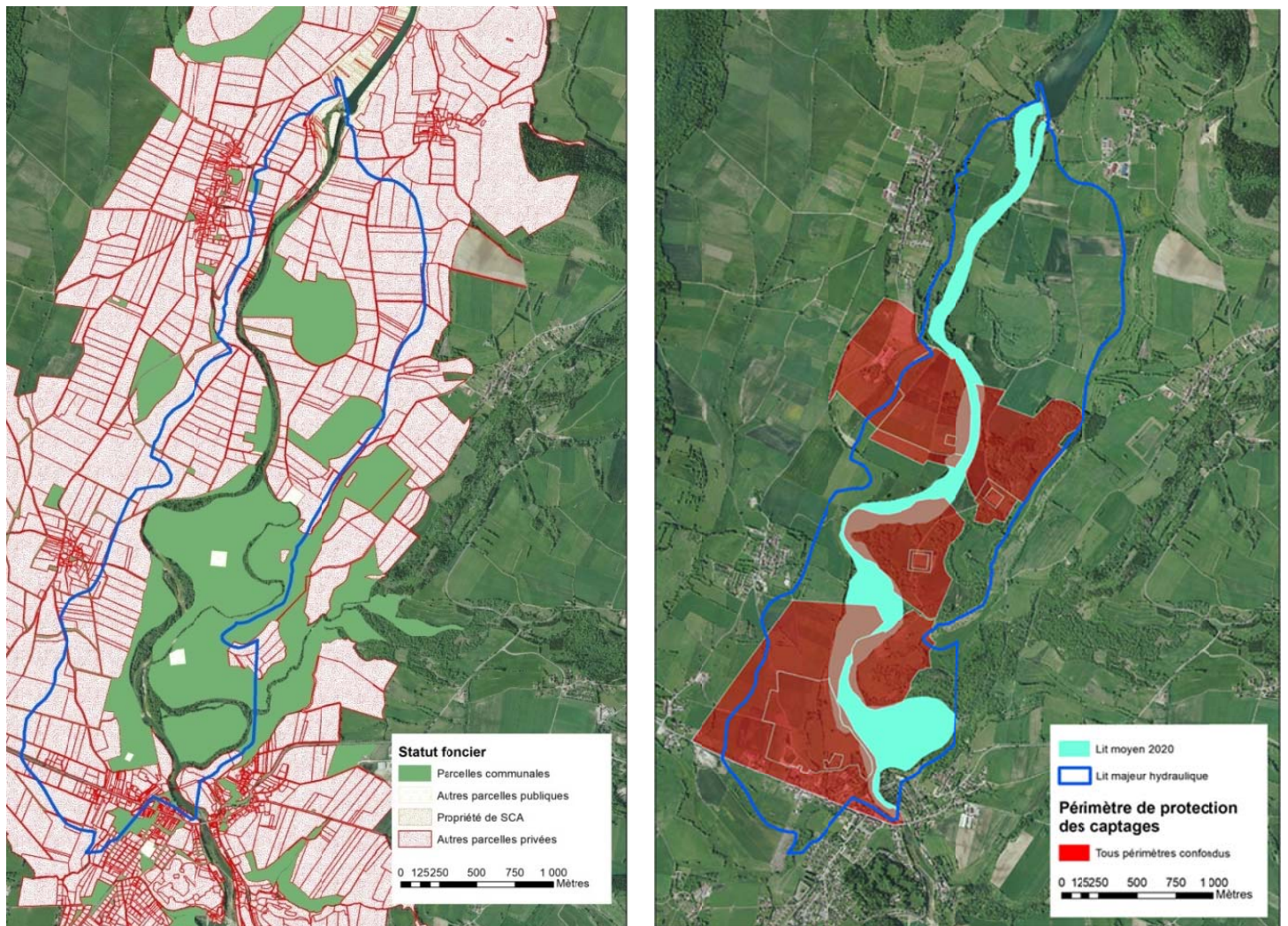
##### a) *Le choix des zones de prélèvement*

**Les premiers critères portaient sur la faisabilité des opérations** et les procédures administratives nécessaires à leur mise en œuvre. Nous avons dans un premier temps éliminé les parcelles suivantes :

- **Les parcelles appartenant à des propriétaires privés** pour concentrer les prélèvements sur des parcelles publiques, plus précisément communales. Les parcelles appartenant à la Société des Chutes de l'Ain (filiale de Birseck Hydro) font exception à cette règle. Elles n'ont pas été exclues et apparaissent sur les cartes ci-dessous.
- **Les parcelles incluses dans les zones de protection des captages AEP.** Ce type de prélèvement en lit majeur n'y est pas autorisé. Il aurait été peut-être possible de modifier le contour de certaines limites mais cela induisait des procédures de révision longues sans que l'on ne soit sûr qu'elles aboutissent positivement.

Les cartes suivantes nous indiquent les statuts fonciers des parcelles et les zones de protection des puits de captages.

Figure - 10. Statuts fonciers et périmètre AEP



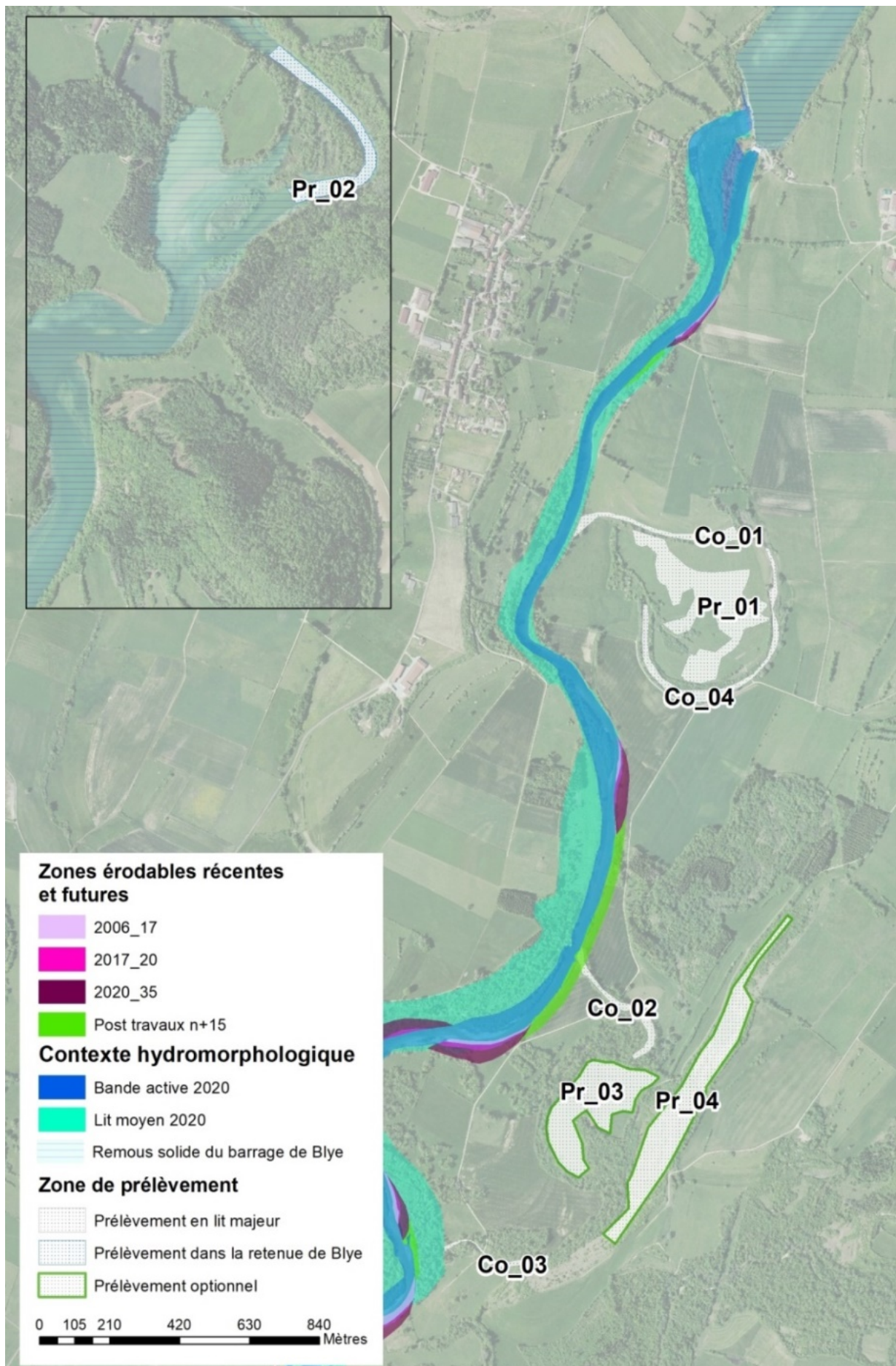
Ce premier tri nous a permis d'identifier 8 zones de prélèvement. Une seconde série de critères plus techniques a permis d'affiner le choix des zones de prélèvements. Ce dernier tri s'est appuyé sur les deux critères suivants :

- Les principales zones de remblai étant situées en amont (TH 1), nous avons écarté **les parcelles situées en aval du secteur** pour ne pas trop augmenter les distances de déplacement. Nous avons en conséquence écarté les parcelles situées en aval de l'île Berreau.
- **Les parcelles situées en bordure du périmètre de divagation**, dont les stocks ne constituent pas une ressource externe,

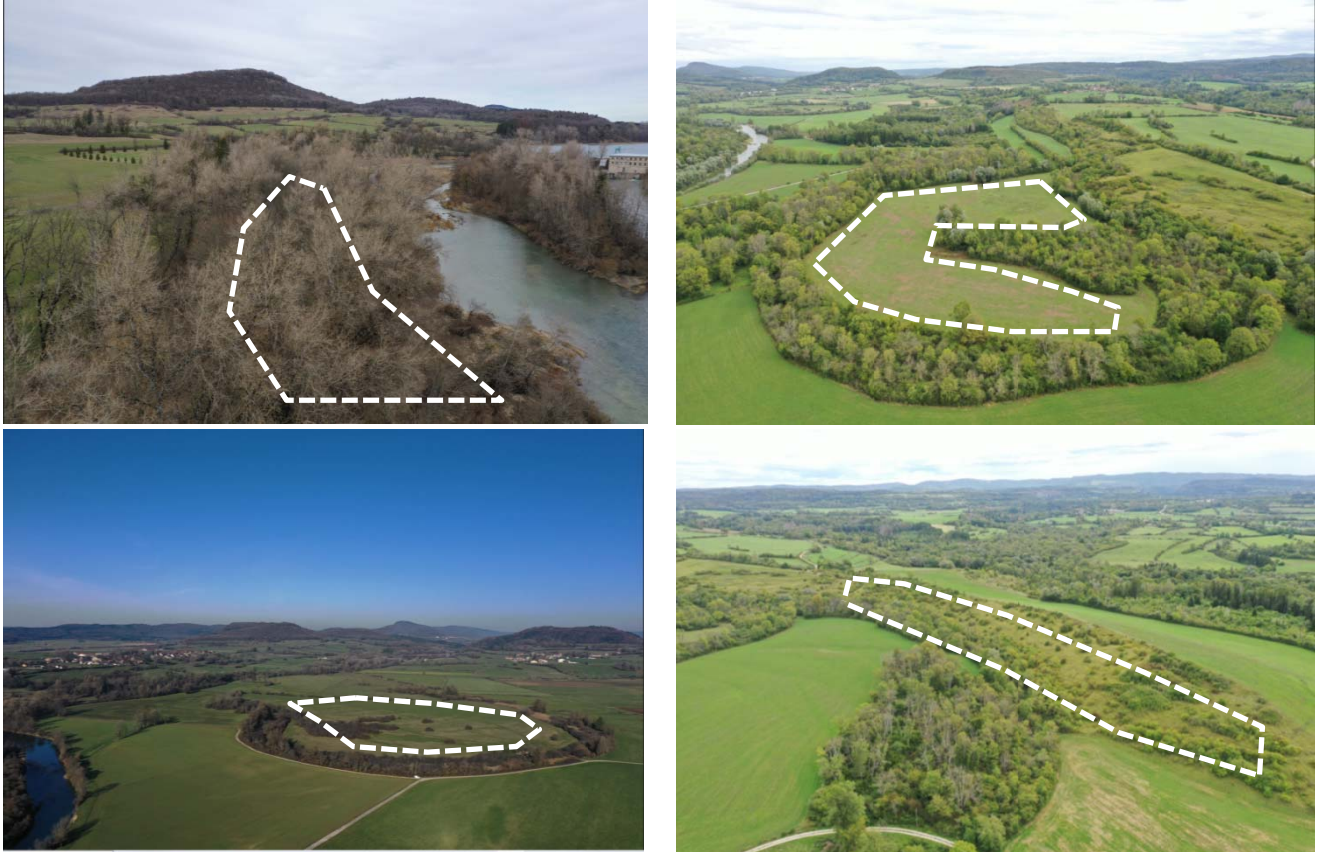
En conclusion de ces différents tris, trois zones de prélèvement ont été délimitées en lit majeur. Il s'agit des zones 1, 3 et 4 (**notées Pr\_01, Pr\_03 et Pr\_04**). Elles s'ajoutent à la zone de prélèvement située dans la retenue du barrage de Blye (**Pr\_02**) et aux prélèvements réalisés lors de la création des chenaux de connexion des zones humides (**notées Co\_01 et Co\_02 sur la carte**).

A ce stade, **nous préférons écarter Les zones 3 et 4** et leur conférer un caractère optionnel. La situation de la zone 03 pourrait être réexaminée au regard des opérations de restauration de l'île Berreau. Si la création d'une dépression était opportune et qu'en bordure du secteur se trouvaient des particules plus grossières qu'ailleurs, quelques centaines à quelques milliers de mètres cubes pourraient être utilement injectés dans le lit de l'Ain.

Figure - 11. Zones de prélèvement en lit majeur ou assimilé



### Photographie - 3. Vues des zones de prélèvements



#### b) Caractéristiques de la ressource disponible

Comme nous l'avons rappelé en préambule, le lit majeur est très largement rempli de dépôts fluviaux déposés au fur et à mesure des divagations du lit de l'Ain. C'est en migrant que la rivière d'Ain a érodé les dépôts glaciaires wurmiens. L'étude de la géologie de la plaine à partir des données topographiques, géologique et des données de terrain (coupe de berge, sondages BRGM, sondages hydrogéologiques...) nous a permis de cartographier assez finement les différentes formations. C'est à partir de ces données que nous avons pu extrapoler avec un minimum de maîtrise les données granulométriques issues des sondages (18 sondages, 50 échantillons complets et quelques évaluations qualitatives). Il nous a malgré tout manqué des informations pour préciser les données voire en confirmer certaines. En l'état des connaissances acquises, on considère disposer d'un stock sablo-graveleux. On peut considérer les valeurs granulométriques suivantes :

- D16 +/- 1mm
- D50 +/- 8mm
- D84 +/- 26mm

Il s'agit d'ordre de grandeur. Il faudra affiner ces données dans le cadre de la définition du projet. Une dizaine de sondage en lit majeur et quelques prélèvements de surface suffiront.

#### Photographie - 4. Matériaux en lit majeur – Zone du Sauget amont (coupe 1746 en annexe)

On observe une alternance d'horizons sableux et d'horizons graveleux due à l'activité morphologique ancienne (zone à méandre il y a quelques siècles).

Horizons sableux et sablo-graveleux :  $D_{50} \pm 0,6\text{mm}$  et  $D_{99} \pm 0,8 \text{ à } 7\text{mm}$

Horizons graveleux :  $D_{50} \pm 5\text{mm}$  et  $D_{99} \pm 60\text{mm}$

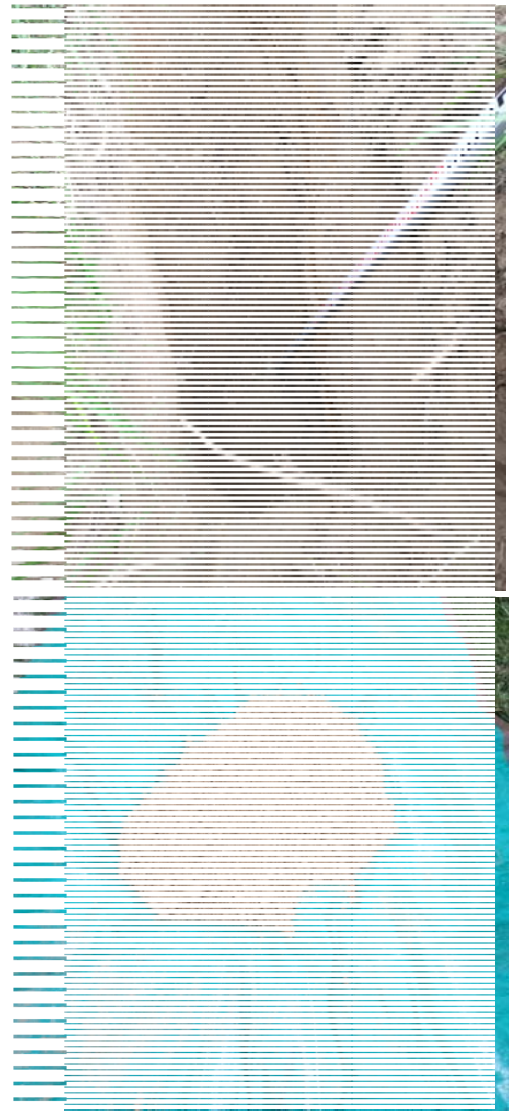


#### Photographie - 5. Matériaux en lit majeur – TH 1.3, bordure du lit en RD (coupe 3169 en annexe)

On observe sous une fine couche de limon un horizon sableux de 0,85m d'épaisseur surmontant un horizon graveleux d'au moins 1,4m d'épaisseur

Horizon sableux de surface :  $D_{50} = 0,33\text{mm}$  et  $D_{99} = 30,69\text{mm}$

Horizons graveleux :  $D_{50} = 6,86\text{mm}$  et  $D_{99} = 32,6\text{mm}$



#### c) Les modalités d'extraction

Les sédiments extraits proviennent de la création de zones humides. Les modalités d'extraction seront nécessairement cohérentes avec ces objectifs de restauration de milieux naturels. Il est donc prévu en premier le retrait des couches superficielles pour ensuite créer des dépressions, des hauts-fonds, des chenaux... bref une architecture propre à assurer une bonne diversité d'habitats. Les sols réservés seront ensuite redéposés en veillant à maintenir des zones plus graveleuses.

Des avant-projets dédiés seront développés pour définir plus précisément ces projets de restauration des zones humides.

#### d) Les modalités d'injection des matériaux de la plaine

Comme évoqué en préambule, les sédiments provenant du lit majeur seront injectés dans le lit mineur de la rivière d'Ain avec les sédiments provenant du lit moyen. Le choix des zones d'injection est fonction de la granulométrie visée pour chaque remblai. Cette granulométrie aura un impact sur la mobilité des matériaux injectés. En cela certains des matériaux importés sont utiles car ils sont plus grossiers. Sauf pour les matériaux issus de Saut-Mortier, la granulométrie des autres stocks n'est que très légèrement plus grossière.

Cette règle générale vaut pour une part très importante de matériaux extrait en lit majeur. Seuls font exception à cette règle les matériaux fins (sable et limon) extraits en surface et non redéposés. Seuls ces matériaux seront injectés au fond du lit, sous certains remblais alluviaux.

### 3.2.1.2 Le cas particulier des matériaux de la retenue

*L'étude de faisabilité menée par la société concessionnaire du barrage a conclu que ces matériaux ne peuvent pas être utilisés pour les opérations de restauration. A ce stade du projet, il nous a semblé utile d'évoquer cette ressource pour mémoire.*

Ce cas est particulier car les matériaux piégés dans la retenue sont bien des matériaux inclus dans le périmètre de lit moyen, voire du lit mineur. Malgré cela, nous les avons considérés comme des matériaux exogènes car temps que le barrage existera ils seront bloqués dans la retenue.

#### a) *Caractéristiques générales de la ressource*

Les matériaux seront extraits par barge et acheminés en aval du barrage. La granulométrie des matériaux est « moyenne » avec un D50 d'environ 25mm de diamètre. Cette évaluation est basée sur les données granulométriques fournies. Ce calcul se base sur les données des différents échantillons sans prise en compte du volume représenté par lesdits échantillons. Cette valeur pourra être affinée en phase PRO, une fois le mixe des sources sédimentaire précisé.

La granulométrie est plus grossière que celle des dépôts situés en lit majeur car un tri s'est naturellement opéré. Ainsi, les extractions seront concentrées sur les zones de dépôt de matériaux plus grossiers. On peut retenir les valeurs suivantes :

- D16 +/- 10mm
- D50 +/- 25mm
- D84 +/- 45mm

#### b) *Modalités d'injection des matériaux extraits de la retenue*

Comme les matériaux prélevés en lit majeur, ces matériaux seront injectés dans différentes zones, mélangés entre eux et avec d'autres matériaux selon les caractéristiques granulométriques visées dans les différents remblais.

### 3.2.1.3 Les sources de matériaux situées en-dehors du lit majeur

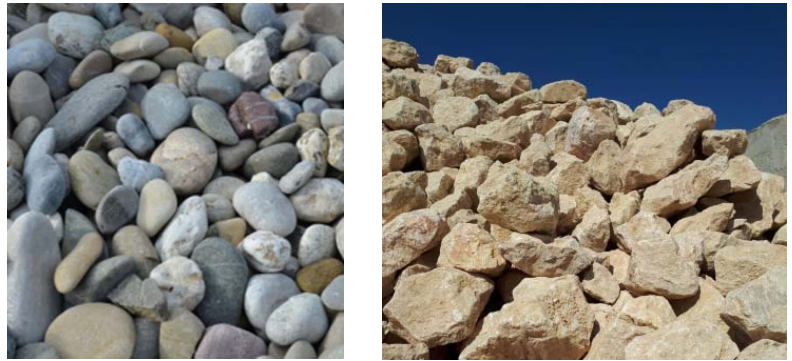
Le poids financier et « carbone » est –presque- automatiquement plus important pour ces matériaux que pour les autres car ils viennent de plus loin. D'autres paramètres comptent aussi comme les difficultés d'extraction, le stockage, les traversées de centre-bourgs... mais la distance à la source est indéniablement un facteur impactant le prix et les émissions de CO<sub>2</sub>. Cependant, au vu des ressources à proximité et du besoin en sédiments ces sources sont nécessaires.

#### a) *Les matériaux disponibles*

Plusieurs pistes ont été explorées mais la plus intéressante est l'utilisation des matériaux prélevés dans la retenue du barrage de Sault-Mortier. Ces matériaux seront extraits à une quarantaine de kilomètres de leurs points de réinjection. Le volume disponible est compris entre **65 000 et 85 000m<sup>3</sup>** (soit entre 50000 et 60000m<sup>3</sup> in situ, sous forme de roche compacte, avant fracturation et prise en compte du foisonnement).

La granulométrie des matériaux livrés sera de l'ordre de 600 à 700mm. Un concassage sera à prévoir préalablement à l'injection. Cela permettra un ajustement de la granulométrie aux besoins du dispositif de recharge. Ceci induit la création d'une plateforme de concassage temporaire ou l'utilisation d'une plateforme existante. A ce stade du projet cette question reste entière.

Figure - 12. Différence entre galets roulés et particules concassées



b) Modalités d'injection des matériaux concassés

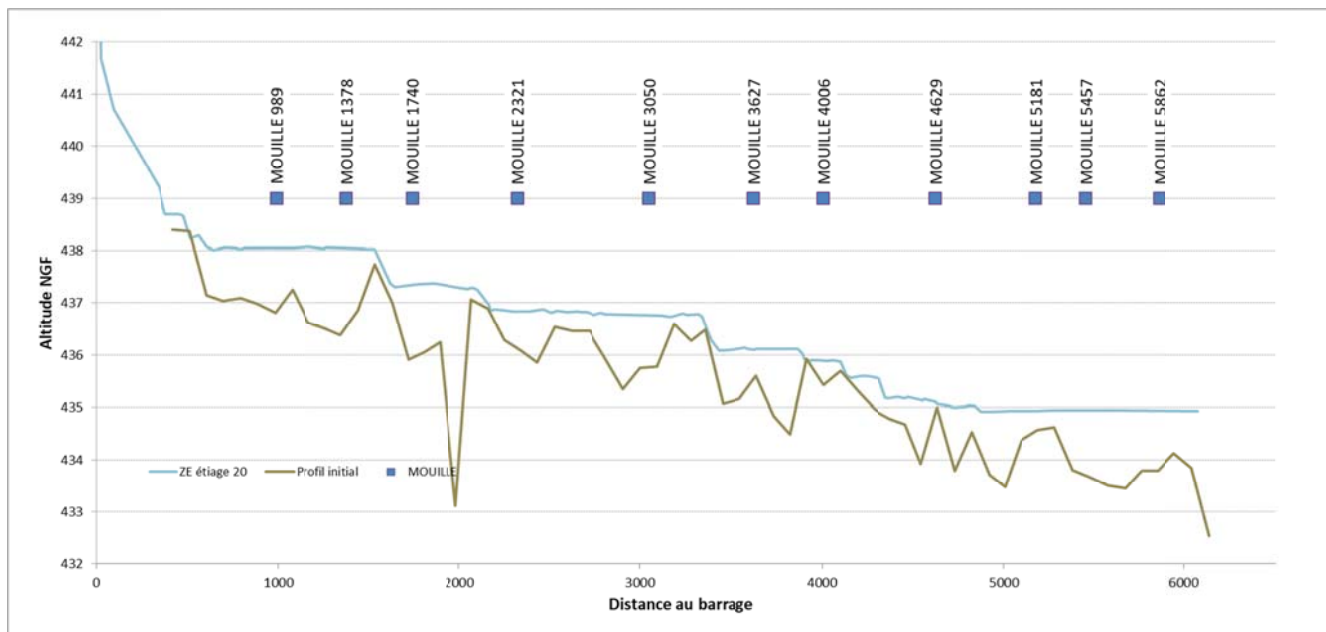
Il s'agit de matériaux issus du **concassage de roche calcaire** située dans la retenue du barrage. De fait il s'agira **de particules concassées** et non de galets roulés. Cette caractéristique a des conséquences sur leur valeur « biotique » et « paysagère ». Pour éviter tout effet négatif ces remblais seront **recouverts de plus d'un mètre de particules roulées afin de garantir leur enfouissement**. Cette épaisseur permettra de conserver une bonne qualité d'habitat en limitant l'affleurement des particules concassées au fond des mouilles.

Figure - 13. Périmètre d'injection des matériaux concassés



Cette profondeur d'un mètre se base sur une analyse rapide de la profondeur des mouilles actuellement présentes. Il s'agit uniquement d'un ordre de grandeur car ces formes ne sont pas complètement représentatives des conditions amont et ce même pour les mouilles amont voire surtout pour les mouilles amont. On voit sur le graphe ci-dessous leur projection sur le profil en long.

**Figure - 14. Localisation des principales mouilles du tronçon**



La profondeur moyenne des mouilles des tronçons aval (à partir du PK 3 500 environ) est d'un peu plus de 90cm. De manière très théorique et à partir des considérations suivantes nous avons estimé l'épaisseur nécessaire à 1m :

- Le tronçon amont, concerné par l'injection de particules concassées, est nettement plus rectiligne, les mouilles y seront globalement moins profondes,
- 1 m de particules induira, dans la majorité des cas, le maintien d'une couche de matériaux alluviaux plus accueillant pour la l'ichyofaune.

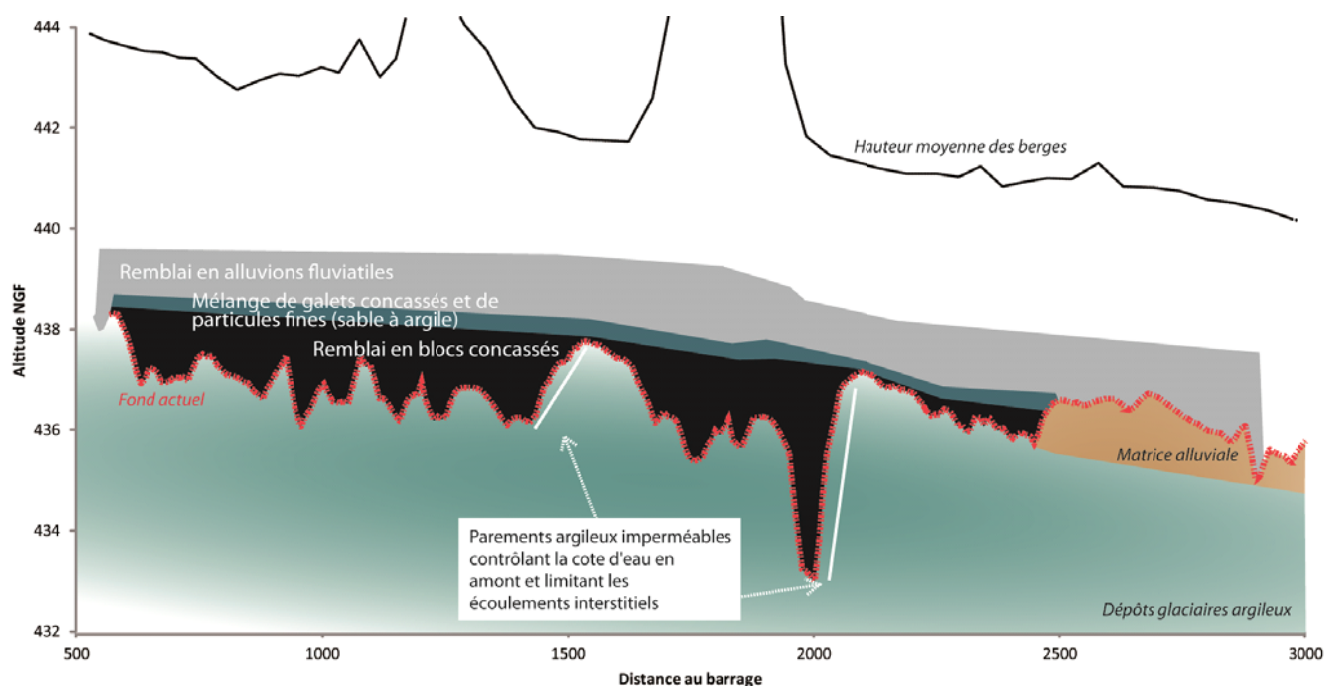
**Tableau - 6. Profondeur maximale des mouilles du tronçon**

Numéro	PK	Profondeur maximale (m)	Profondeur maximale moyenne (m)	Profondeur maximale (m)		
Mouille_01	989	1,4	-	-		
Mouille_02	1378	2,0				
Mouille_03	1740	1,9				
Mouille_04	2321	0,9	<b>0,92</b>	<b>1,4</b>		
Mouille_05	3050	1,2				
Mouille_06	3627	0,5				
Mouille_07	3928	0,5				
Mouille_08	4629	1,2				
Mouille_9	5181	0,6				
Mouille_10	5457	1,4				
Mouille_11	5862	1,3				
<b>Moyenne</b>		<b>1,2</b>				

A ces remblais sera ajoutée une partie des particules fines décapées en surface des zones de déblais. Ces particules fines colmateront les parties supérieures des remblais ce qui limitera les écoulements interstitiels. Certes ces écoulements interstitiels favorisent l'épuration des eaux mais ils réduisent les écoulements de surfaces. Dans des proportions trop fortes cette réduction aurait un impact sur la faune aquatique. Ici, les

espaces remblayés par des matériaux concassés sont des cuvettes dont le fond, constitué d'argiles, est imperméable. Cette morphologie des fonds réduira le débit s'écoulant dans les matériaux.

**Figure - 15. Agencement des matériaux dans le tronçon 1.1**



**Photographie - 6. Fosse amont au fond de laquelle ne subsistent presque plus d'alluvions**



**Photographie - 7. Limite aval de la zone de dépôt des particules concassées**



### 3.2.2 Bilan des volumes disponibles et des volumes utiles

Les ressources sédimentaires permettant de recharger l'hydrosystème sont nombreuses et varient dans leur provenance et leurs caractéristiques. Certains seront extraits à quelques centaines de mètres des zones d'injection, d'autres à 40 kilomètres. Certaines particules seront issues de dépôts fluviaux et parfaitement roulées, d'autres proviendront du concassage de roches massives et seront très anguleuses...

Les principales sources sont aujourd'hui bien identifiées. Quelques investigations sont nécessaires pour affiner le dimensionnement de l'ensemble du projet.

Au vu des caractéristiques des matériaux disponibles dans les sources identifiées, un seul type manque encore. Il s'agit de particules roulées grossières (env. D50=40 à 50mm, D84=150 à 200mm). Les recherches effectuées tendent à montrer que les carrières locales ne disposent pas de matériaux aussi grossiers. Les tailles maximum seraient de l'ordre de 80mm. Ces recherches seront à approfondir pour identifier les plus gros matériaux pouvant être importés à un coût raisonnable.

Si cette tendance se confirmait, la frange la plus grossière du cortège granulométrique pourrait être constituée de galets concassés. Ces particules roulées et grossières seront destinées à consolider certains dispositifs de redynamisation et seront donc très présents en surface des masses alluviales. C'est donc pour répondre à une exigence forte au sujet des paramètres biologiques et paysagers qu'il est important de minimiser la part des particules concassées dans ces mélanges.

**Tableau - 7. Sources exogènes – Caractéristiques générales**

Source	Provenance	Volume (m <sup>3</sup> )	Granulométrie		Modalités d'exploitation
			D50 (mm)	Observations	
Lit majeur ou assimilé	Zones de prélèvement et connexion des ZH	41 324	8	Matériaux assez fins	Extrait lors de la création de ZH
		Dont 4 400m <sup>3</sup> de matériaux fins	Limon et sable	Matériaux très fins	Matériaux utilisés pour combler les fosses
Lit majeur ou assimilé	Retenue de Blye	22 000	25	Matériaux plus grossiers qu'en lit majeur	Matériaux intégrées aux mélanges
Hors du lit majeur	Sault-Mortier	69 140	Approx. 700mm	Matériaux concassés	Matériaux utilisés pour combler les fosses
Pas encore définie	Matériaux roulés grossiers	10 000	40 à 50	Matériaux à trouver	Utilisés pour renforcer des remblais

### 3.3 La redynamisation de l'hydrosystème (AXE 3)

Nous allons développer ici les interventions ayant pour objectif opérationnel la reconnexion des marges alluviales et la redynamisation du lit mineur.

#### 3.3.1 Principe de mise en œuvre

Les principes généraux sont relativement simples, pour redynamiser une surface alluviale il faut d'une part la soumettre, lors des crues, à plus de sollicitations mécaniques et d'autre part faciliter l'enclenchement de processus morphogéniques (retrait de la végétation, griffage des bancs...).

Le remblaiement du lit, amplifié par l'arasement des terrasses alluviales, entrainera des écoulements plus fréquents et plus puissants (vitesse et tirant d'eau plus important).

##### 3.3.1.1 Mise en œuvre des ressources sédimentaires internes

À l'échelle du lit moyen ce n'est que du transfert. Mais à l'échelle du lit mineur, c'est bien du remblai et le bilan sédimentaire est positif. Les sédiments utilisés sont situés dans la frange érodable du lit et dans les terrasses alluviales du lit moyen. Il s'agit exclusivement de particules roulées. La granulométrie est assez similaire de celle des sédiments présents en lit moyen. Ces derniers ayant été déposés par la rivière d'Ain, la similitude de particule n'est pas surprenante.

En synthèse on peut considérer la granulométrie suivante :

- D16 +/- 1mm
- D50 +/- 9mm
- D84 +/- 26mm

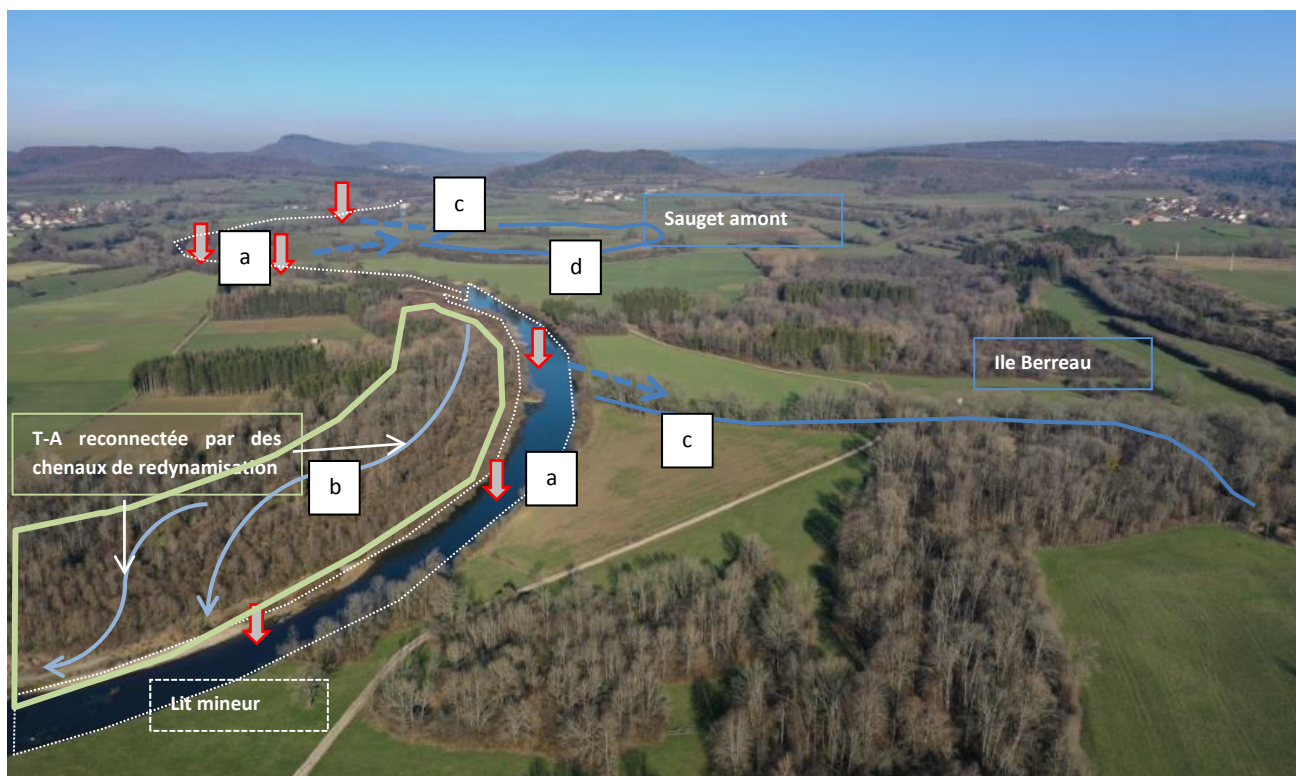
##### 3.3.1.2 Reconnexion des marges alluviales

On redynamise ces marges en redonnant de l'efficacité aux crues. Cette efficacité est liée à l'augmentation des vitesses d'écoulement, des fréquences d'inondation et des hauteurs de submersion. Schématiquement, on agit donc sur trois variables :

- L'écart avec la cote du lit mineur >> Arasement des marges et injection dans le lit mineur,
- La dynamique des écoulements >> Diminuer la rugosité en déboisant,
- L'érodabilité des marges >> Déboiser et déstructurer les couches de protection (pavage...)

Les actions sont variables. Il peut s'agir d'arasement complet pour recréer une risberme proche du lit que les crues refaçonnent. Ce peut être des chenaux qui permettront de diriger une partie des écoulements dans des secteurs à redynamiser sans avoir à intervenir complètement sur l'ensemble d'un grand secteur. Le chenal importe des processus morphogènes au cœur de zones aujourd'hui déconnectées.

**Figure - 16. Vue schématique des effets des différentes options d'aménagement**



Cette figure propose une synthèse de ces différentes possibilités d'aménagement des marges alluviales dans un contexte de recharge sédimentaire préalable :

- Recharge sédimentaire du lit mineur réduisant l'écart entre le fond du lit et les marges alluviales,
- Création de chenaux de redynamisation permettant des écoulements dynamiques dans des espaces des grandes tailles,
- Restauration des connexions hydrauliques entre le lit et les zones humides,
- Restauration des connexions entre les zones humides et la nappe d'accompagnement.

### 3.3.2 Dimensionnement des dispositifs

#### 3.3.2.1 Les actions sur les marges alluviales

L'objectif général est de redynamiser l'ensemble du lit moyen. Le choix des dispositifs est ensuite fonction de la géométrie des zones traitées, des objectifs complémentaires identifiés localement, des contraintes de tous ordres (périmètre AEP, types d'usage ou de propriété...) et de l'optimisation des impacts sur les milieux naturels.

**Selon des choix des techniques et de l'intensité des interventions les effets seront plus ou moins rapides. C'est pourquoi la notion d'entretien est fondamentale pour conserver si nécessaire l'efficacité des dispositifs de redynamisation quelques temps après la fin des travaux.**

### 3.3.2.2 Le dimensionnement des remblais

#### a) *Les volumes injectés*

En ce qui concerne le volume des remblais, le point de départ est un objectif global d'injection aux alentours de 150 000 voire 200 000m<sup>3</sup>. Les remblais les plus importants sont logiquement situés dans la moitié amont du tronçon mais les volumes sont conséquents aussi en aval. Ces injections modifient ensuite la géométrie du lit à partir de laquelle est recherchée la reconnexion des marges.

Le croisement des différents objectifs et des contraintes cadre un travail itératif de recherche d'optimisation de chaque dispositif. Ces dispositifs que nous pouvons qualifier de « particuliers » doivent ensuite s'intégrer dans le dispositif général élaboré à l'échelle du tronçon. Tous les dispositifs ayant des impacts réciproques, leur mise en cohérence est un travail complexe. Chaque modification a des conséquences en chaîne.

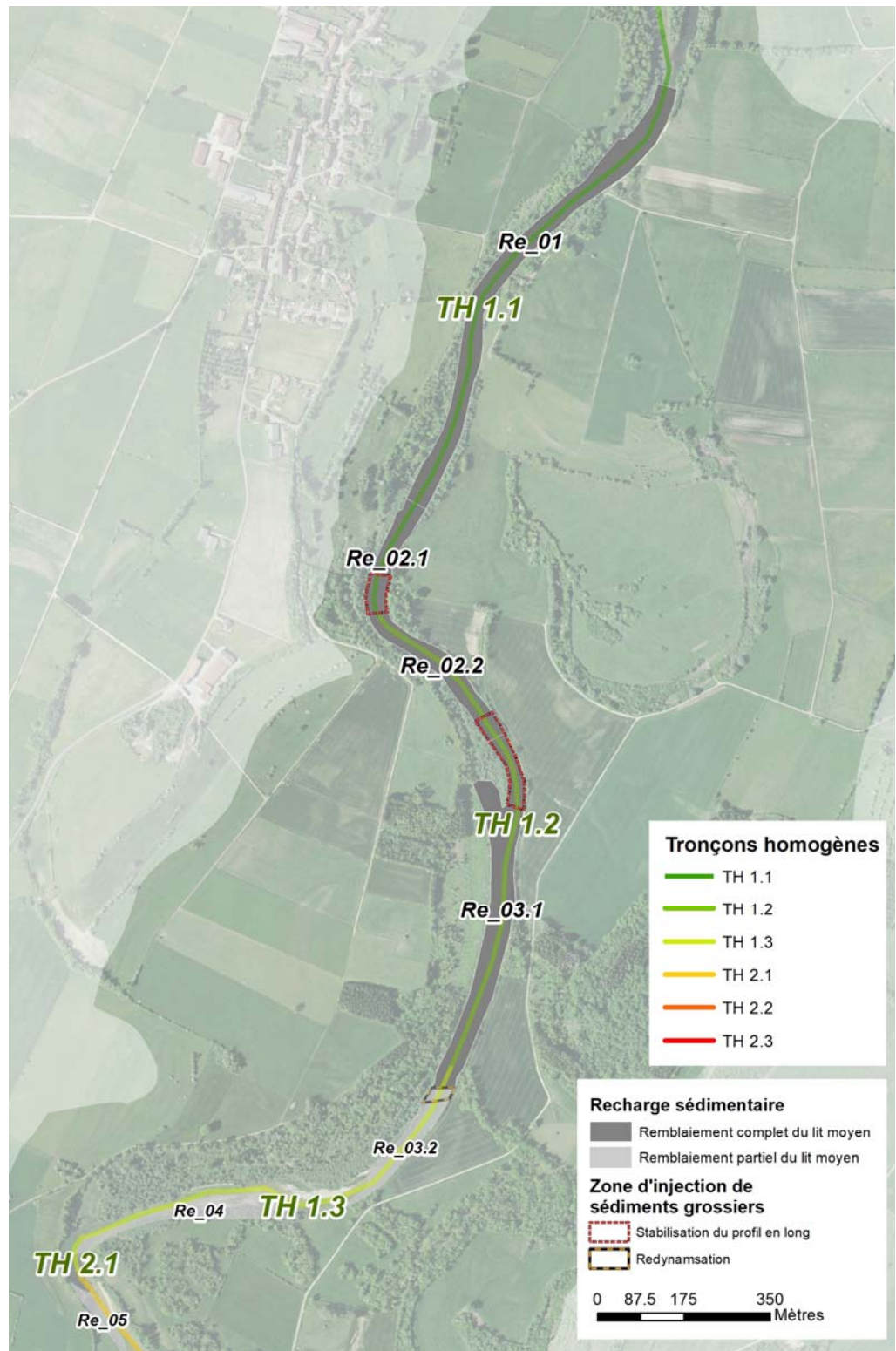
#### b) *La granulométrie des remblais*

L'objectif visé à l'échelle de l'ensemble du projet est un équilibre sédimentaire, c'est-à-dire une progradation cohérente avec la fourniture amont. Cela ne peut pas se traduire par l'évaluation de la granulométrie optimum en tous points du lit pour deux raisons majeures ; c'est techniquement impossible à définir et ce serait très complexe et onéreux à mettre en œuvre.

Nous avons donc pris le parti d'ajuster globalement la granulométrie de chaque remblai en ajoutant ponctuellement les zones de stabilisation évoquées préalablement et précisées ici. Nous distinguerons 2 types de stabilisation et de renfort :

- Un renfort dans la masse injectée créant un point dur sur toute la largeur du lit et stabilisant ainsi le profil en long en amont. Il ne s'agit pas de seuils faits de blocs mais d'un renfort de la matrice sédimentaire par des particules plus grossières (galets et petits blocs). Les effets de ces dispositifs seront visibles après que plusieurs crues aient mis en forme l'ensemble de la matrice sédimentaire. Dès lors, un radier stabilisera le profil en amont.
- Une couche de parement en amont de remblais partiels augmentant leur résistance aux crues. L'objectif n'étant pas de fixer ces remblais mais de préserver plus longtemps leurs effets en diminuant leur vitesse d'érosion. Ces remblais sont situés face à l'entrée des chenaux de redynamisation creusés dans des terrasses alluviales de grande taille. Leur présence augmente fortement le débit s'écoulant dans ces chenaux et donc l'ensemble des processus morphologiques qu'ils génèrent. Que ces remblais résistent 3 ou 4 crues plutôt qu'à 1 seule aura un impact sur l'efficacité des interventions.

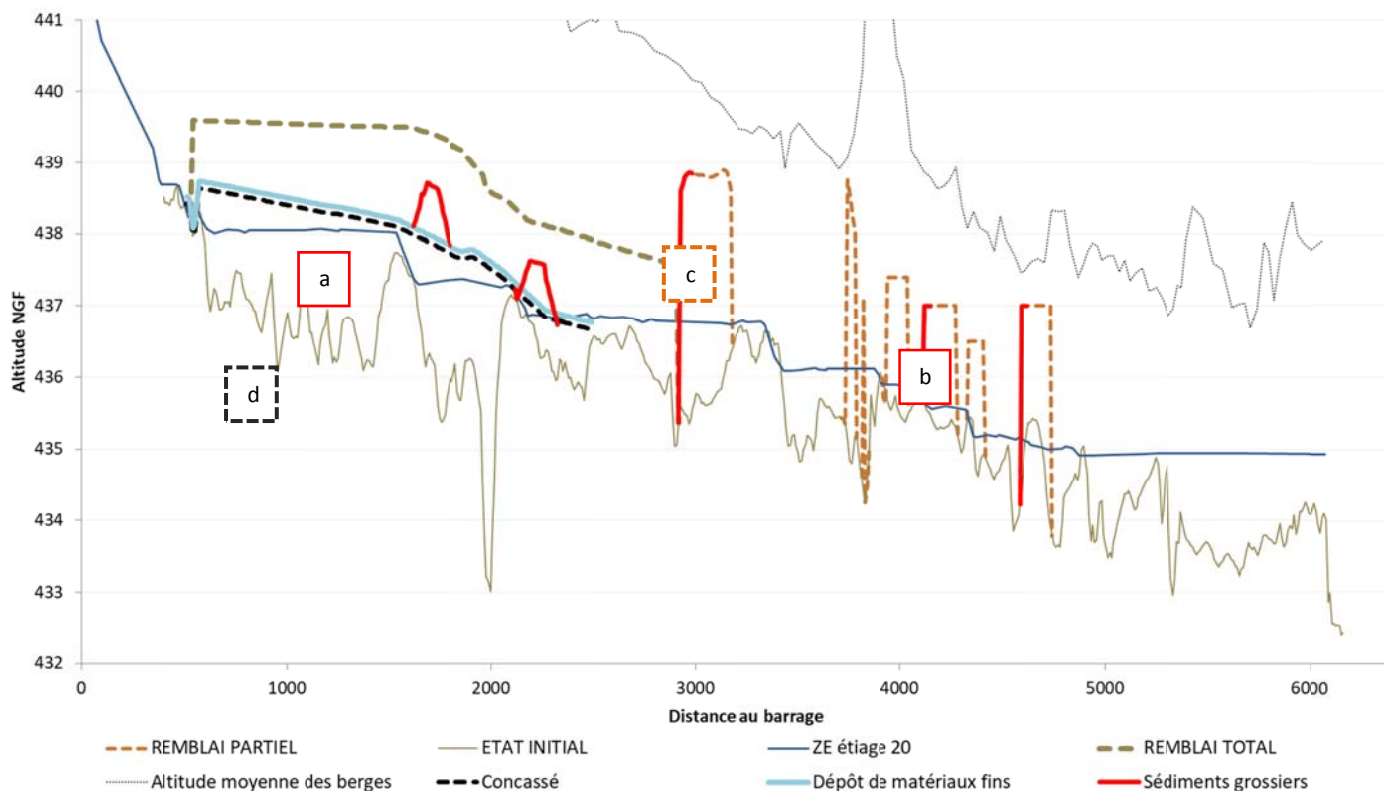
Figure - 17. Remblais prévus sur l'ensemble du tronçon



Ces mêmes remblais sont présentés sur le profil en long ci-dessous. Les principaux éléments à retenir sont les suivants :

- a) Zone de renfort en travers du lit permettant de stabiliser le profil en long en amont,
- b) Renforts en amont des épis en alluvions,
- c) Remblais sur la largeur du lit (« remblai total ») ou sur la moitié, environ, du lit (« remblai partiel »)
- d) Remplissage des fosses amont avec des matériaux concassés et des matériaux fins.

Figure - 18. Différents types de remblais prévus sur l'ensemble du tronçon – Profil en long



### 3.4 Modalité de mise en œuvre

Ces principes d'aménagement ont été appliqués à l'ensemble du tronçon. Nous allons ici les présenter par grandes zones.

#### 3.4.1 Mise en œuvre, présentation détaillée

##### 3.4.1.1 Le tronçon 1.1

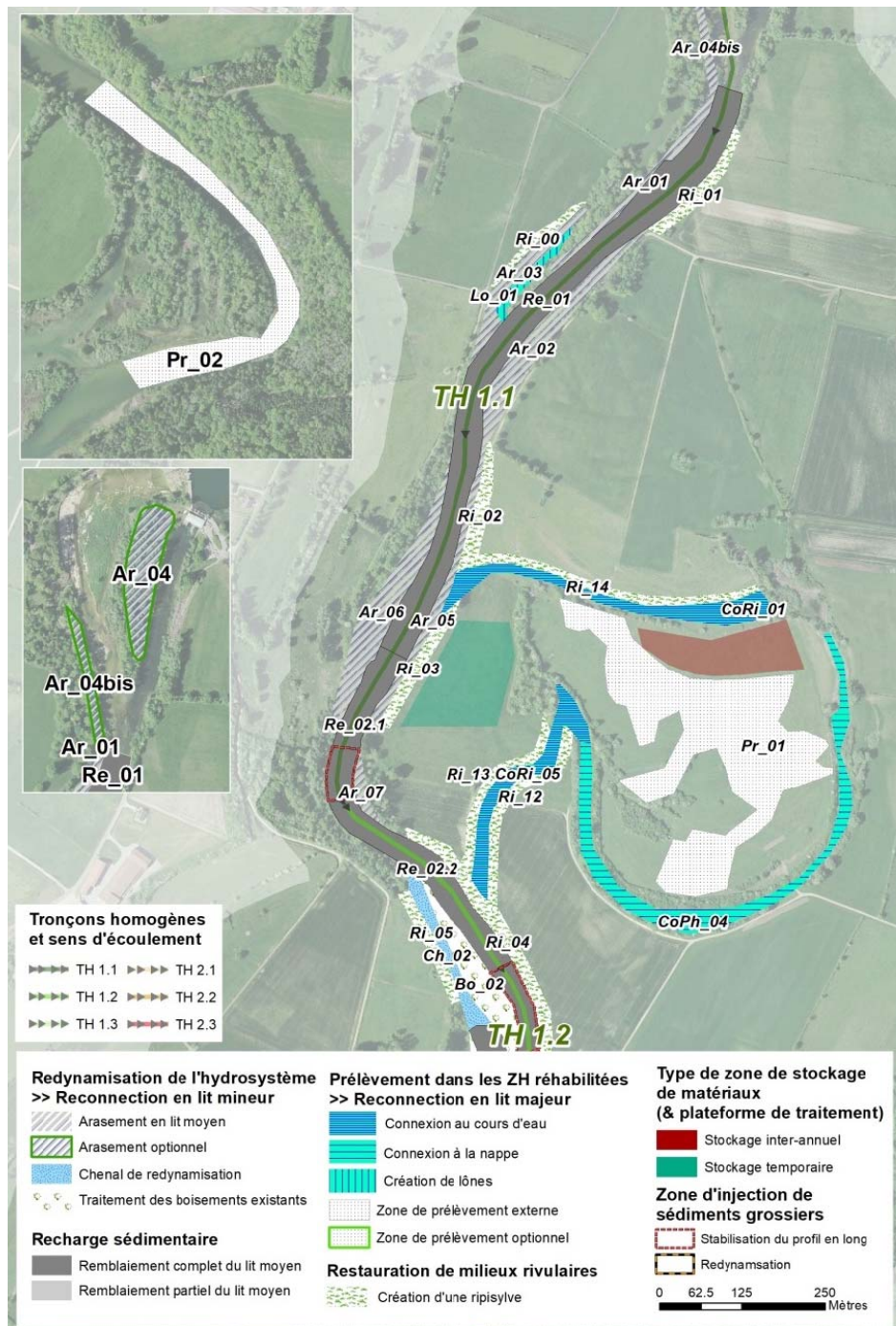
L'intérêt d'une injection massive de sédiment y est évident car ce secteur situé en amont du périmètre de restauration est très marqué par l'incision. Le bilan sédimentaire est ici très largement positif. Ce bilan s'appuie en premier lieu sur le comblement des fosses par les particules concassées. On notera aussi plusieurs actions sur les marges alluviales :

- diminution des contraintes tractrices grâce aux multiples arasements – Ar\_xx),
- développement de milieux humides (Lo\_01).

C'est aussi en amont que l'on prévoit de reconnecter la lône du Sauget amont (écoulements de surfaces - Co\_01 ou reconnexion à la nappe – CoRi\_04). Cette zone humide sera agrandie à la faveur de prélèvements de matériaux (Pr\_01). Le projet prévoit également une connexion par l'aval (CoRi\_05). Afin de conserver une bonne connexion avec le lit vif cette connexion est plus profondément creusée que la connexion amont.

Notons au sujet du remblaiement du lit que les opérations sont volontairement surdimensionnées en aval pour que les premières crues puissent bénéficier d'un apport important de sédiment et façonner efficacement le lit moyen. La cote du lit va se stabiliser quelques décimètres en-deçà de la cote après travaux. Cette variation ne peut pas être quantifiée précisément à ce stade. On l'évalue aujourd'hui entre 0,5 et 1m.

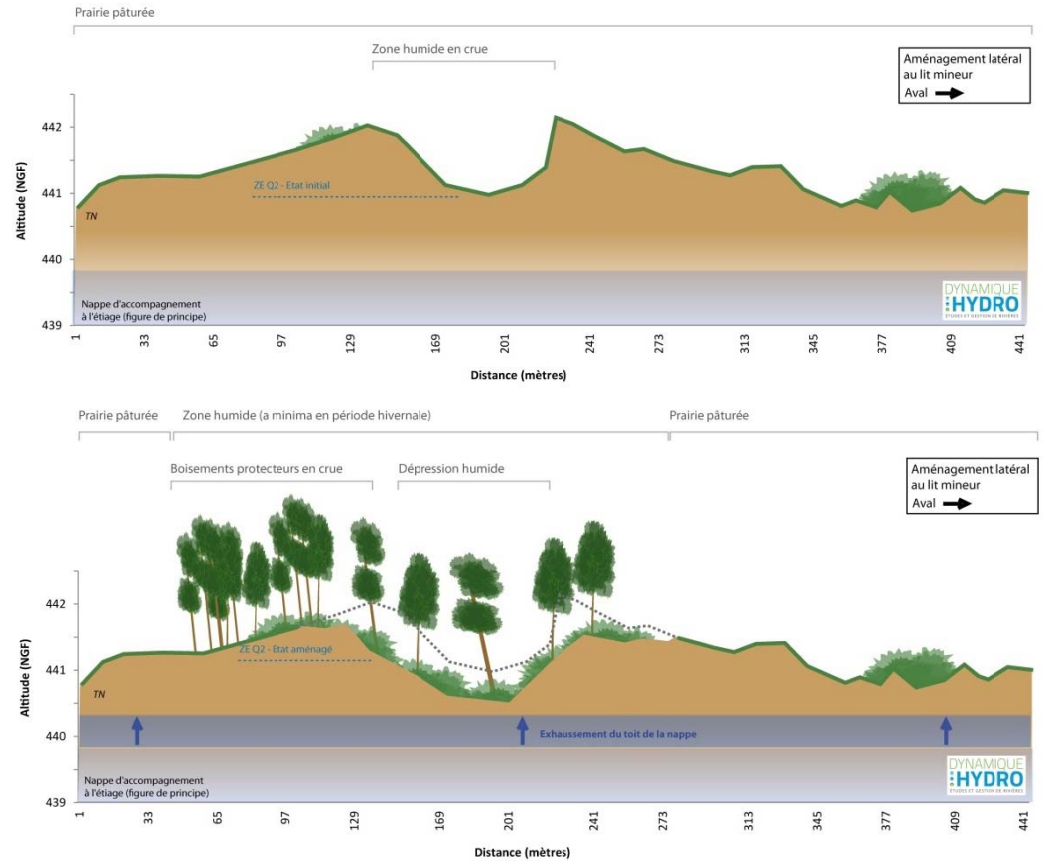
Figure - 19. Interventions prévues sur le tronçon 1.1



Photographie - 8. Vue de la lône du Sauguet amont et vue du lit en aval du tronçon 1.1

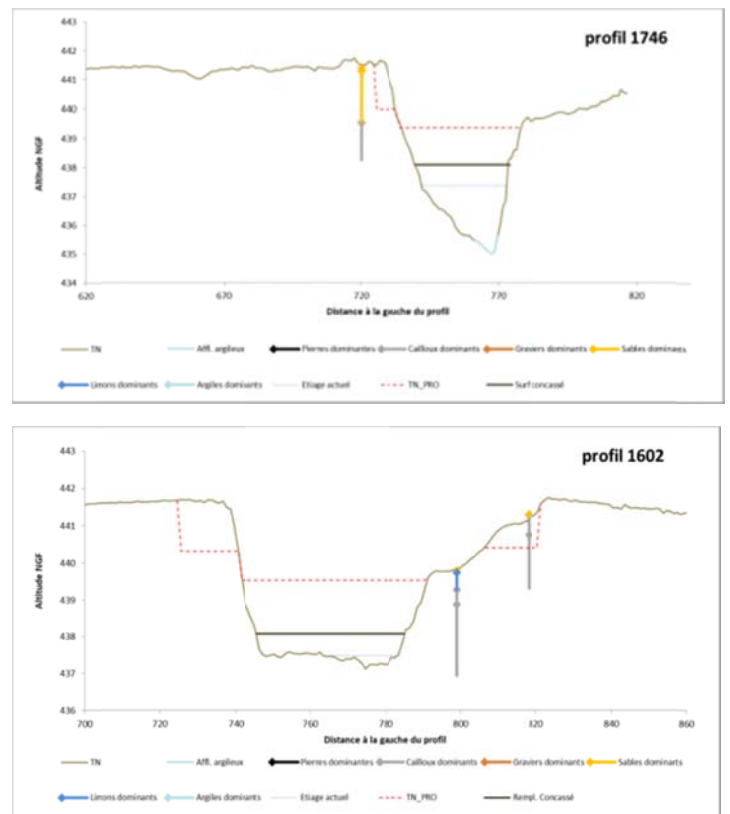
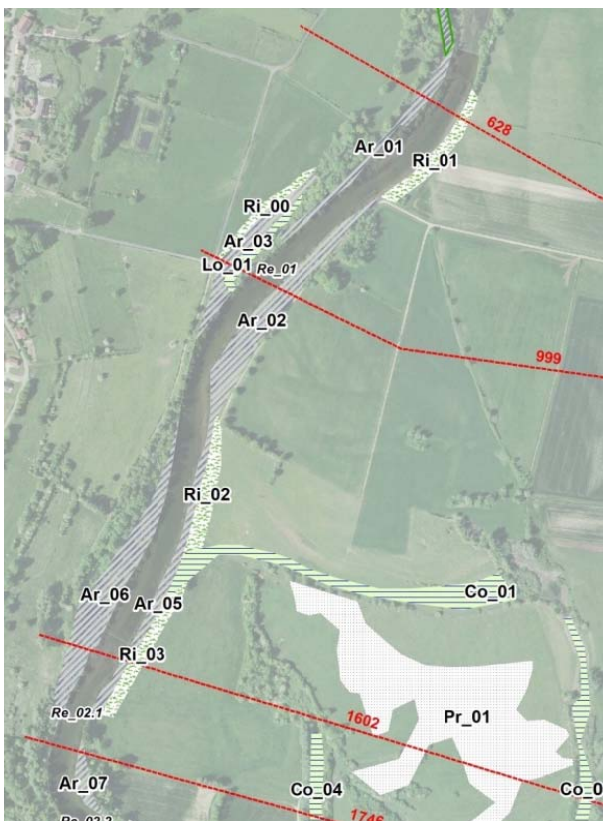


**Figure - 20. Principe d'aménagement des connexions à la lône du Sauget – ici la connexion amont**



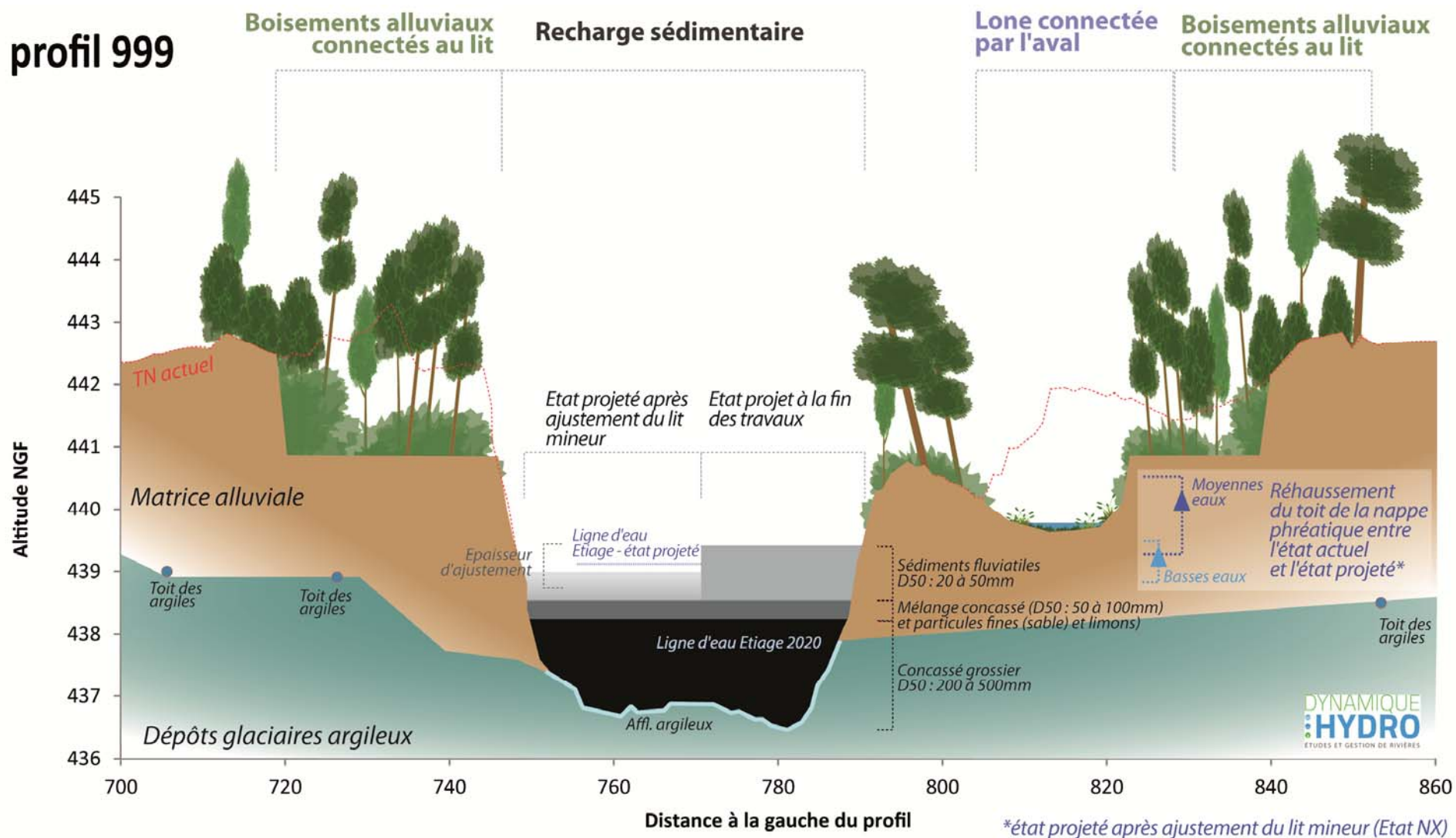
Les coupes de projets montrent l'ampleur de la recharge sédimentaire. Dans les fosses les plus profondes, le fond du lit sera exhausé de plusieurs mètres.

**Figure - 21. Coupes de projet – TH 1.1**



La figure suivante représente les transformations prévues au droit du profil 999. Sur cette figure sont représentés les grands types d'action. Elle représente également l'évolution de certains paramètres dont l'ajustement du niveau des fonds après le passage de quelques crues.

Figure - 22. Vue schématique de la coupe 999 – Tronçon 1.1

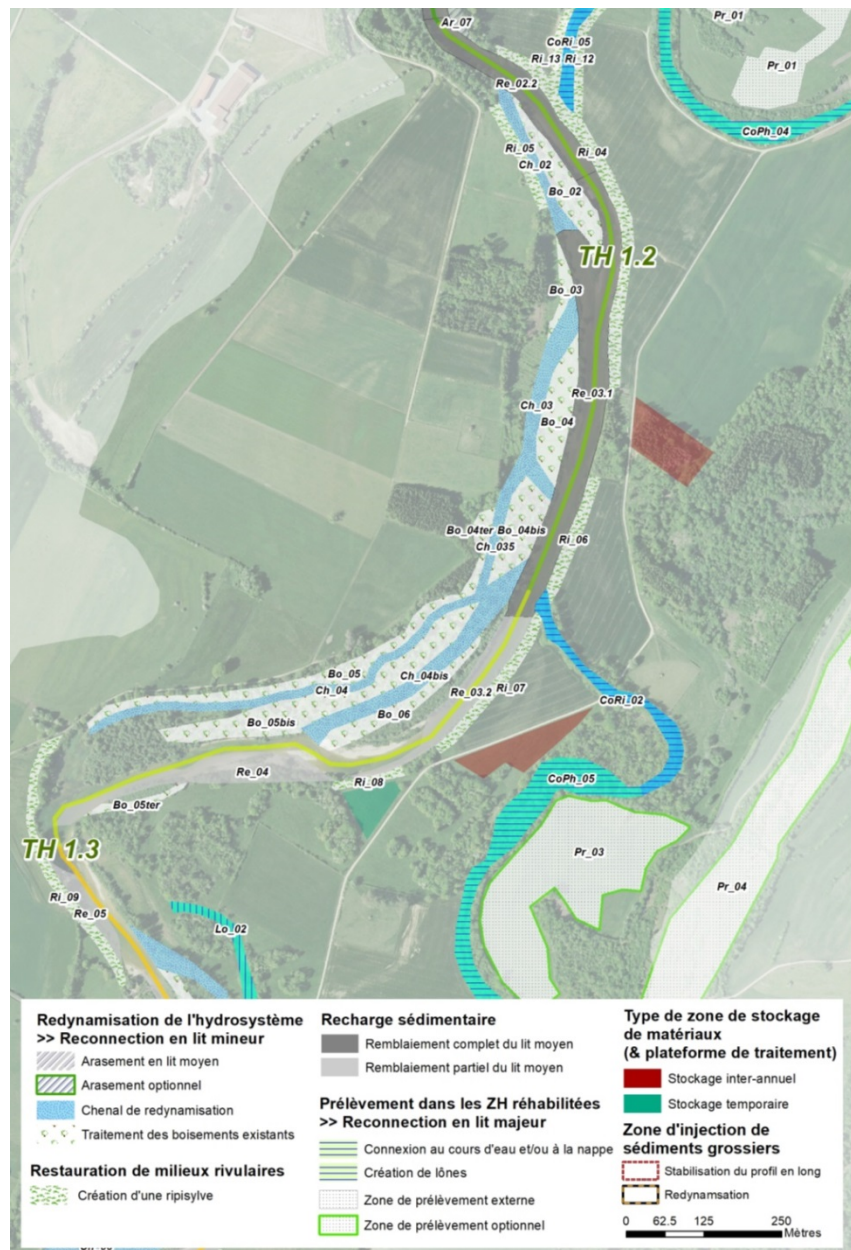


### 3.4.1.2 Les tronçons 1.2 et 1.3

Ces tronçons sont également marqués par l'incision du lit mais dans des proportions légèrement moins fortes. Les matériaux concassés combleront ici aussi les fosses profondes. Comme en amont, ces dépôts seront surmontés d'au moins un mètre de matériaux alluviaux. Deux secteurs de stabilisation du profil sont situés dans ces tronçons. La principale différence est l'augmentation de la largeur du lit moyen et le besoin de reconnecter des marges alluviales plus larges :

- Diminution des contraintes tractrices (Ar\_07, Ch\_03),
- Reconnexion des marges alluviales (Co\_02, Ch\_03, Ch\_04 et 04bis),
- Redynamisation de vastes marges alluviales (Ch\_03, Ch\_04 et 04bis, Re\_3.2 et 4,

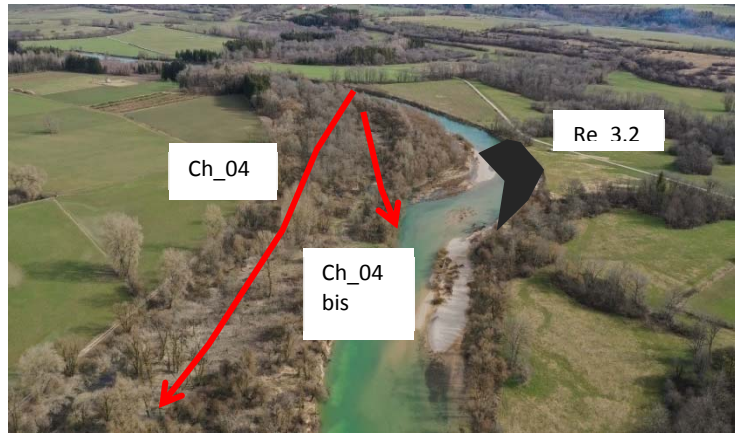
Figure - 23. Interventions prévues sur les tronçons 1.2 et 1.3



Ces quelques coupes permettent de mieux figurer les interventions réalisées. On observe :

- **L'importance de la rehausse du « niveau de base »** pour la connexion à l'échelle du lit moyen –Profils 2149 et 2622.
- La nécessité de « forcer » la dérivation des écoulements en crue voire de manière permanente – profil 3069

**Photographie - 9. Exemple d'opérations dans le tronçon 1.3**



**Figure - 24. Coupes de projet – TH 1.2 et 1.3**

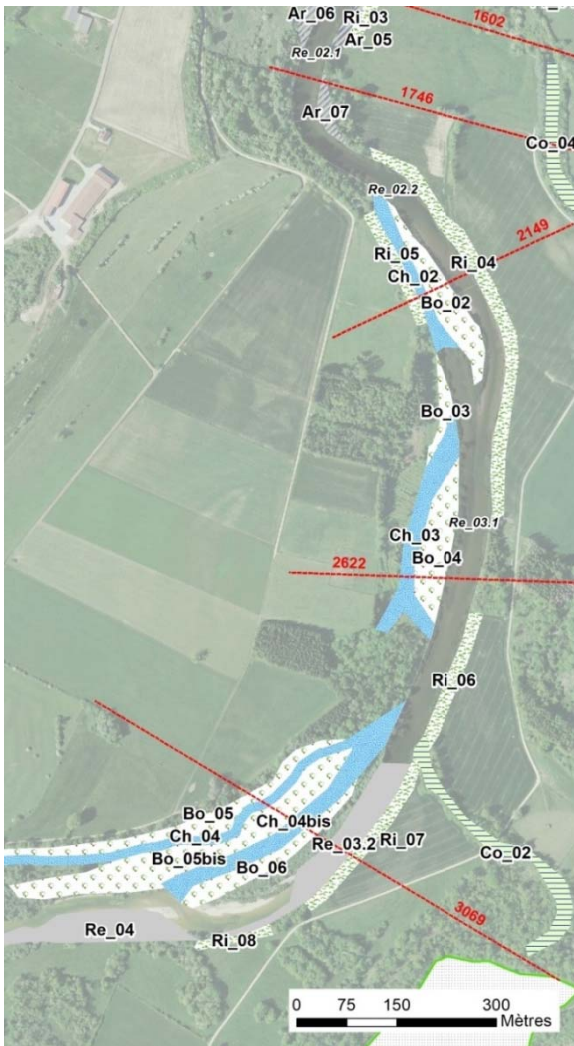
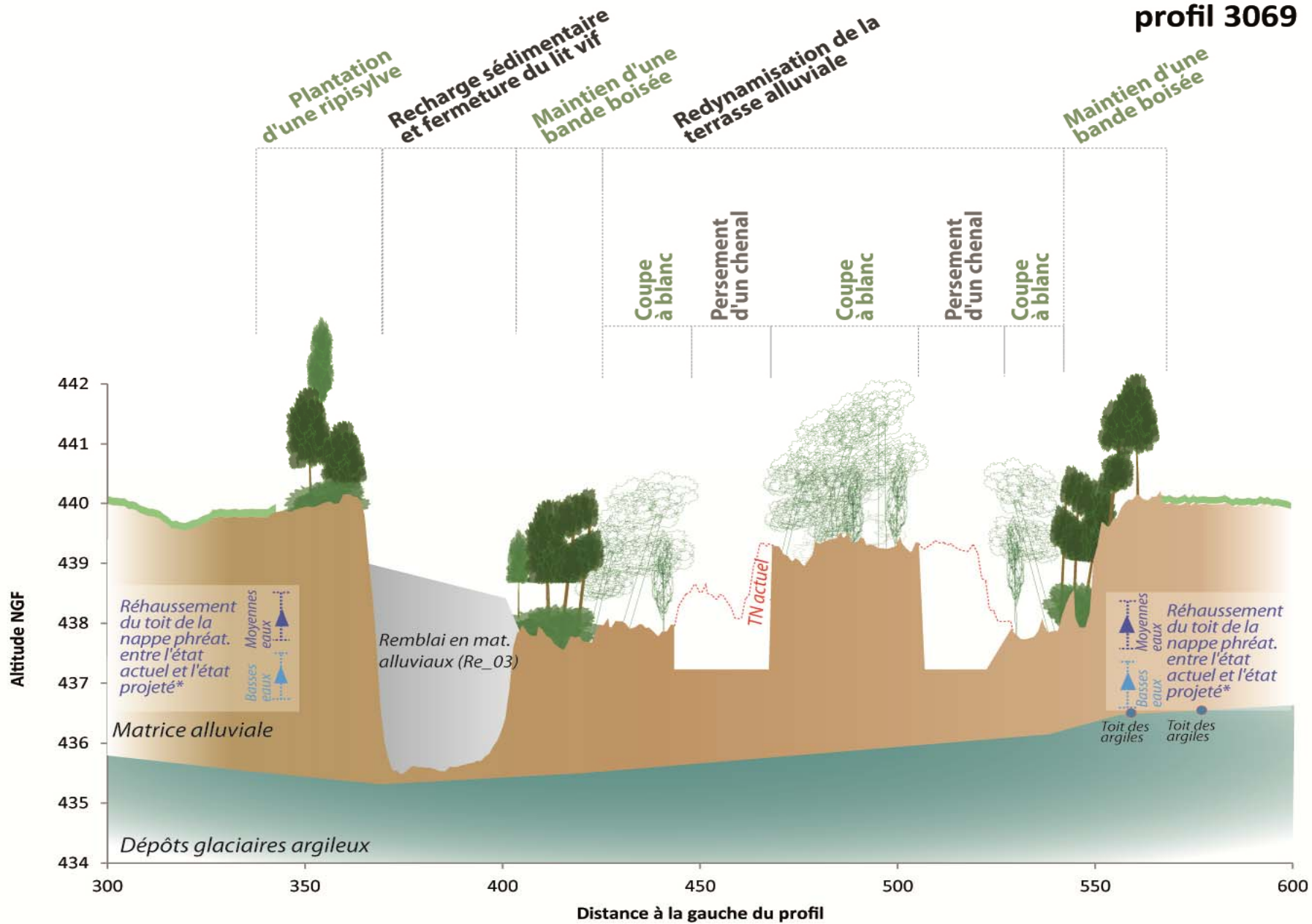


Figure - 25. Vue schématique de la coupe 3069 – Tronçon 1.3

profil 3069



### 3.4.1.3 Le tronçon 2.1

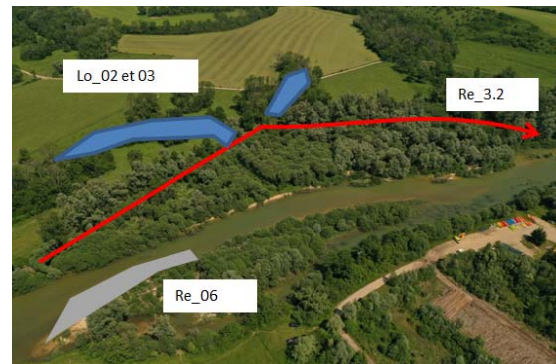
Ce tronçon est moins incisé et le style fluvial est plus divaguant. De fait, les marges alluviales à rajeunir et à reconnecter sont plus importantes. Les interventions principales sont les suivantes :

- Rajeunissement et recréation de milieux annexes (Lo02 et 03),
- Reconnexion des marges alluviales (Co\_03, Ch\_05 à 07bis).

On notera des dispositifs plus importants et des configurations différentes. En effet, les marges sont situées sur d'anciens tracés plus méandriformes et donc moins alignés à l'axe actuel des écoulements. Il est donc prévu en complément des chenaux, l'édification de nombreux épis alluviaux renforcés en amont.

- Redynamiser les marges alluviales (Co\_03, Ch\_05 à 07bis, Re\_05 à 08),
- Favoriser les érosions en traitant les surfaces boisées (Bo...).
- Restaurer les milieux humides de l'île Berreau en favorisant les écoulements de crue et en reconnectant les milieux avec la nappe (Co\_Ph\_05)

**Photographie - 10. Exemple d'opérations dans le tronçon 1.3**



**Figure - 26. Coupes de projet – TH 2.1**

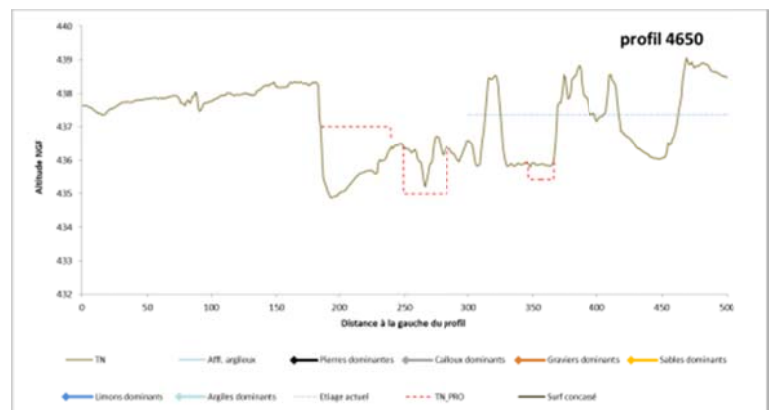
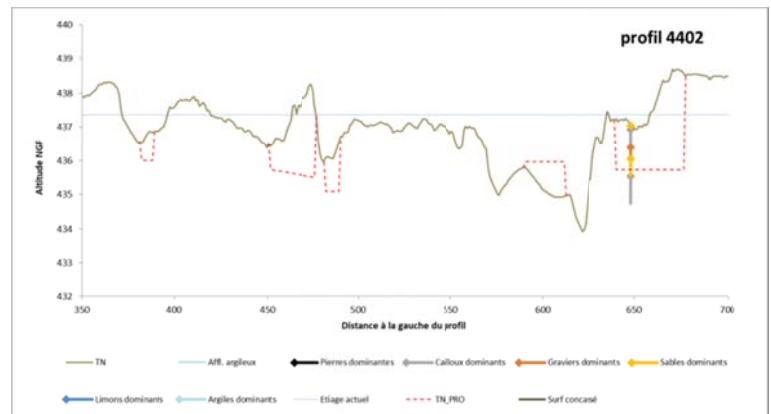
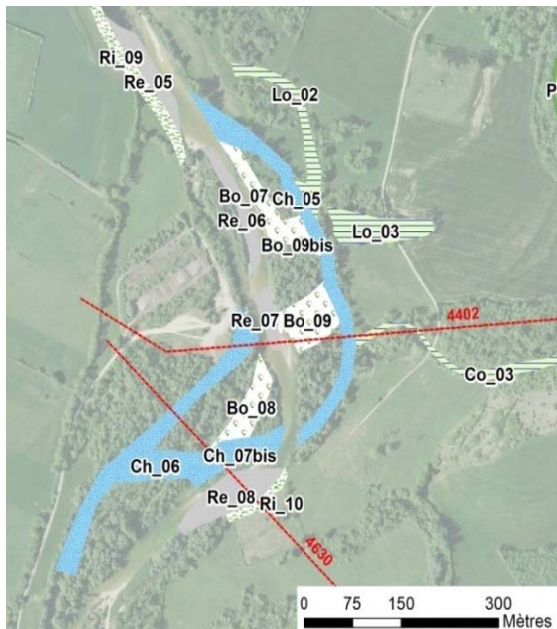
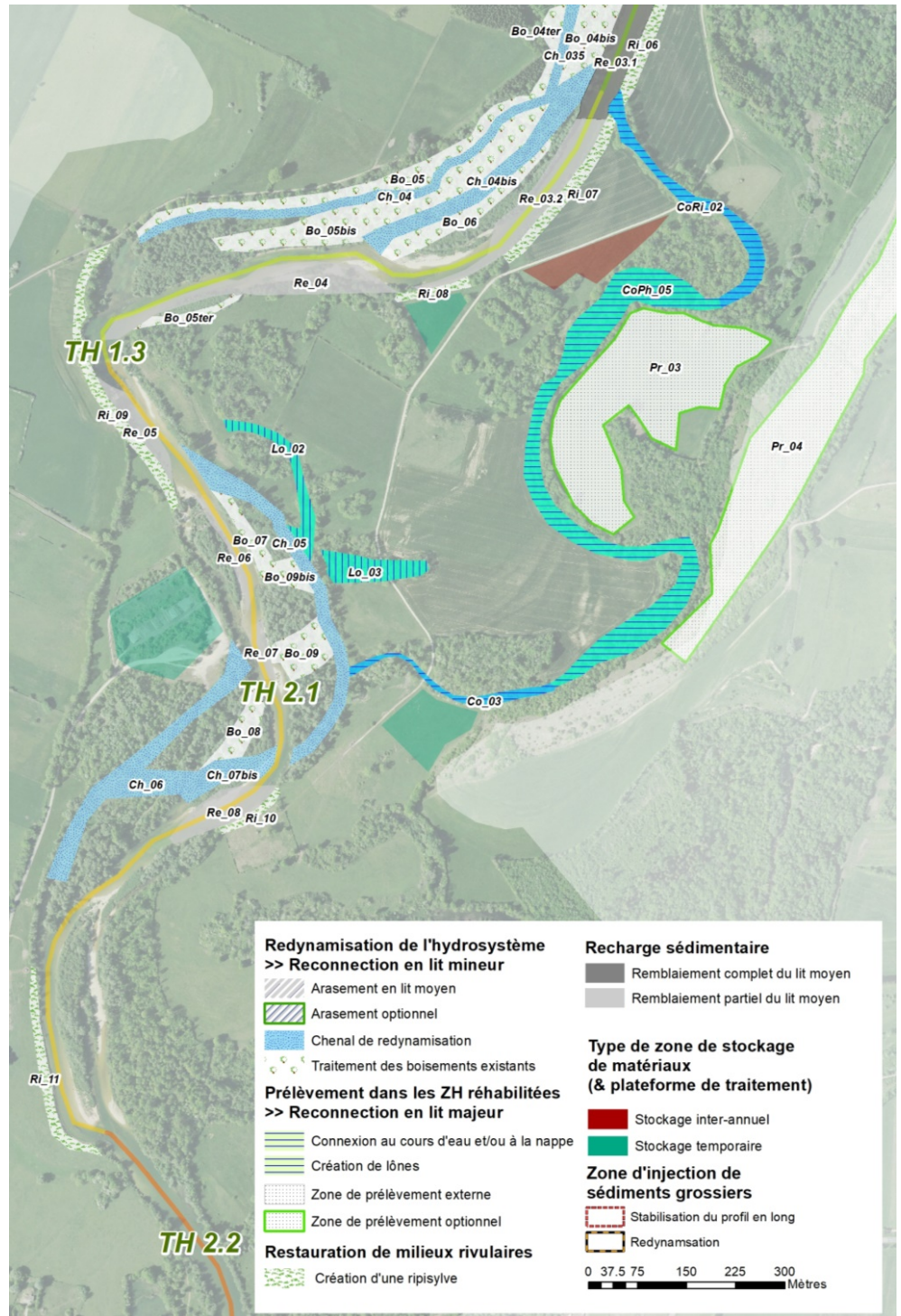


Figure - 27. Interventions prévues sur le tronçon 2.1



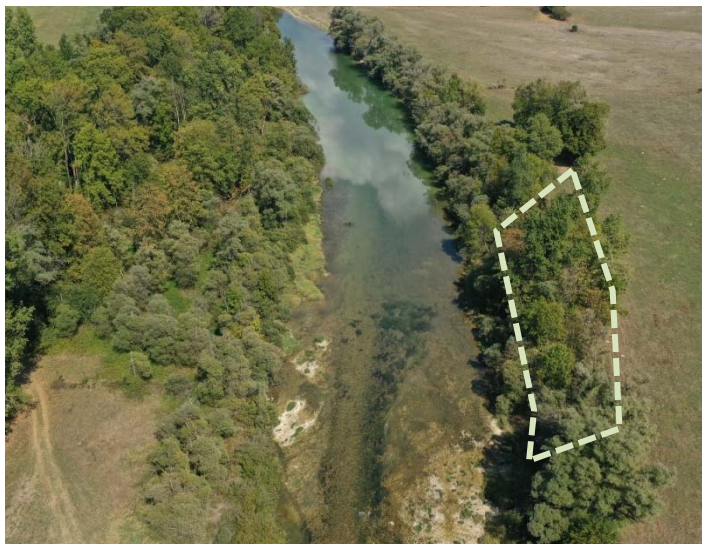
#### 3.4.1.4 La restauration de la ripisylve

Ces interventions n'ont pas été décrites pour chaque tronçon car il s'agit d'un type d'action totalement transversale répondant aussi à l'objectif de restauration de l'hydrosystème. La ripisylve étant une des principales composantes d'un hydrosystème il est important que sa restauration soit à la hauteur de la restauration des processus morpho-dynamiques.

Le projet intègre donc la restauration d'un corridor boisé sur la totalité du linéaire. Le dimensionnement des interventions a poursuivi l'objectif d'une restauration d'un cordon rivulaire continu, d'au moins 20 m de large, du barrage de Blye au saut de la Saisse Cet objectif concerne évidemment les deux rives, ce qui porte la surface cumulée des zones reboisées à 5,4 hectares.

**Photographie - 11. Exemple de ripisylve à reconstituer**

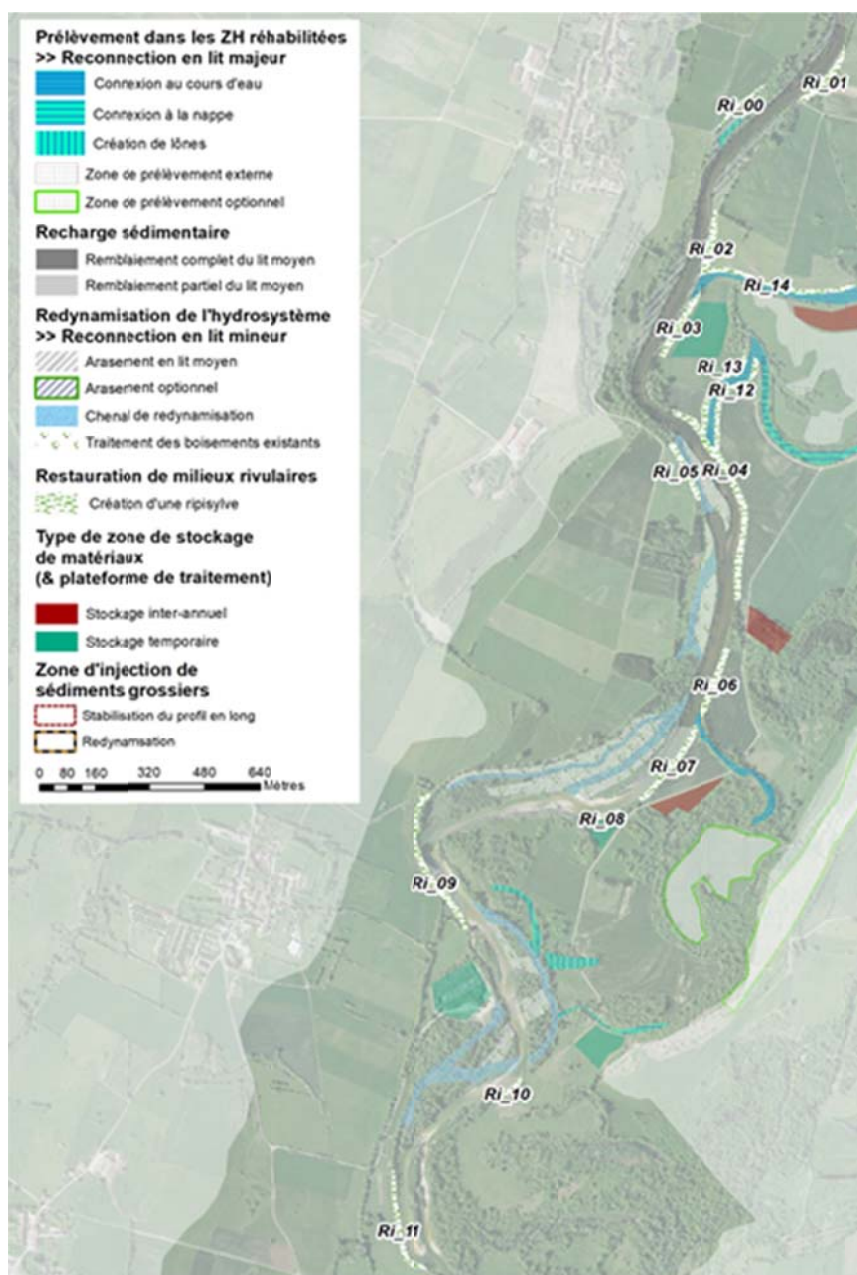
- Corridor continu,
- Présence d'une strate arbustive et arborée,
- 20m de large environ.



**Figure - 28. Zones de restauration de la ripisylve**

On observe des plantations importantes en amont, où les prairies s'étendent aujourd'hui jusqu'au haut de berge, et des interventions plus rares et souvent ponctuelles en aval où la rivière est largement bordée par des forêts alluviales.

- Plus de 50% de la rive gauche du tronçon 1 est concernée
- La rive droite n'est presque pas concernée,
- Seule quatre zones doivent être replantées dans le tronçon 2.



Comparées aux opérations prévues pour restaurer la dynamique fluviale, ces interventions sont simples et peu onéreuses.

### 3.4.2 Restauration des zones humides présentes en lit majeur

Les opérations de restauration des lits mineur et moyen s'accompagnent d'une restauration de 2 des 3 grandes zones humides présentes en lit majeur. La lône du Sauget aval située à l'extrême aval du tronçon n'est pas concernée par des travaux pour la bonne et simple raison qu'elle est jugée fonctionnelle et en bon état. Sa morphologie constitue même un objectif pour les lônes du Sauget amont et l'Île Berreau. Les photos ci-dessous illustrent le fonctionnement de la lône aval. On y observe entre autre :

- Des pièces d'eau grandes et profondes,
- Une diversité de milieux aquatiques et forestiers,
- Une circulation en surface au cours de périodes de hautes eaux.

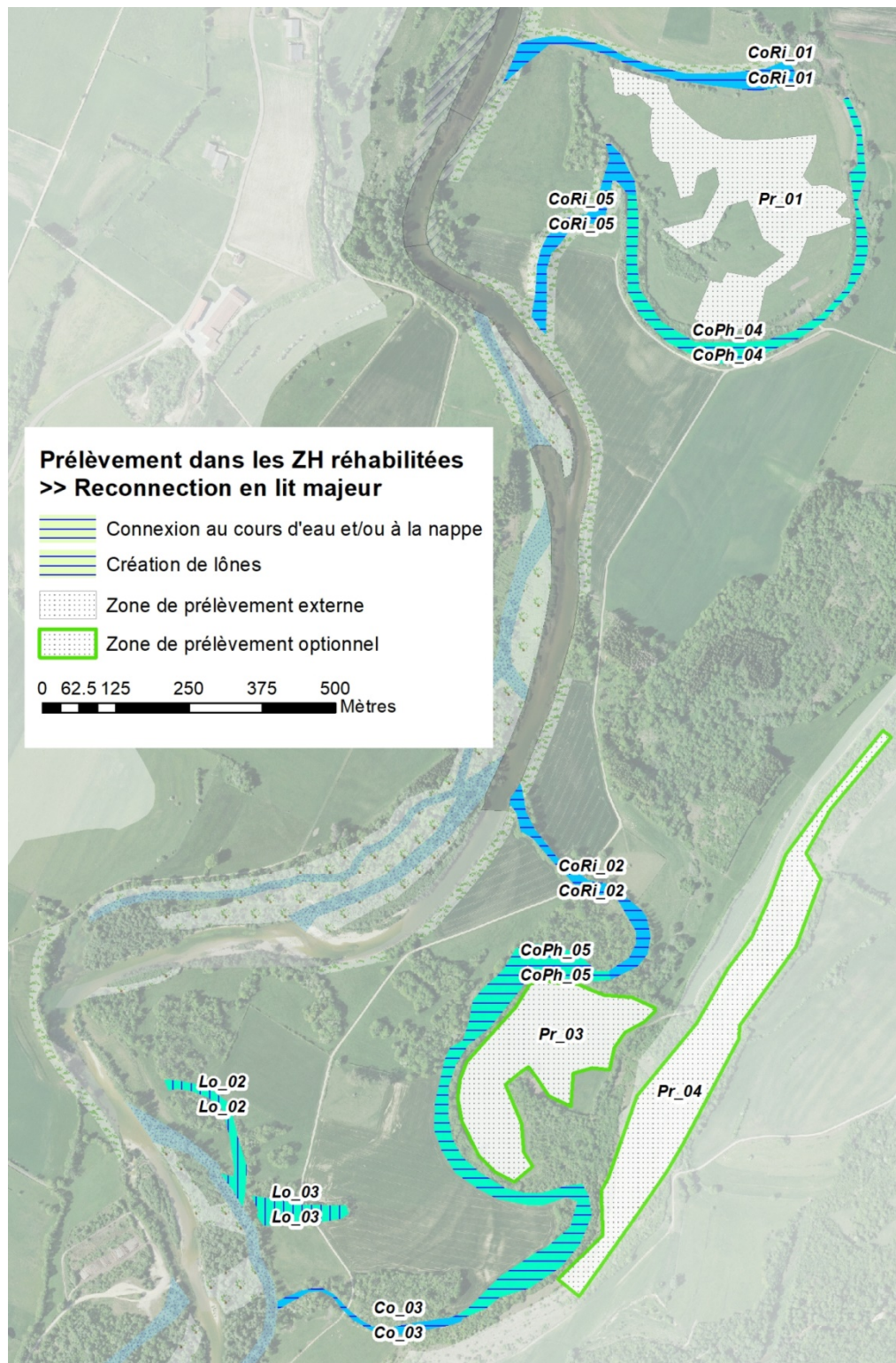
**Photographie - 12. Illustration de la variété des milieux dans la lône du Sauget aval**



Le rehaussement de la nappe qu'entraînera la recharge sédimentaire du lit tout comme l'augmentation des fréquences de submersion permet de développer un projet de restauration de ces lônes. Il est prévu à la fois un extension des surfaces de zones humides correspondant aux zones de prélèvement de matériaux (Pr\_xx) et un agrandissement des pièces d'eaux existantes aujourd'hui ou dans le futur (grâce au rehaussement de la nappe) – (Co\_xx). Le projet prévoit également la création de nouvelles zones humides connectées au lit de la rivière d'Ain (Lo\_xx).

**NB :** Le développement des projets de restauration des zones humides mitoyennes n'est pas inclus à la présente mission. Des données et des analyses seront nécessaires au développement de solutions précises. **Les solutions seront développées directement au stade PROjet, concomitamment à la finalisation des aménagements des lits mineurs et moyens.** Ce dernier point est important car les matériaux traités dans les projets de restauration des zones humides seront pris en compte dans l'équilibre sédimentaire du projet de recharge de la rivière d'Ain.

Figure - 29. Zones humides restaurées ou créées



### 3.4.3 Synthèse de mouvements de matériaux

#### 3.4.3.1 Bilan des mouvements de matériaux

L'ensemble des volumes de sédiments manipulés est rappelé dans le tableau ci-dessous. On y lit en colonne les sources de matériaux et en ligne les zones de remblai. Ces zones sont organisées de l'amont vers l'aval. Ce point est important car les interventions auront lieu d'abord en aval et s'étendront années après années vers l'amont.

**Cette répartition répond aux différents objectifs et contraintes égrenés dans ce rapport et rappelées ici en substance :**

- Mixer les matériaux de manière à optimiser les vitesses de reprises par les crues et/ou de progradation dans le lit mineur. Dans certains secteurs plus sensibles, il sera nécessaire que les remblais soient plus stables dans le temps,
- Prioriser l'injection des matériaux l'année où ils sont extraits afin de limiter les stockages interannuels,
- Enfouir les particules concassées sous 1m de matériaux roulés,

**Tableau - 8. Récapitulatif des mouvements de matériaux**

		TH 1_1		TH 1_2		TH 1-3		TH 2_1				
		Re_1	Re_2.1	Re_2.2	Re_3.1	Re_3.2	Re_4	Re_5	Re_6	Re_7	Re_8	
Besoin (hors concassé)		44127	11431	15105	41317	28819	16058	3688	5379	1316	12147	
Externe (ou assimilé)	Fines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Import grossier	-10000	0	-5000	0	-3500	-500	-100	0	-400	0	-500
	Retenue de Blye	-22000	-1540	-660	-12100	0	0	-7700	0	0	0	0
	Boucle Sauget	-11103	-2443	0	-1332	-888	-6440	0	0	0	0	0
	Déblai Sauget	-8770	-5612	-3157	0	0	0	0	0	0	0	0
	Déblai Ile Berrea	-1134	0	0	0	0	0	-1134	0	0	0	0
	Fines	-3769	-2676	-264	-415	-415	0	0	0	0	0	0
	Fines	-624	-493	-69	0	-69	0	0	0	0	0	0
	TH 1_1	ARASEMENT 01 (L)	-1688	-1688	0	0	0	0	0	0	0	0
		ARASEMENT 02	-6318	-6318	0	0	0	0	0	0	0	0
	ARASEMENT 03	-6136	-5032	-1105	0	0	0	0	0	0	0	
	CONNEXION_01	-1203	0	-1203	0	0	0	0	0	0	0	
	ARASEMENT 05	-2048	-2048	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ARASEMENT 06	-3957	-3957	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ARASEMENT 07	-635	-635	0	0	0	0	0	0	0	0	
TH 1_2	CONNEXION_05	-5976	-5976	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ARASEMENT 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CHENAL 02	-1984	0	0	0	-1984	0	0	0	0	0	
	CHENAL 03	-10124	0	0	0	-10124	0	0	0	0	0	
	CHENAL 03S	-5462	-5462	0	0	0	0	0	0	0	0	
TH 1_3	CONNEXION_02	-4212	0	0	0	0	-1474	-2738	0	0	0	
	CHENAL 04	-14671	0	0	-1174	-2347	-7042	-4108	0	0	0	
	CHENAL 04bis	-12587	0	0	0	-7804	-4783	0	0	0	0	
TH 2_1	CHENAL 05	-14327	0	0	0	-2149	0	0	-860	0	-11318	
	CHENAL 06_V2	-14942	0	0	0	-12252	0	0	-2690	0	0	
	CHENAL 07bis	-4725	0	0	0	0	0	-851	-3875	0	0	
	LONE_02	-212	0	0	0	0	0	0	0	-212	0	
	LONE_03	-8054	0	0	0	0	-7933	0	0	-121	0	
	CONNEXION_03	-2066	0	0	0	0	-103	-165	-165	-310	-971	
Volume injecté		-43880	-11457	-15021	-41532	-28275	-15945	-3705	-5444	-1304	-12170	
Taux de fourniture		99%	100%	99%	101%	98%	99%	100%	101%	99%	100%	
Volume manquant		247	-26	84	-215	544	113	-17	-65	12	-23	

Ce tableau affiche :

- en ligne la destination des matériaux (les remblais évoqués dans le rapport),
- En colonne la provenance (les sources de matériaux de tous ordres évoqués dans le rapport)

Les codes couleurs des entêtes indiquent le tronçon de destination ou de provenance. En blanc les matériaux ne provenant pas d'un des tronçons.

Ce tableau indique également les années d'extraction. Le tableau se lit alors de la droite (n1) vers la gauche (n4).

N4	N3	N2	N1
N3			
N2			
N1			

La première information à considérer est le besoin en matériaux de chaque remblai (Re\_1, Re\_2.1... Re\_8) indiqué de l'amont (à gauche) vers l'aval et regroupés par tronçon homogène. Les matériaux nécessaires seront fournis par les différentes sources de matériaux identifiées et sont présentées dans la colonne de gauche, de l'amont (en haut) vers l'aval. Les 5 premières sources sont les sources externes. Pour chaque sources est indiqué le volume utile, c'est-à-dire les matériaux disponibles sous le sol et les éventuelles couches de surfaces plus fines (sablonneuses dans la plupart des cas). Les différents volumes de sédiment sont ensuite répartis dans les remblais. Cette répartition est optimisée en fonction de la distance, des années d'extraction et d'injection et des granulométries cibles. Les cadres figurés par un dégradé marron représentent les 4 années de travaux (cf. figure associée). Les valeurs inscrites hors des cadres correspondent aux volumes à stocker d'une année sur l'autre. **EX : Les -8054m<sup>3</sup> de la LONE\_03 sont par exemple extraits la première année mais seulement -121m<sup>3</sup> sont injectés la première année (dans le remblai 7). Les -7933m<sup>3</sup> restants ne seront injectés dans le remblai 3.2 (Re\_3.2) que la deuxième année.**

Un bilan équilibré étant par définition égal à 0, nous avons conféré aux remblais des valeurs positives et aux déblais des valeurs négatives. Ce bilan sédimentaire intègre les sources externes.

Les volumes manipulés annuellement sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau - 9. Synthèse annuelle des mouvements de matériaux**

			Année d'injection				Totaux (m3)
			1	2	3	4	
Ressources proches <i>Lits moyens et majeurs</i>	Année d'extraction	1	- 21 724	- 8 201	- 14 401	-	- 44 327
		2	-	- 35 419	- 11 325	-	- 46 744
		3	-	-	- 27 326	- 5 462	- 32 788
		4	-	-	-	- 44 875	- 44 875
Matériaux importés	Import grossier		- 900	- 600	- 3 500	- 5 000	- 10 000
	Import Concassé		-	-	- 17 782	- 51 358	- 69 140
Totaux (m3)			- 22 624	- 44 220	- 74 335	- 106 695	- 247 874

### 3.4.3.2 Bilan sédimentaire

Nous avons synthétisé l'ensemble des mouvements de matériaux à l'échelle de tout le projet. Le bilan sédimentaire est nul à première vue car il est fort heureusement prévu autant de remblai que de déblai. Mais on observe qu'en ce qui concerne les lits moyen et mineur, le bilan sédimentaire est très largement positif. Les apports externes représentent plus de **130 000m<sup>3</sup>** de sédiments. Ce bilan est supérieur à celui du scénario de départ car il a fallu intégrer les matériaux concassés en prenant en compte l'ensemble des contraintes induites par la nécessité de les enfouir sous 1m de matériaux roulés. Notez que cette augmentation du volume importé améliorera l'efficacité du projet vis-à-vis des objectifs poursuivis (restauration des biocénoses aquatiques notamment).

**Tableau - 10. Bilan sédimentaire de l'opération**

		Volume au bilan sédimentaire (m3)	Pourcentage	Sous-totaux	Bilan sédimentaire
<b>REMBLAIS</b>		248 527	100%	248 257	<b>660 m<sup>3</sup></b>
<b>DEBLAIS EN LIT MOYEN</b>	CHENAUX et CONNEXION DE SURFACE (CoRI)	-93 025	37%	-247 867	
	ARASEMENTS et LÔNES	-30 251	13%		
<b>APPORTS EXTERNES</b>	EXTERNE	-56 776	22%		
	CONCASSE	-69 140	28%		

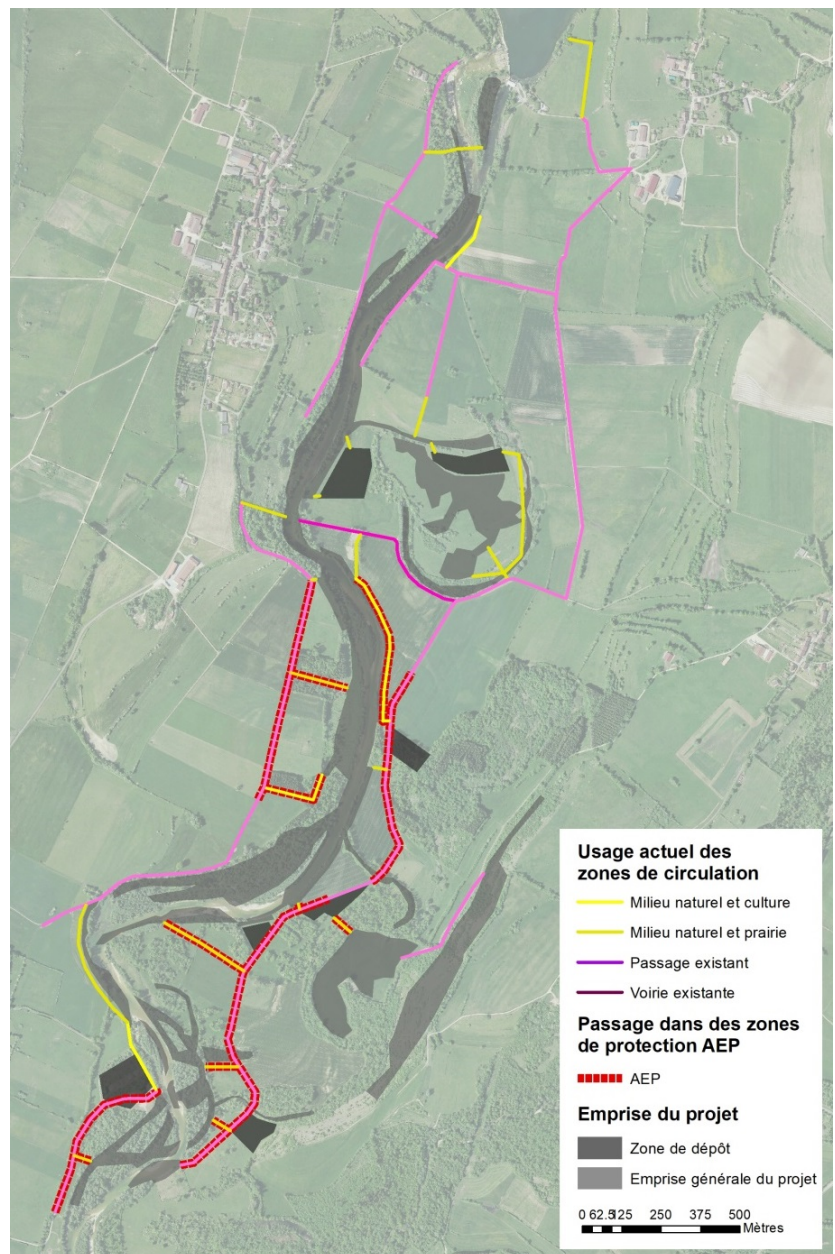
Le bilan est positif aux marges d'erreur près. Ces marges d'erreurs représentent moins de 1% des volumes. Ces écarts sont normaux à ce stade. Des données restent à préciser pour arrêter une répartition plus fine des matériaux et agencer plus précisément l'ensemble des dispositifs particuliers.

### 3.4.4 Modalités de mise en œuvre

La mise en œuvre des travaux nécessitera la création de pistes d'accès. Étant donné l'ampleur des opérations et les contraintes liées notamment aux captages AEP, cette question n'est pas un détail. La création de ces pistes impacte le coût des opérations, les usages et dans une moindre mesure les milieux. La carte suivante présente les accès pressentis pour la réalisation de tous les travaux. On y distingue les pistes existantes, les pistes à créer ainsi que les déplacements prévus au sein des périmètres de protection AEP.

### Figure - 30. Gestion des matériaux, transport et traitement

Les déplacements devront être optimisés mais notons que le mouvement de 250 000m<sup>3</sup> de matériaux nécessite environ 25 000 trajets en camion. Ce chiffre n'est qu'un ordre de grandeur qui rend compte assez simplement de l'ampleur des travaux. Il est en effet assez peu fondé car des matériaux seront manipulés sur place, d'autres seront déplacés en empruntant les zones remblayées.



Cette carte ne traite que la question des déplacements au sein de la plaine. Elle n'intègre pas la question des approvisionnements en matériaux depuis l'extérieur. Ce point est en cours d'étude. Les principes d'organisation sur lesquels se base le maître d'ouvrages pour l'approvisionnement du chantier sont les suivants :

- Equilibrer au mieux les volumes acheminés entre les différents accès à savoir Blye et Le Mesnois en rive droite et Charézier en rive gauche,
- Diminuer autant que possible les volumes de matériaux devant transiter dans les zones habitées,
- Optimiser les modalités d'approvisionnement selon les sites d'injection,
- Optimiser les modalités d'approvisionnement en fonction des périodes d'injection afin de limiter les temps de stockage voire d'éviter les stockages temporaires dans la plaine.

## 3.5 Impact sur le milieu et les usages

### 3.5.1 Impact sur les processus naturels

#### 3.5.1.1 Impact hydraulique du projet

Les travaux de restauration visent à restaurer les milieux naturels de l'hydrosystème entre autre en important une masse importante de sédiment dans la rivière d'Ain afin de rehausser le niveau de base de son lit mineur. En toute logique, ces opérations augmenteront les fréquences de débordement. Les impacts sont identiques à ceux du scénario optimal. L'analyse précise des impacts hydrauliques est disponible dans le rapport de scénario. On remarque également sur la carte ci-dessous que ces débordements sont importants mais restent cantonnés aux dépressions du lit majeur (anciens bras...).

Figure - 31. Débordements à Q2 aujourd'hui

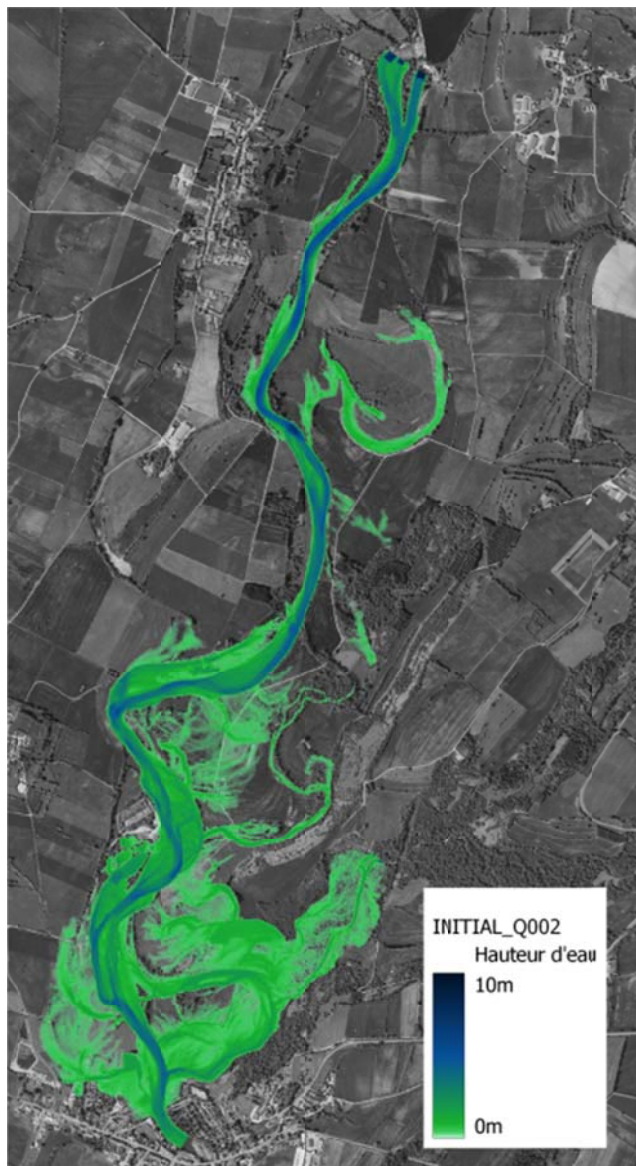


Figure - 32. Débordements à Q2 après travaux



Lors de l'analyse des scénarios nous avons analysé plus en détail les périodes et les durées de submersion. Les résultats de l'analyse du scénario optimal sont repris ici. Notons que les effets du scénario optimal et les effets de l'avant-projet sont très proches :

- dans les conditions du scénario optimal, les fréquences de **début de débordement** sont significatives, c'est-à-dire supérieures à un jour tous les 2 ans **en automne et en hiver**,
- Il ne s'agit que des fréquences de début de débordement. **Les fréquences d'inondation de la plaine** demeurent faibles.

**Tableau - 11. Comparaison des fréquences d'inondation de la plaine entre l'état actuel et le scenario optimal (à partir des débits mesurés entre 1982 et 2020)**

Mois		janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
		Nb de jour (moy annuelle)	Situation initiale	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Situation SC OPTI	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1

Ces inondations concernent surtout des pâturages qui peuvent être inondés une fois par an sans que cela n'affecte leur usage. Le problème est différent pour les cultures annuelles plus sensibles à l'immersion. Les zones de culture étant rares au sein du périmètre impacté le problème doit être traité spécifiquement au regard des cultures habituelles et au besoin, des possibilités d'adaptation.

**Un suivi agronomique porté par le PNR HJ, est programmé. Il permettra d'affiner l'analyse des impacts et évaluer les effets du projet. Les conclusions seront prises en compte dans le dimensionnement au stade PROjet et amèneront si besoin quelques ajustements ou aménagements complémentaires.**

La situation restera inchangée à Pont de Poitte car la configuration du site limitera l'accumulation de sédiments dans la retenue du Seuil Jobez (cf. rapport de présentation des scenarios).

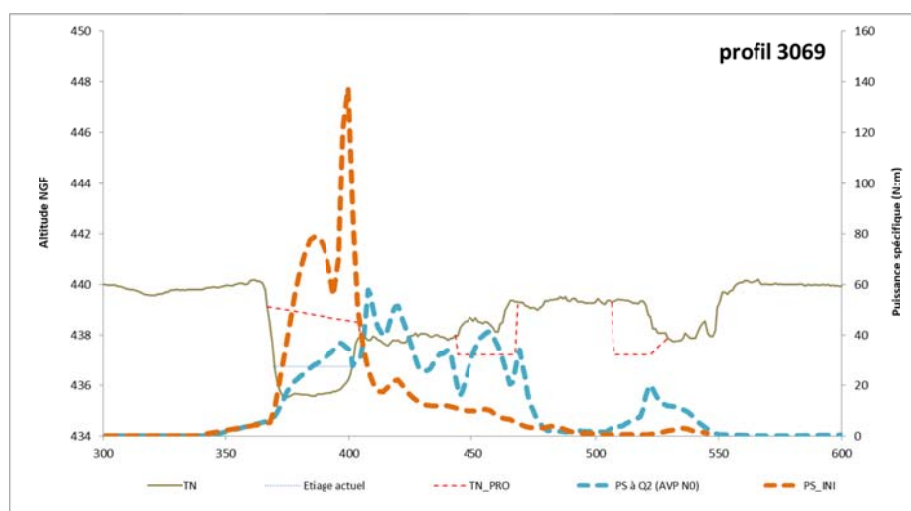
### 3.5.1.2 Impact sur les processus hydromorphologiques

Les impacts sur les processus sont nombreux car ce qui a guidé le dimensionnement du projet est précisément leur modification et ce afin de retrouver des équilibres dynamiques durables.

Les processus morphogéniques vont être amplifiés par le retour d'un transit sédimentaire efficace. Les phénomènes d'érosion linéaire qui ont façonné le lit depuis 60 ans vont être stoppés car l'énergie des crues sera répartie sur l'ensemble du lit moyen et non sur les 40 m du lit mineur. L'exemple du transect 3069 présenté ici est clair. On observe la disparition du pic au centre du lit et un étalement de la puissance en crue. Des pics de puissances y sont visibles au centre de chaque chenal. On remarque aussi leur décroissance régulière. Ce point, abordé plus loin, est important. Il touche aux limites du dispositif et il convient d'y porter une attention particulière.

**Figure - 33. Exemple d'impact du projet sur la répartition des puissances spécifiques**

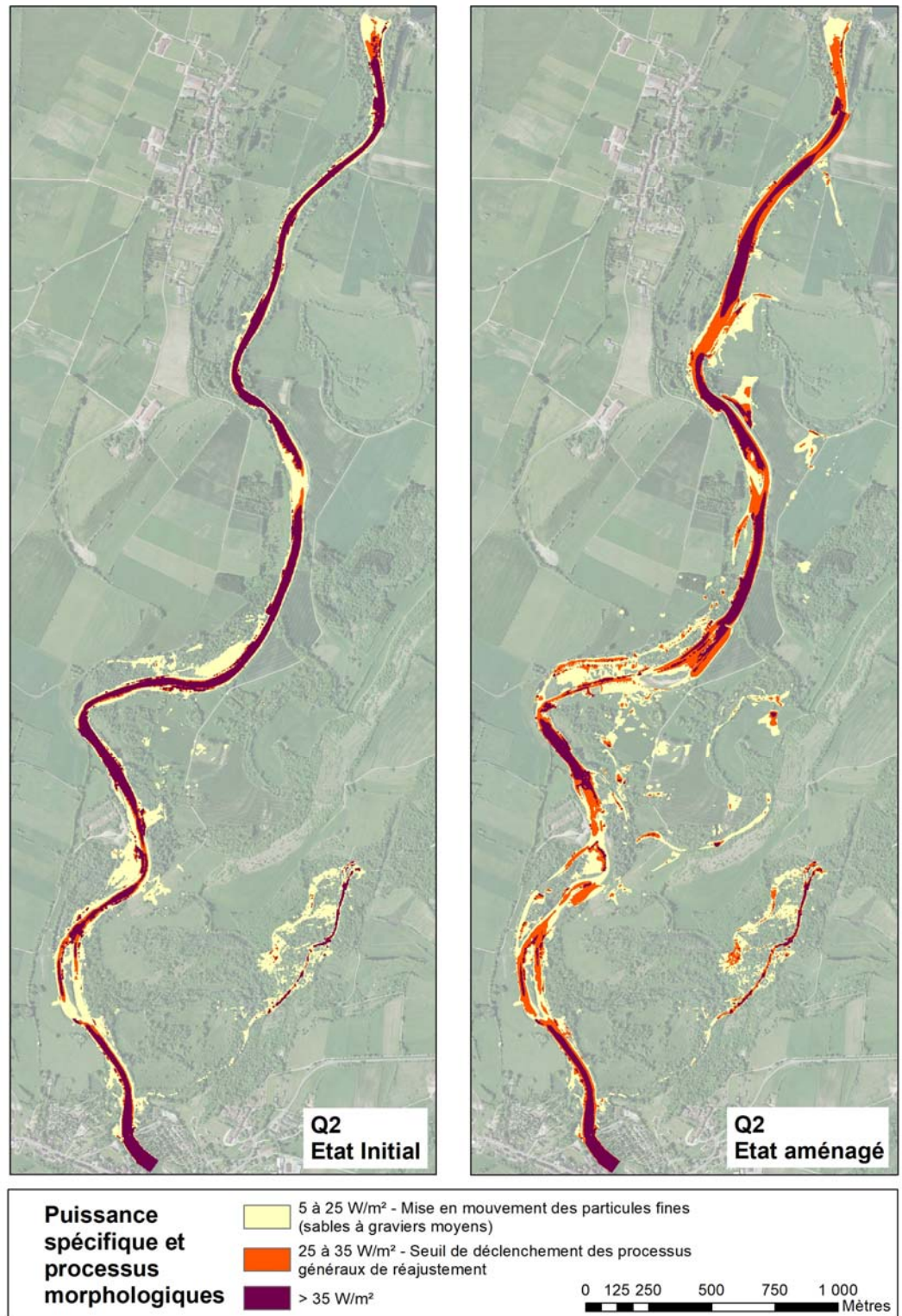
Modélisation de l'AVP, état 0 (post-travaux)



Nous avons largement analysé ces impacts lors de la conception des scenarios. De nombreuses figures les illustrent. Ces figures exposent des résultats du scenario optimal. Ils sont légèrement différents mais valides dans leurs ordres de grandeurs. En complément des résultats des modélisations réalisées lors des phases précédentes nous avons exploité certains résultats du modèle de l'AVP. Les cartes ci-dessous présentent les valeurs de puissances spécifiques lors d'une crue biennale en l'état et après aménagement.

**Figure - 34. Comparaison des puissances spécifiques entre l'état initial et l'état aménagé**

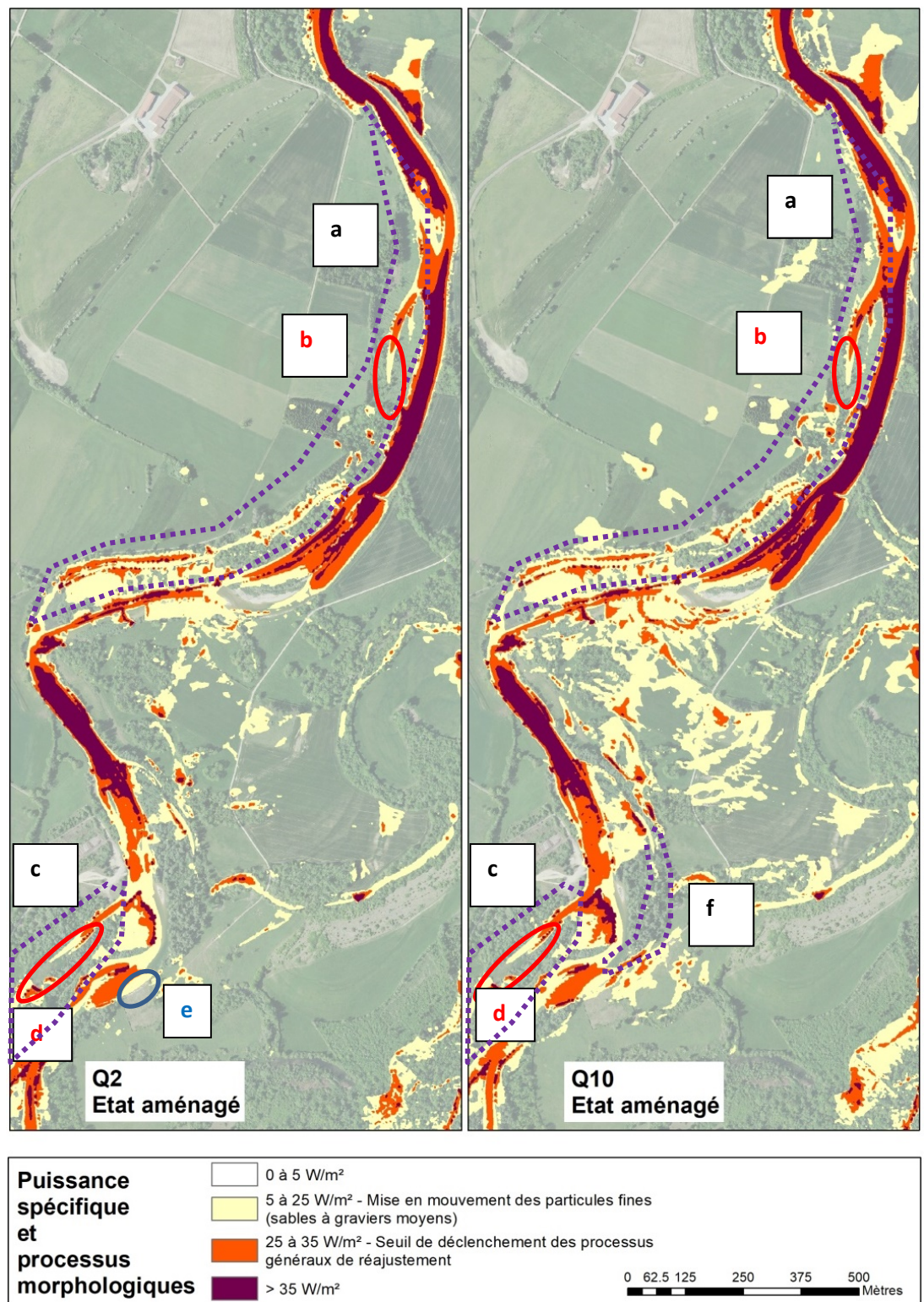
**NB :** il s'agit de l'état aménagé N0, c'est à dire immédiatement après la fin des travaux.



On observe en premier lieu l'étalement des crues. Ces cartes représentent les valeurs supérieures à 5W/m<sup>2</sup>, premier seuil d'efficacité morphologique pour la gamme granulométrie observée ou extrapolées dans les terrasses alluviales. Ce seuil est valide dans un contexte de forte mobilité potentielle (pas de végétation, par de colmatage...).

À l'état initial, il n'y a quasiment pas de débordements « efficaces » et ce même dans le lit moyen alors qu'en état aménagé des débordements sont observés sur l'ensemble des marges alluviales présentes en lit moyen. Ces cartes à plus grande échelle ci-après permettent d'affiner ce dernier constat.

Figure - 35. Évolutions des puissances spécifiques entre différentes crues à l'état aménagé



Ces cartes sont centrées sur les tronçons centraux (TH 1.2 à 2.2) qui sont les plus concernés par la redynamisation de vastes marges alluviales. On observe :

- une relativement bonne efficacité des processus sur les trois zones restaurées en rive droite des tronçons 1.2 et 1.3 (a). On constate toutefois des zones potentielles de dépôt à surveiller et probablement à entretenir quelques années (exemple zone b). Les constats sont similaires en rive droite dans le tronçon 2.1 (c et d).
- Une efficacité moins importante est décelée en rive droite du tronçon 2.1, au cœur de la grande terrasse alluviale redynamisée par le chenal 05. L'effet des crues est atténué par les effets du remblai épaulant la berge bordant le puits (e). Le resserrement produit une perte de charge qui rehausse la ligne d'eau et diminue de fait la pente dans le chenal qui se connecte juste en amont (zone f).

Si l'on observe la puissance disponible dans les chenaux de redynamisation, on constate une énergie suffisante pour mettre en mouvement les particules constitutives du fond du lit. On observe aussi que la puissance disponible est parfois plus proches des limites « d'efficacité ». C'est pour cela qu'un entretien est indispensable pour :

- Maintenir les chenaux sans végétation le temps que surviennent les premières crues,
- Ajuster au besoin la topographie (injection supplémentaire en amont, charruage du fond du lit...),

On notera ici l'importance des dispositifs de stabilisation du lit qui maintiendront un exhaussement sur les tronçons amont. Pour augmenter la puissance des crues dans les marges il faudrait injecter plus de matériaux dans le lit mineur. Un travail d'ajustement sera utile dans la conception finale du projet afin d'optimiser l'ensemble des dispositifs de redynamisation.

### 3.5.1.3 L'impact sur l'hydrogéologique de la plaine

Un des objectifs du projet était la restauration de la nappe d'accompagnement afin de reconnecter les zones humides périphériques mais aussi de restaurer la ressource AEP. Le modèle hydrogéologique monté par la société Burgeap a permis d'évaluer les évolutions de la cote du toit de la nappe. Nous proposons ici une synthèse des résultats et des conclusions des travaux menés par les hydrogéologues et présentés dans un rapport dédié.

#### a) L'impact sur la nappe

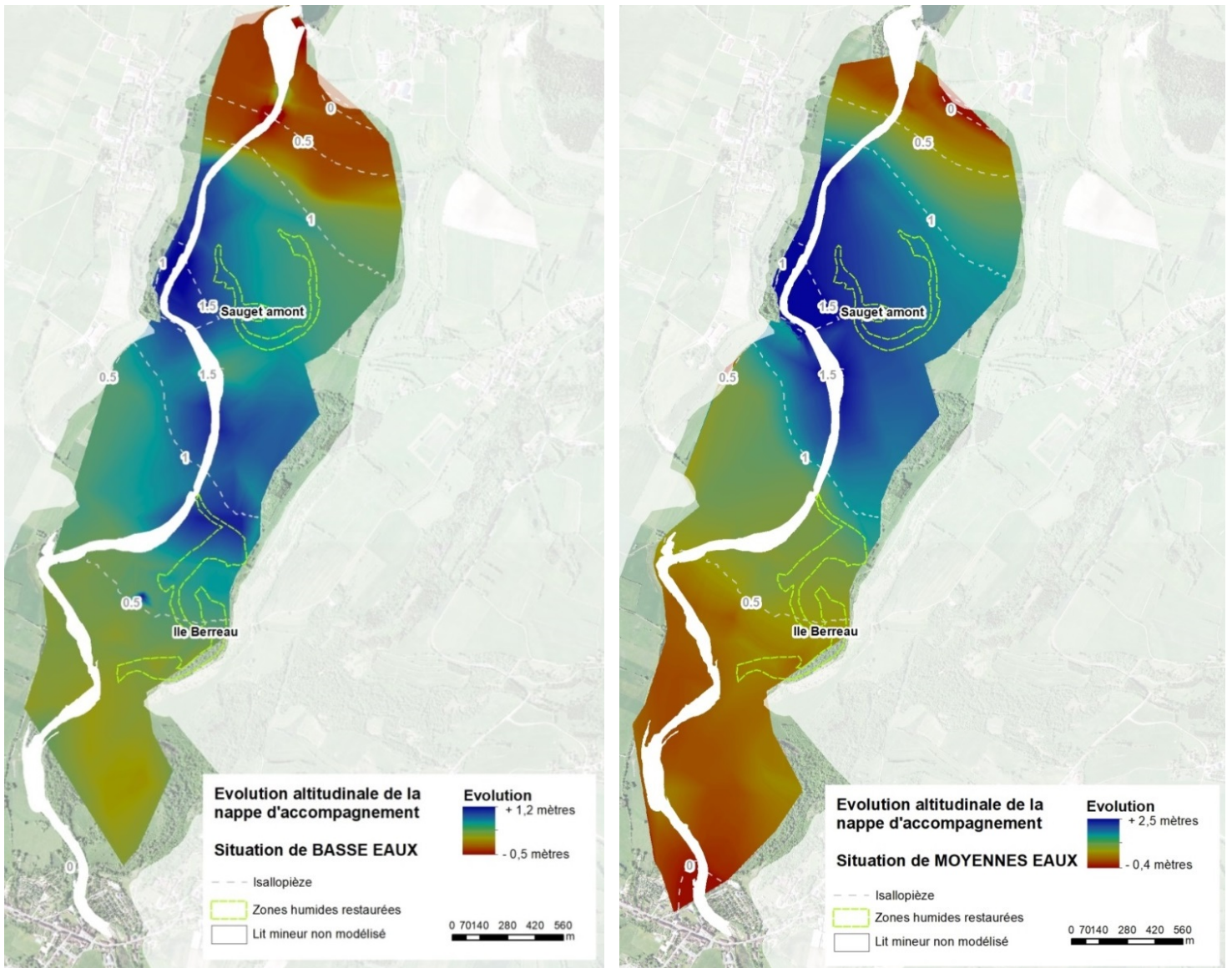
Les deux cartes ci-dessous montrent les gains importants induits par la restauration du lit de la rivière d'Ain. On y observe des gains nets sur l'ensemble du lit majeur avec des maximums entre la lône du Sauguet et le puits de Blye (quelques résultats sont rappelés dans ce tableau).

**Tableau - 12. Impact des opérations sur les l'altitude du toit de la nappe d'accompagnement**

Puits / secteur	Évolution (m)	
	Basses eaux	Moyennes eaux
ZH du Sauguet amont	0,65	<b>1,1</b>
Puits de Blye	<b>0,9</b>	<b>1</b>
Puits SIE Nord	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>
Puits SIE centre	0,6	0,5
Puits SIE Sud	0,4	0,25
Puits de Mesnois	0,25	0,05

Ces éléments sont précisés dans le rapport des hydrogéologues. **Notons en synthèse les gains au droit du puits de Blye.** Sans entrer dans la question des capacités de production, la rehausse de la nappe dans ces proportions résout le problème de déconnexion de la pompe du puits de Blye.

Figure - 36. Impact du projet sur la nappe d'accompagnement (BE et ME)



*b) L'impact sur les capacités AEP*

Le projet a un impact positif fort sur le puits de Blyes. L'amélioration est moins importante en rive gauche de l'Ain et décroît vers l'aval.

**Ces éléments sont détaillés dans le rapport d'analyse des hydrogéologues.**

*c) Un résultat très lié au niveau d'ambition du projet*

Il est important de souligner néanmoins que cette élévation du toit de la nappe dans le secteur du puits de Blye est directement liée à l'exhaussement du lit en amont de sa zone alluvionnaire. Aussi restaurer la nappe dans le secteur de Blye nécessite de rehausser le lit aux alentours du pk 1800. D'une part cela renforce la nécessité d'un point dur en alluvions plus grossiers (cf. 2.2.3.2). D'autre part, compte tenue de la faible pente en amont, exhausser le lit en amont du puits aura un impact jusqu'au pied du barrage et donc sur la production hydro-électrique.

**Ces éléments sont détaillés dans le rapport d'analyse des hydrogéologues.**

### 3.5.2 Impact sur les usages locaux

Au-delà de leurs objectifs initiaux, les travaux ont été dimensionnés de manière à minimiser les impacts sur les usages et l'organisation du territoire. Mais au regard de leur ampleur, il n'est pas possible d'éviter tout impact sur ces mêmes usages et les milieux. Notons en synthèse :

- **Les usages agricoles** : les impacts sont limités dans la mesure où peu de parcelles cultivées sont concernées par les travaux. En ce qui concerne les travaux dans le lit moyen, ils n'ont aucun impact. Sinon les autres interventions sont assez réduites et concernent des prairies ou des zones naturelles (restauration de zone humide et prélèvement, plantation de ripisylve).
- **Hydroélectricité** : Le remblaiement du lit a un impact sur la production hydroélectrique. Le remblaiement du lit dans le tronçon 1.1 réduit la hauteur de chute et par voie de conséquence la capacité de production des turbines. Il est important d'avoir à l'esprit que la pente du tronçon 1.1 est faible et que gagner de la hauteur de chute au pied du barrage entraîne une réduction des remblais sur les 2000 premiers mètres du tronçon.
- **Les activités touristiques** : Lors des premières années, la pratique du canoë sera affectée par les travaux. Il en sera de même quelques années après, le temps que les crues façonnent le lit de l'Ain. Cela n'empêchera pas pour autant la pratique. Notons qu'elle bénéficiera à moyens termes du gain de naturalité induits par les travaux. On peut penser que cette amélioration de milieux et le retour de paysages plus sauvages améliorera l'attractivité globale du site et sera bénéfique à l'activité touristique.
- **Les milieux naturels** : La restauration des milieux naturels étant un des objectifs du projet, il est important qu'ils soient positifs. Le diagnostic a montré l'appauvrissement des biocénoses aquatiques et rivulaires. Cet appauvrissement est fort à extrême sur le 2/3 amont du tronçon. La zone aval, celle la moins concernée par les travaux est aujourd'hui assez préservée.

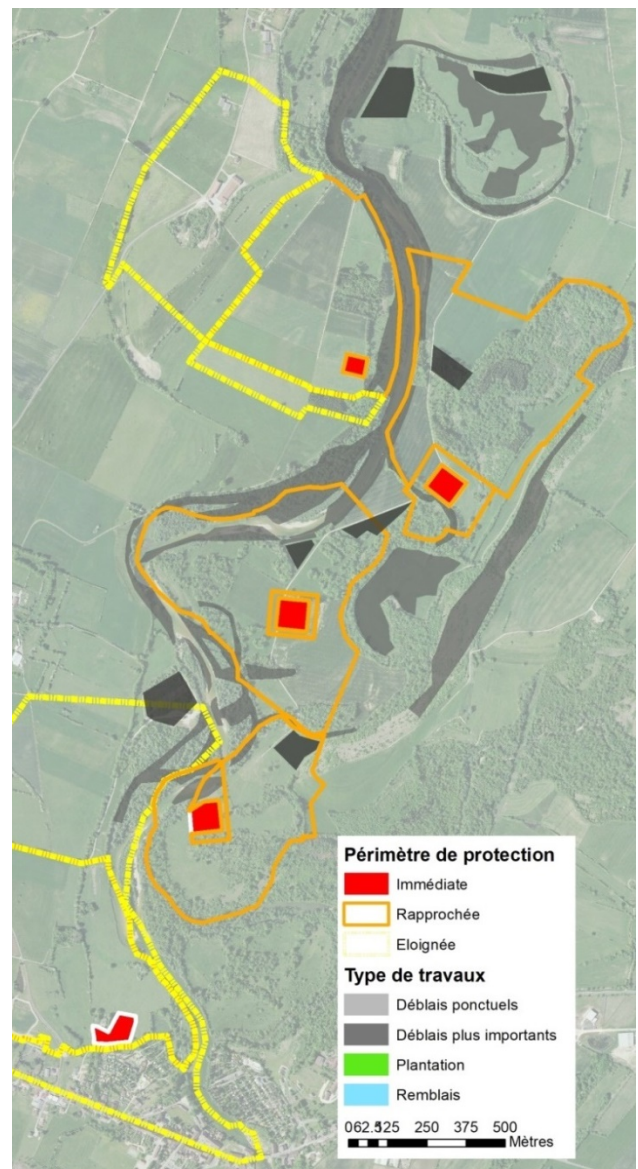
### 3.5.3 Impacts en phase travaux

Les travaux sont importants et auront des impacts sur le territoire. Sans en dresser une liste exhaustive voici les principaux impacts à considérer à ce stade.

- **Les milieux naturels** : Les travaux auront un impact très fort sur les milieux naturels, remblaiement en lit mineur, dévégétalisation de terrasses alluviales, circulation en bordure de lit et dans le lit... Retenons aussi qu'une fois le chantier terminé, les impacts sur les milieux seront largement positifs.
- **Les activités riveraines** : Les travaux occasionneront des gênes aux alentours du lit. Elles seront réduites par une organisation précise du chantier (zones de travail délimitées, pistes...). Les passages d'engins seront peu fréquents en dehors du lit majeur et *a priori* rare à Pont-de-Poitte et dans les villages alentours car les va-et-vient seront circonscrits au lit majeur (dans leur grande majorité). Il n'y a que l'importation des matériaux qui pourra engendrer du trafic dans certains bourgs. Aujourd'hui, nous ne sommes pas en mesure de détailler ces impacts.
- **Le tourisme** sera en partie impacté. Nous pensons ici à la pratique du canoë qui devra être accompagnée pendant les 4 années de travaux. La pêche est moins impactée car les travaux ne concerneront pas plus de 1000 à 1500m de cour d'eau chaque année. Le reste du tronçon sera libre pour la pratique de la pêche.
- **La production d'eau potable** ne sera pas gênée par les travaux. La sécurité sanitaire des prélèvements sera prise en compte pour éviter tout risque de pollution. Ces questions sont déjà à l'étude et ont conditionnées la conception du projet.

**Figure - 37. Travaux et mise en œuvre des travaux vis-à-vis des périmètres de protection**

Les périmètres de protection induisent certaines précautions. Pour chiffrer les travaux nous avons prévu une protection par géotextile synthétique et une couche de grave. Ces dispositions correspondent aux exigences de l'ARS dans le cadre d'un de nos récents chantiers dans un contexte similaire.



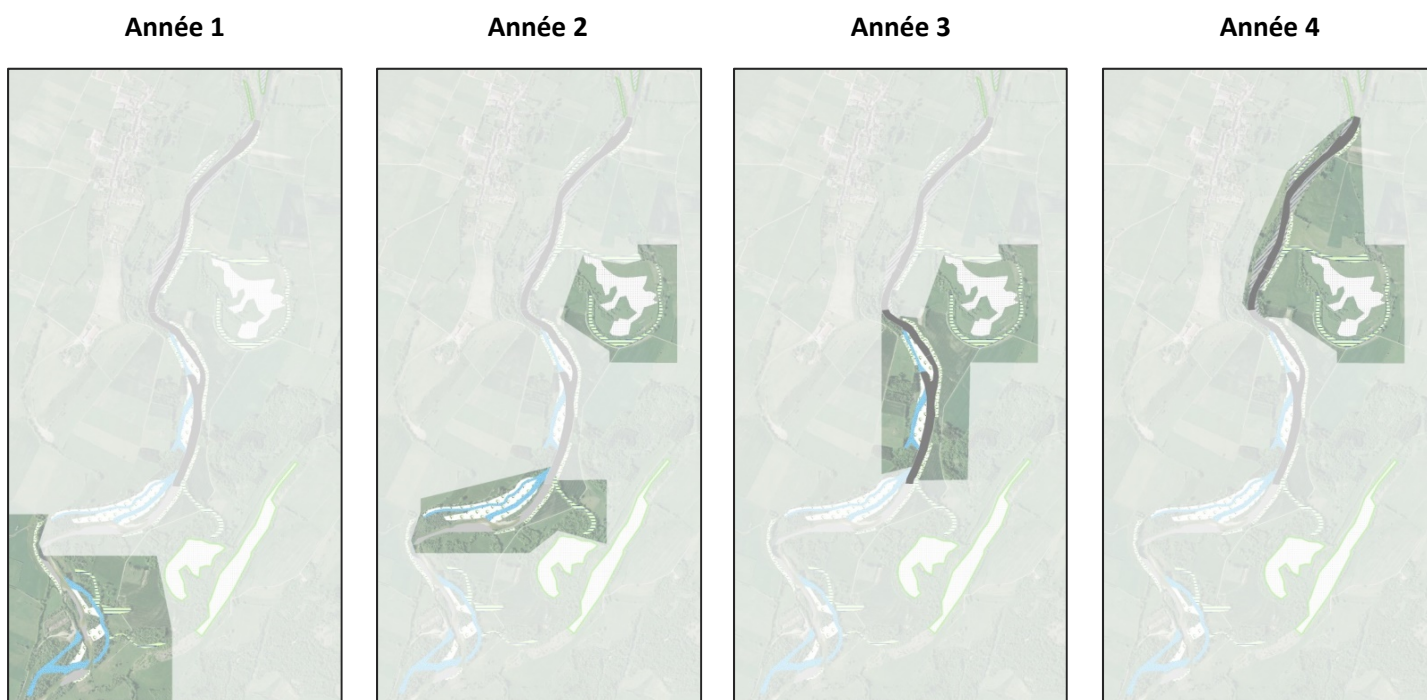
Il s'agit là d'une revue rapide des impacts permettant de confirmer la faisabilité du projet. Toutefois, au regard de l'ampleur des travaux et de ces multiples impacts directs et indirects, une étude d'impact complète sera nécessaire.

## 4 REALISATION DU PROJET

### 4.1 Organisation générale

Comme évoqué dans la présentation des mouvements de matériaux, la mise en œuvre de l'ensemble du projet durera 4 ans. Cela répond à des contraintes de mise en œuvre (attente des matériaux concassés de Sault Mortier, faisabilité générale des travaux) et des contraintes financières du maître d'ouvrages. **Selon les modifications opérées en phase PRO, une 5<sup>ème</sup> n'est pas à exclure.**

Figure - 38. Programmation des travaux



Si l'on considère une validation pleine et entière, tant par les services de la Police de l'Eau que par le maître d'ouvrages et les acteurs locaux au dernier semestre **2024**, on peut envisager un démarrage en **2025** et une livraison complète en **2028**.

### 4.2 Coût des travaux

Le montant total des travaux est évalué à **3 833 509€ HT**. Cette évaluation se base sur le montant de chantiers récents et similaires. Nous attirons l'attention de chacun sur l'inflation des prix, notamment des prix de l'énergie. Elle pourrait avoir un impact important sur les coûts finaux car 2 à 5 ans nous séparent de la mise en œuvre.

**Tableau - 13. Synthèse des coûts par année et par type de travaux**

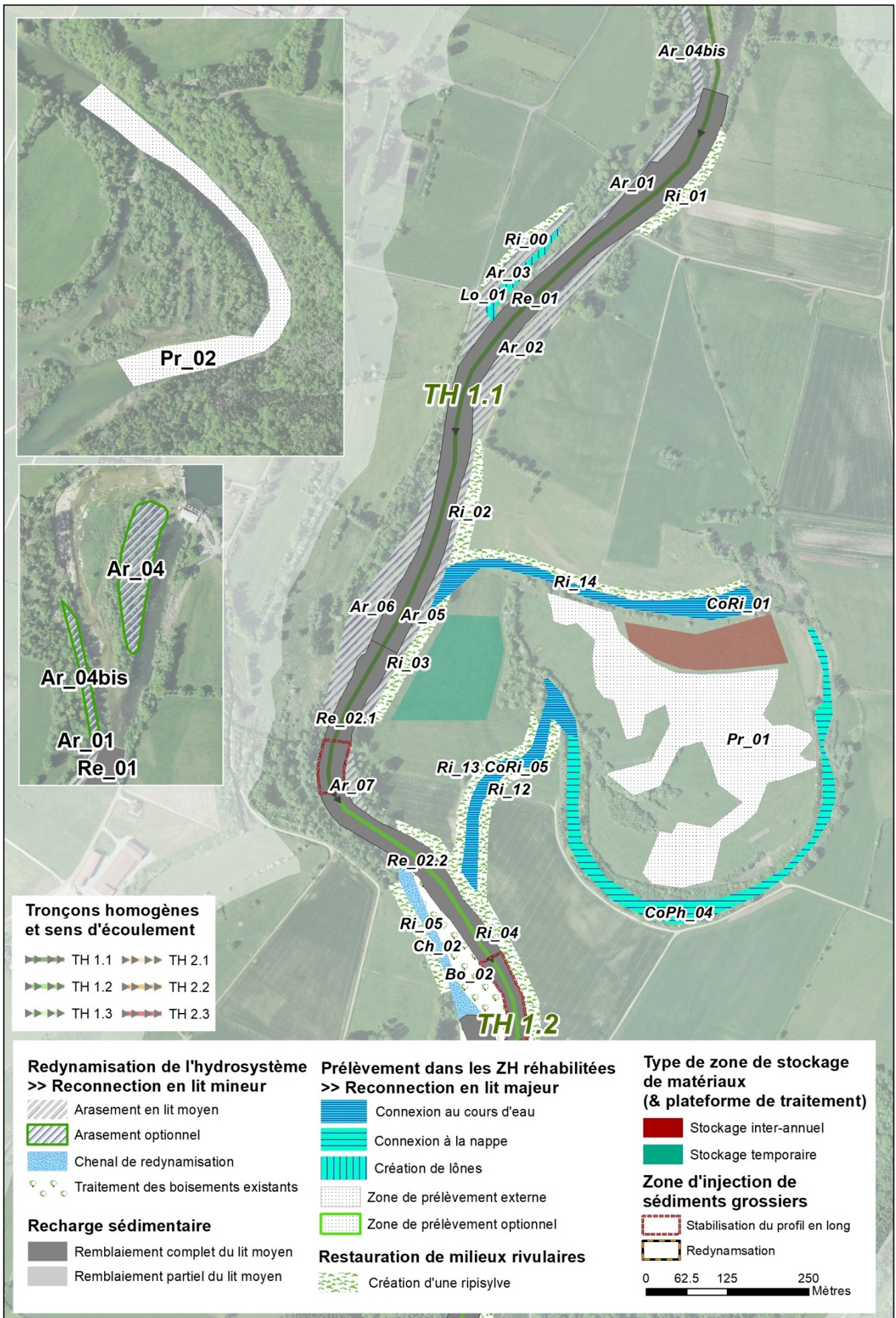
	Ripisylve	Traitement des boisements	Décapage	Déblai	Remblai	Chantier	
<b>N1</b>	35 817 €	156 515 €	49 645 €	213 785 €	152 650 €	276 236 €	<b>884 648 €</b>
<b>N2</b>	22 439 €	138 636 €	20 595 €	102 943 €	44 385 €	158 511 €	<b>687 508 €</b>
<b>N3</b>	67 070 €	254 282 €	101 728 €	225 731 €	441 020 €	156 035 €	<b>1 245 866 €</b>
<b>N4</b>	56 869 €	131 769 €	20 480 €	97 522 €	604 580 €	104 268 €	<b>1 015 487 €</b>
	<b>182 194 €</b>	<b>681 203 €</b>	<b>192 447 €</b>	<b>639 980 €</b>	<b>1 442 635 €</b>	<b>695 050 €</b>	<b>3 833 509 €</b>

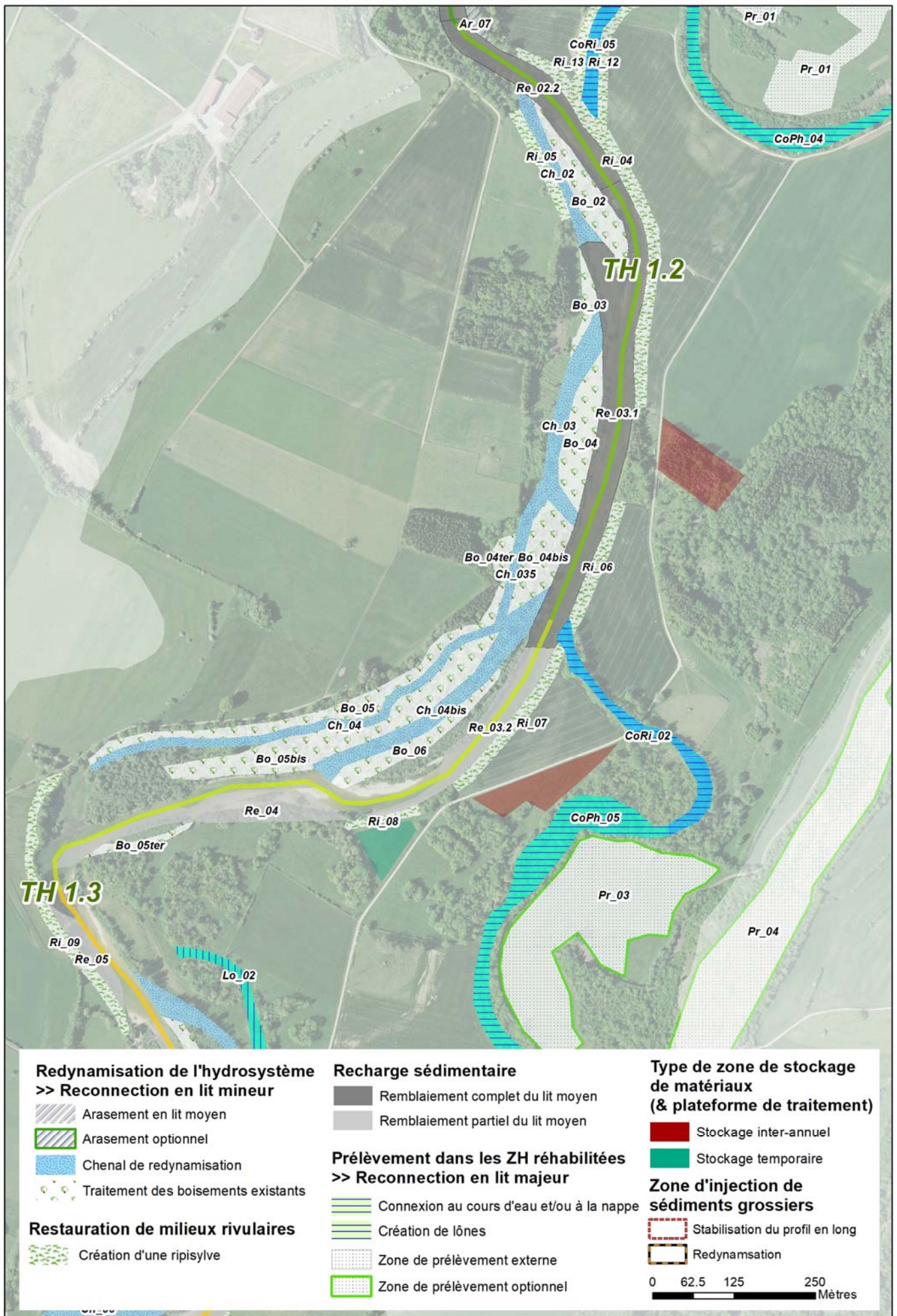
Le montant affiché ici est inférieur à l'objectif initial de 4 000 000€ HT, limite financière aujourd'hui affichée. Outre les quelques incertitudes qui demeurent à la marge, le projet tel de conçu ici est réalisable.

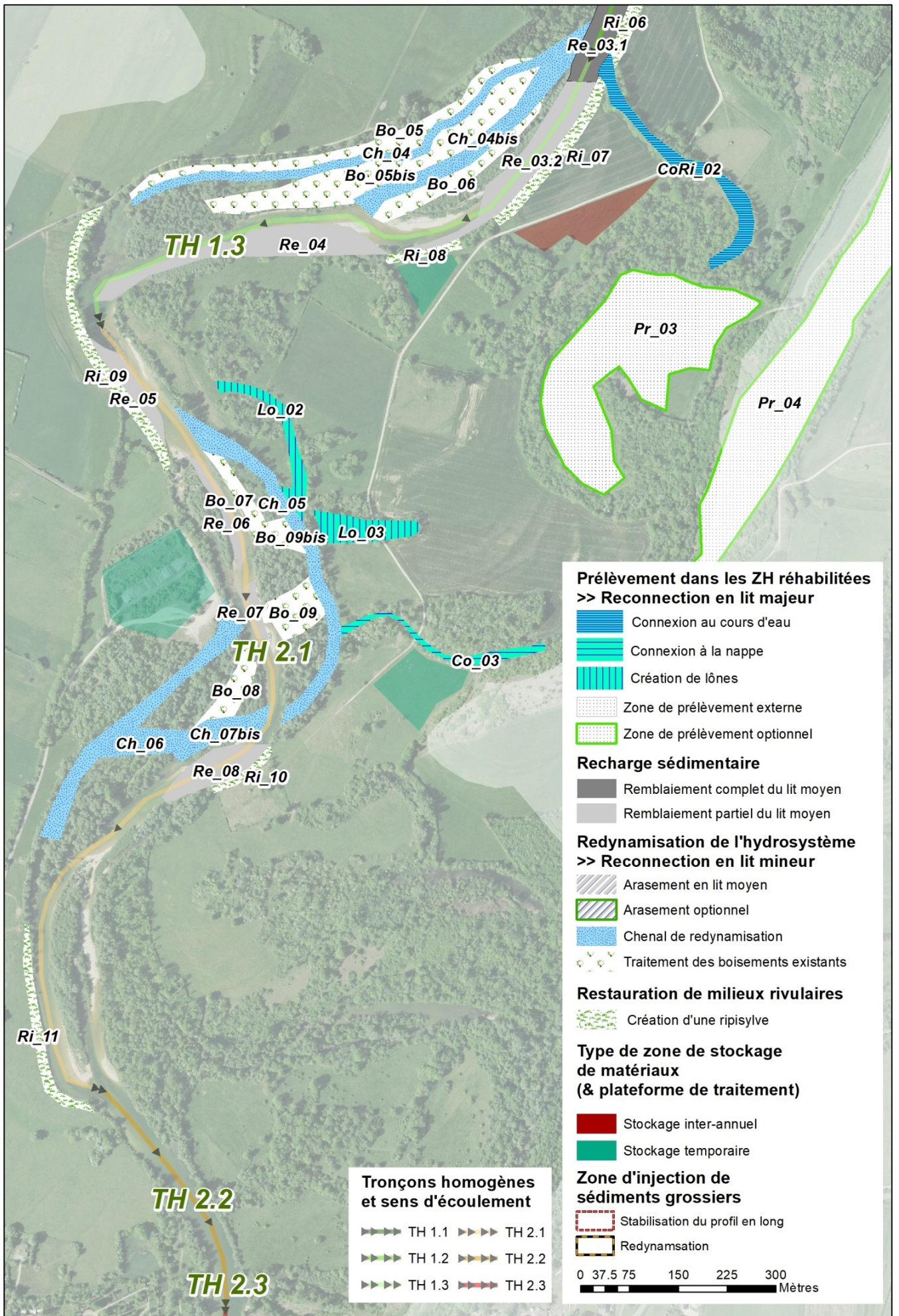
Il faut néanmoins garder à l'esprit que le projet sera aux limites des capacités financières actuelles du maître d'ouvrage et de ses partenaires. Aussi, lors des phases ultérieures, il faudra définir un projet avec une certaine souplesse. Il sera nécessaire de prioriser les interventions afin de conserver quelques marges de manœuvre (tranches fermes et optionnelles). Cet exercice ne sera pas aisé mais probablement indispensable.

Il est important de noter que plusieurs autres sources de coûts peuvent augmenter plus substantiellement le coût global du projet (traitement partiel des matériaux de Saut-Mortier et sécurisation supplémentaire des puits de captages pour les principaux).





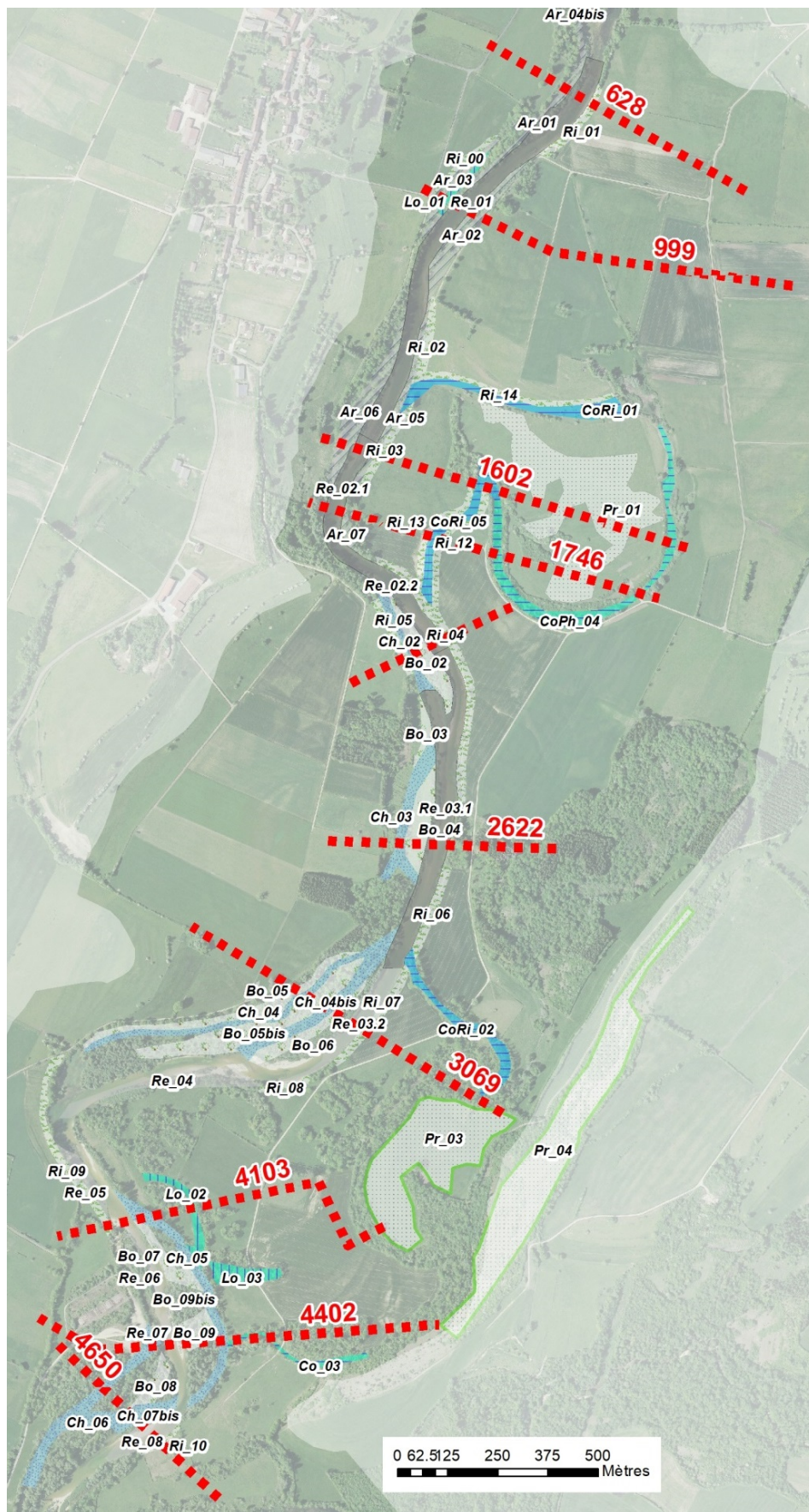


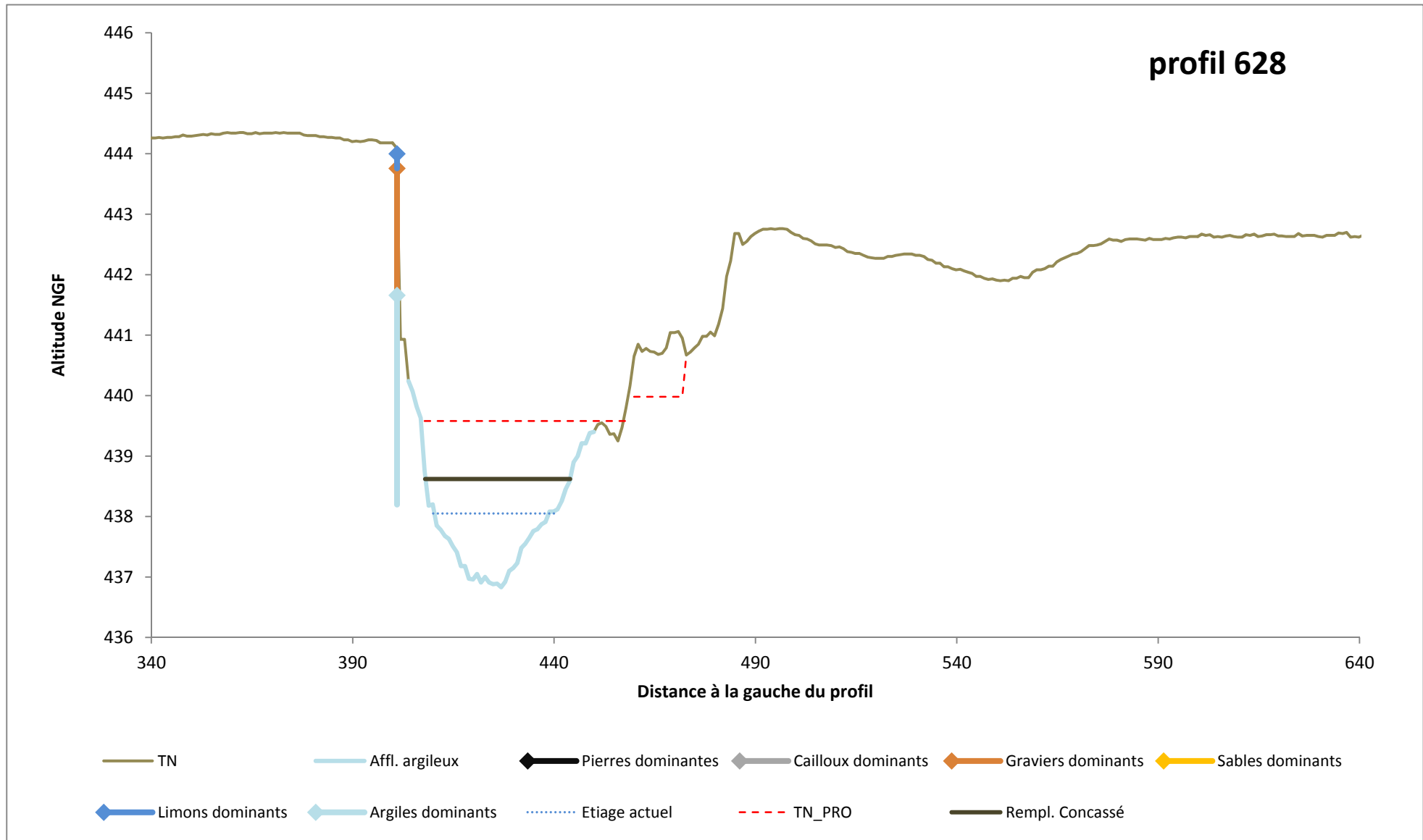


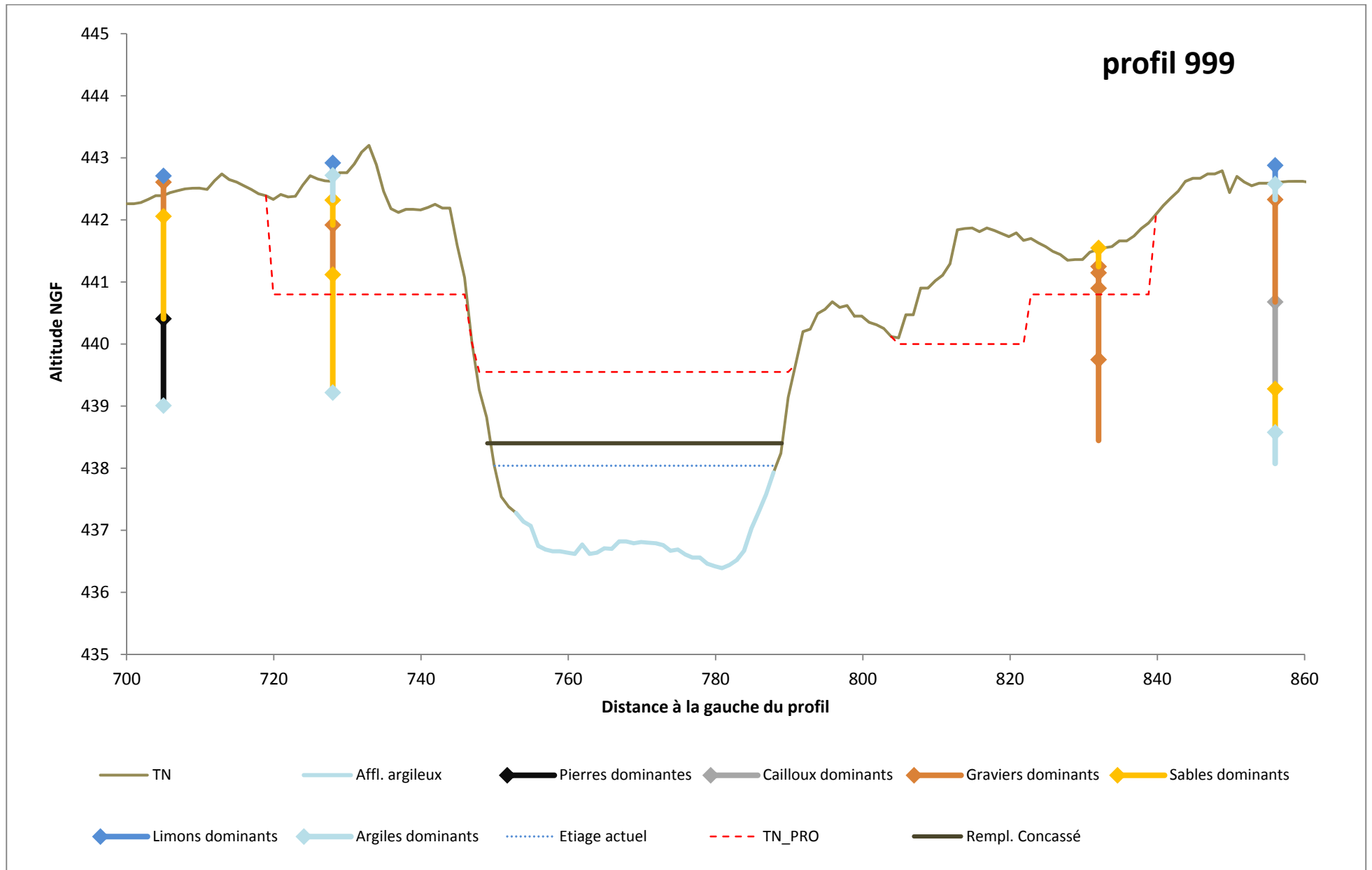
## ANNEXE 2 - Coupes

Les coupes présentées dans cette annexe représentent l'état actuel et l'état projet.

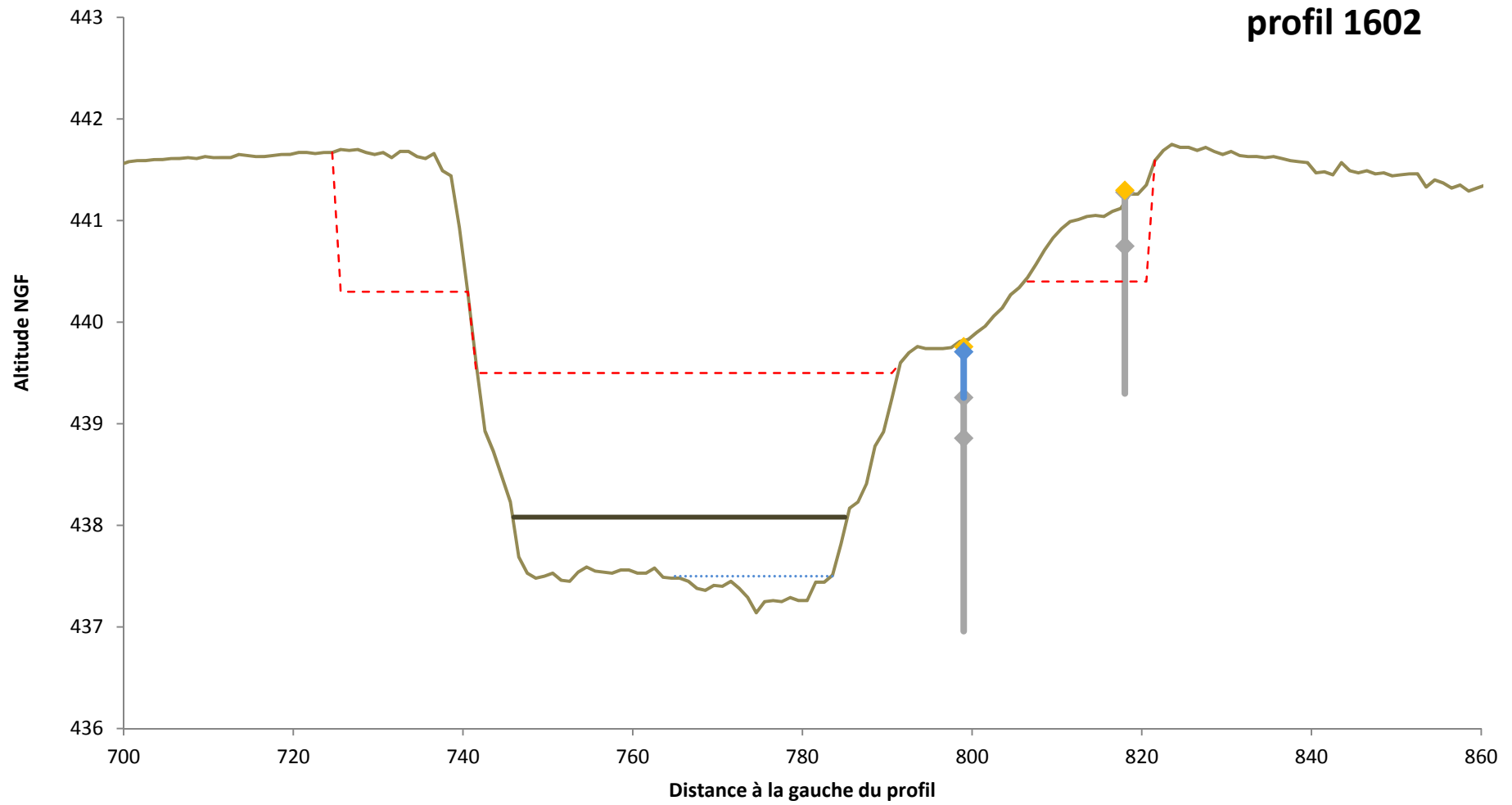
Dans certains cas nous avons laissé les informations relatives à la granulométrie des sous-sols et du lit mineur.

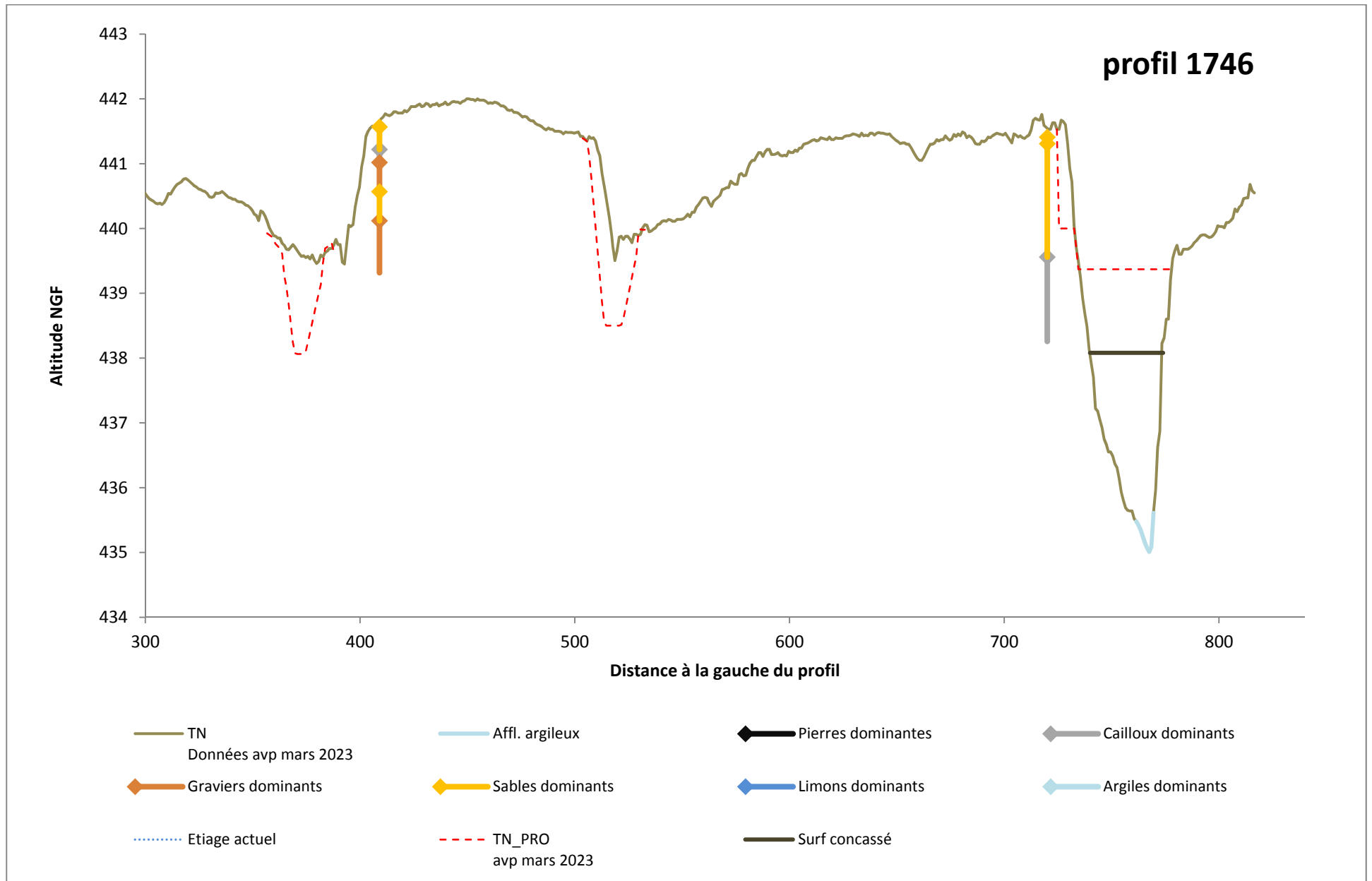




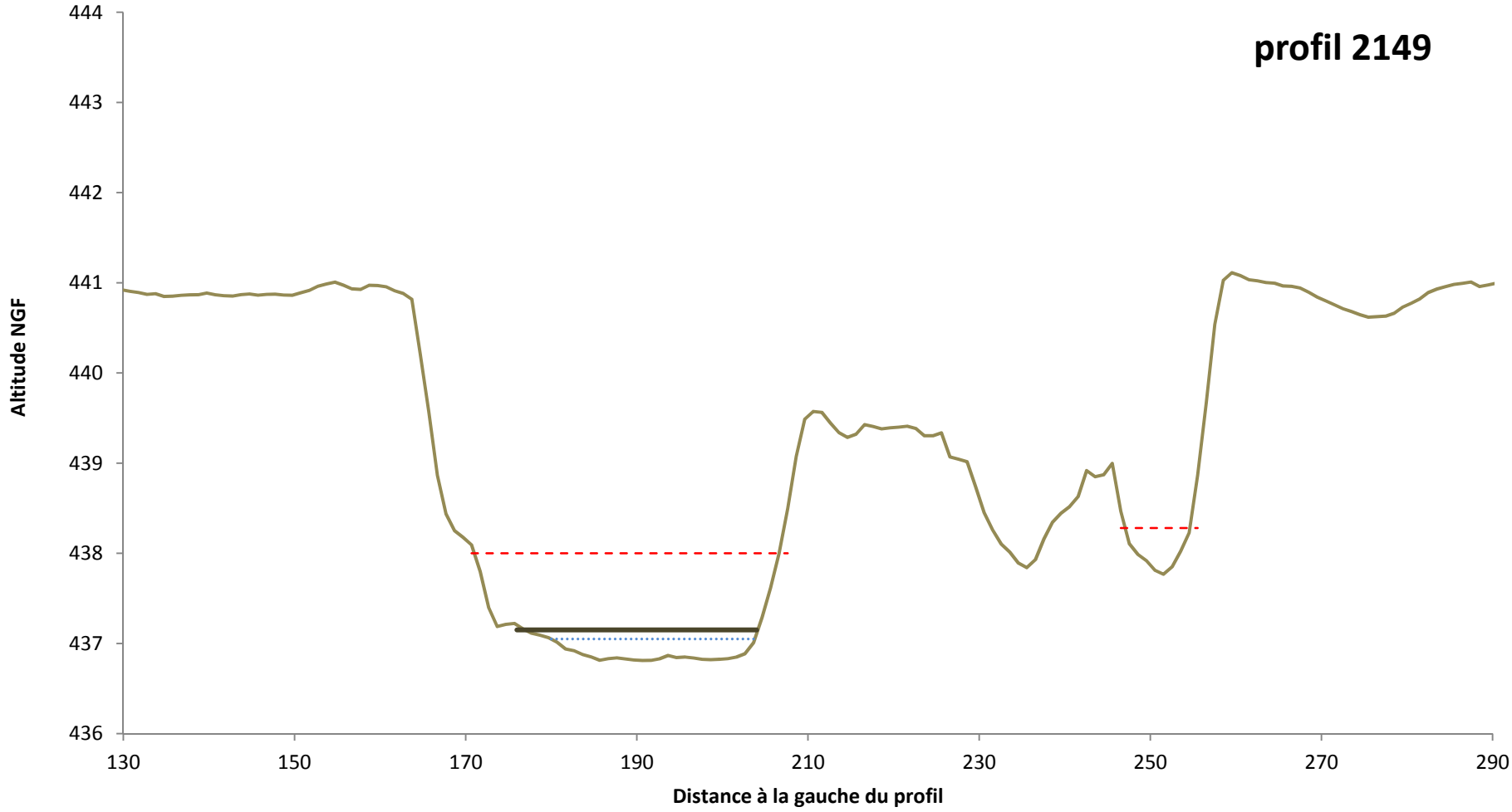


# profil 1602

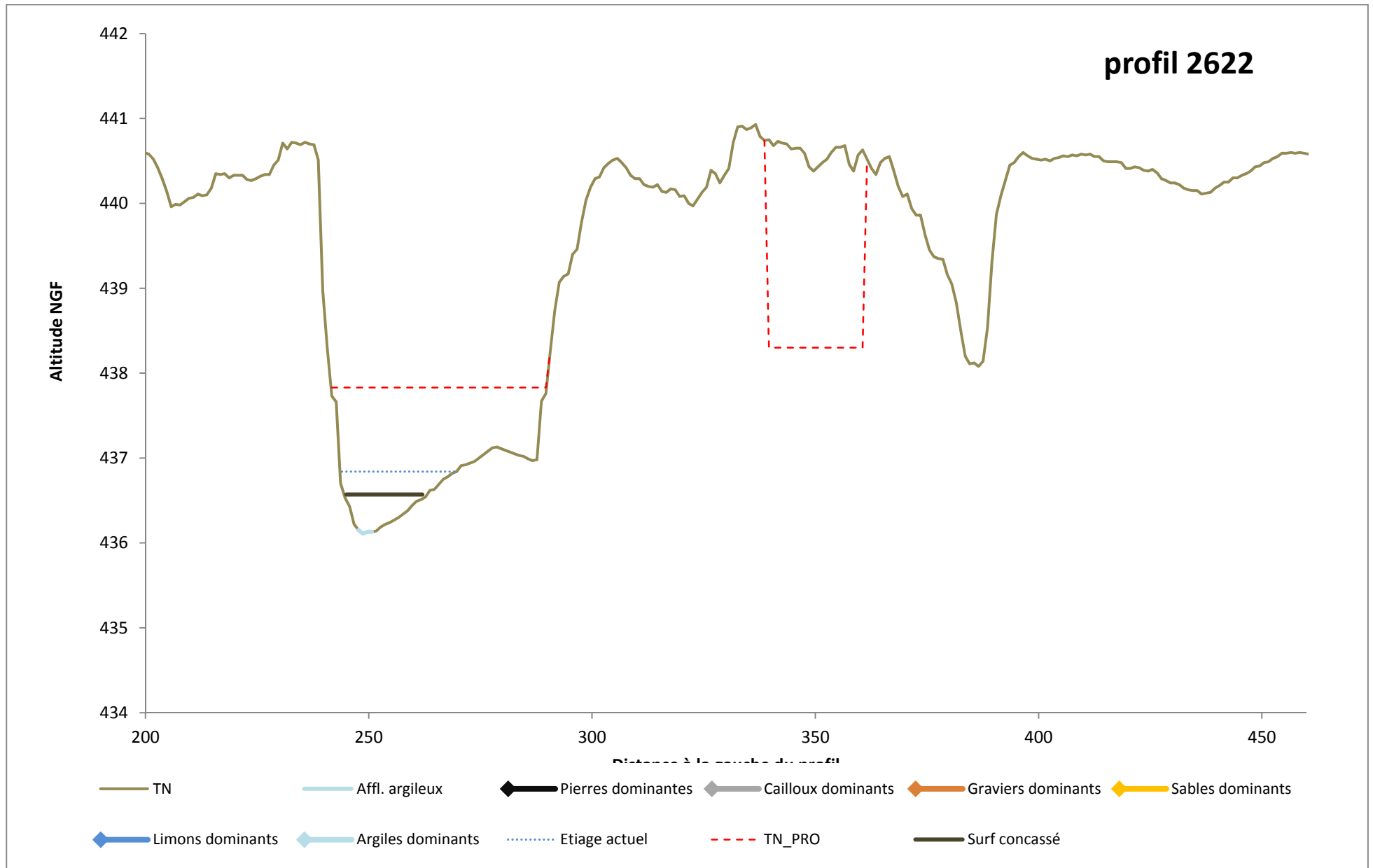


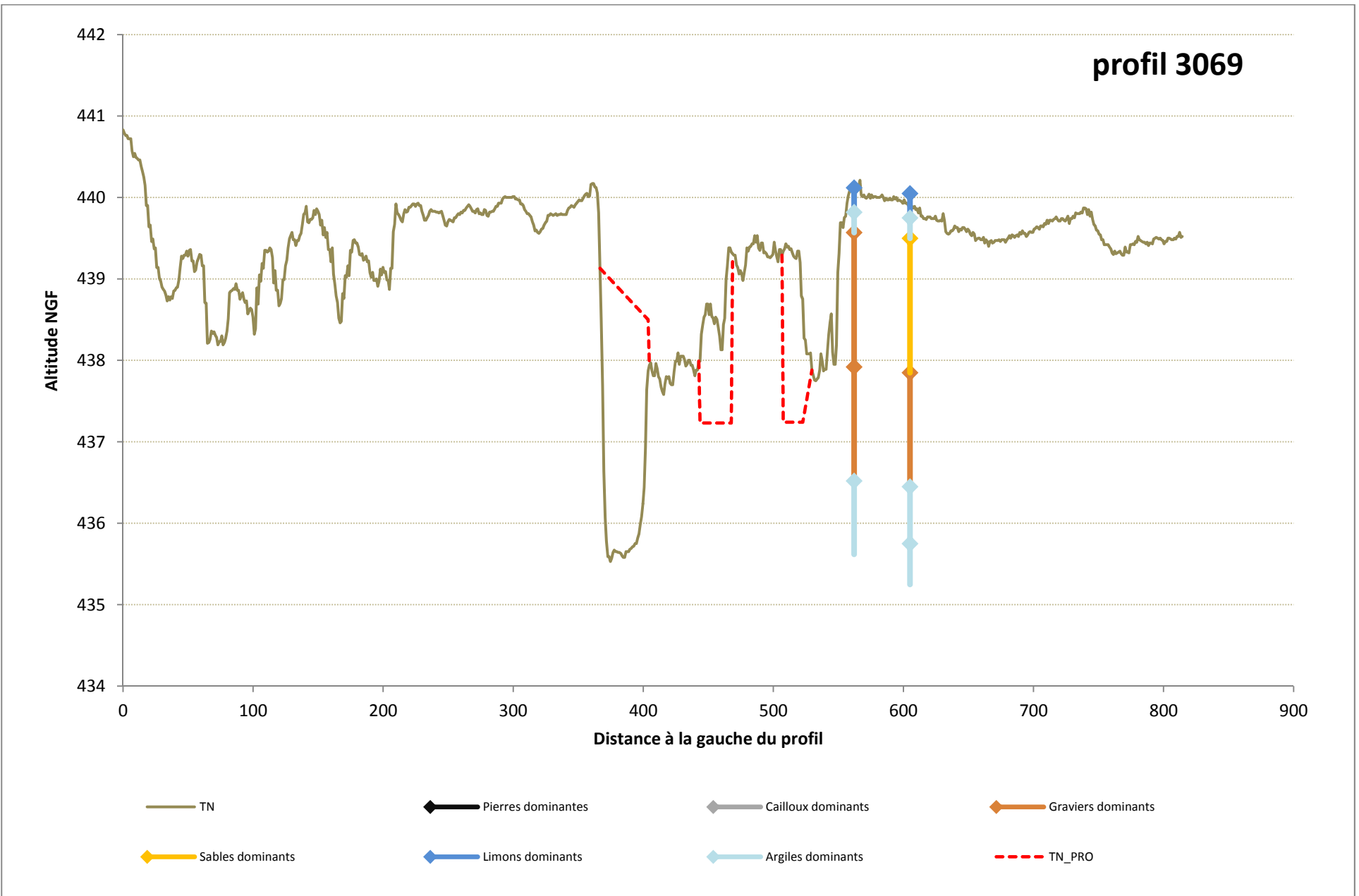


**profil 2149**

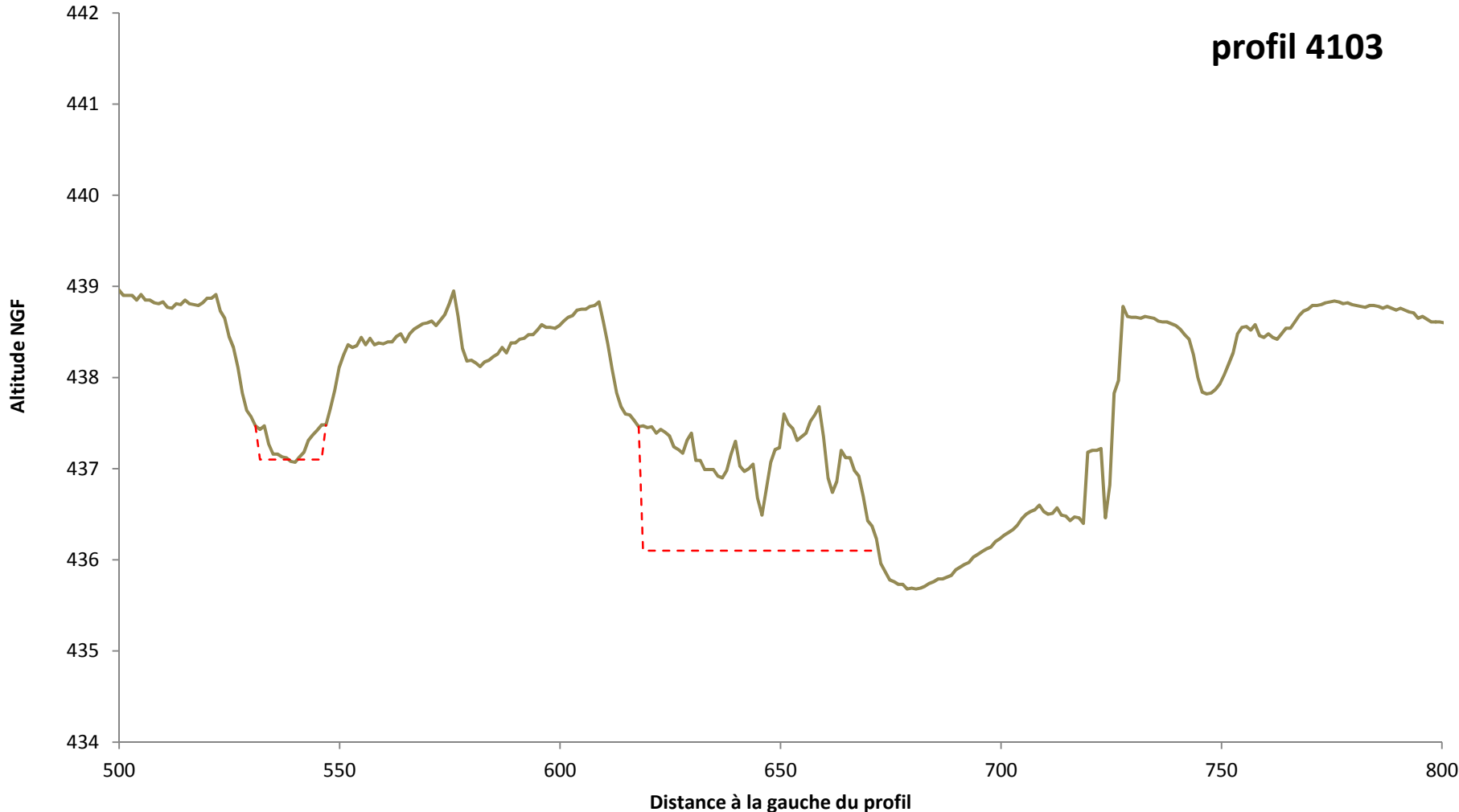


- TN
- Affl. argileux
- Pierres dominantes
- Cailloux dominants
- Graviers dominants
- Sables dominants
- Limons dominants
- Argiles dominants
- Etiage actuel
- TN\_PRO
- Surf concassé





**profil 4103**



- TN
- Affi. argileux
- TN\_PRO
- Pierres dominantes
- Graviers dominants
- Sables dominants
- Limons dominants
- Argiles dominants
- Etiage actuel
- TN\_PRO
- Surf concassé

