



IMAGE DIRECTRICE DE LA SARINE DANS L'INTYAMON

AGENDA 21 POUR L'EAU

COORDINATION DES MESURES D'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

16 NOVEMBRE 2023

www.bg-21.com

■ INGENIOUS SOLUTIONS



PLAN

1. Introduction
2. Evolution morphologique
3. Incidences sur les zones alluviales
4. Point de départ : charriage
5. Image directrice
6. Conclusions

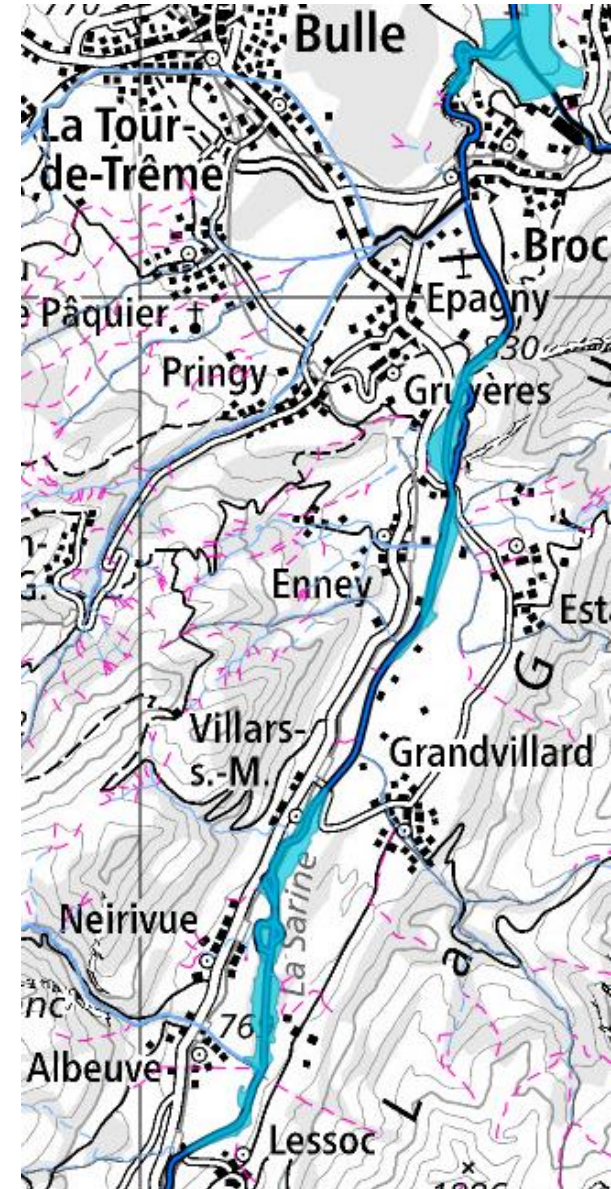




1. INTRODUCTION

ÉTAT ACTUEL DE LA SARINE

- **Tronçon d'étude :**
 - du barrage de Lessoc au Lac de la Gruyère
 - présence de 3 zones alluviales d'importance nationale (en turquoise)
- **Historique**
 - Endiguement **progressif** entre 1915-1960
 - Charriage fortement réduit depuis le barrage (1973)
- **État actuel :**
 - Largeur actuelle 30-35m
 - ➔ incision du lit et déconnexion du lit majeur
 - ➔ évolution vers surfaces de bois dur et forêts non-alluviales



PLANIFICATION STRATÉGIQUE CANTONALE

■ Revitalisation

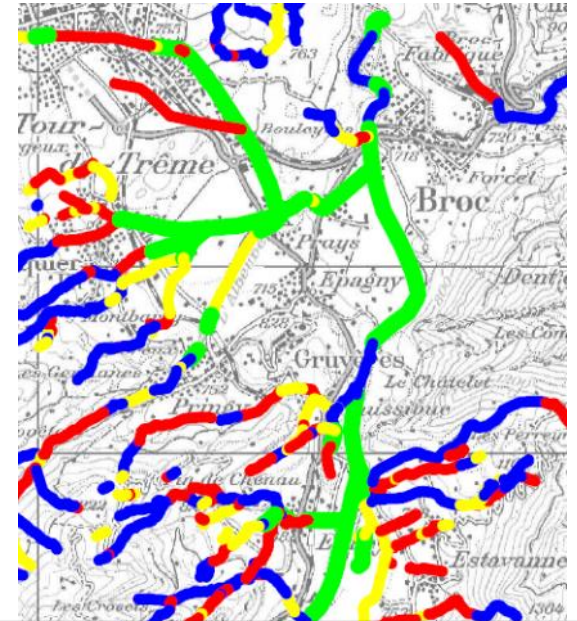
- Présence de 3 ZAIN
- Quelques tronçons naturels / semi-naturels
- Solde du linéaire en **priorité 1**

■ Charriage

- Historiquement 12'000 - 14'000 m³/an
→ aujourd'hui 0 - 5'000 m³/an
- 3 objectifs:
 - A. Dynamique du lit
 - B. Renouvellement du substrat
 - C. **Equilibre alluvial** (relation entre Sarine et zones alluviales)
- Solutions étudiées : apports de graviers, déconfinement des berges et points stables du profil en long)

■ Eclusées

- 2.5 m³/s → 41 m³/s à Lessoc
- Déficits indicateurs piscicoles
- Bon état des indicateurs MZB
- Mesures d'exploitation ou bassin amortisseur



BG PRONAT Charriage

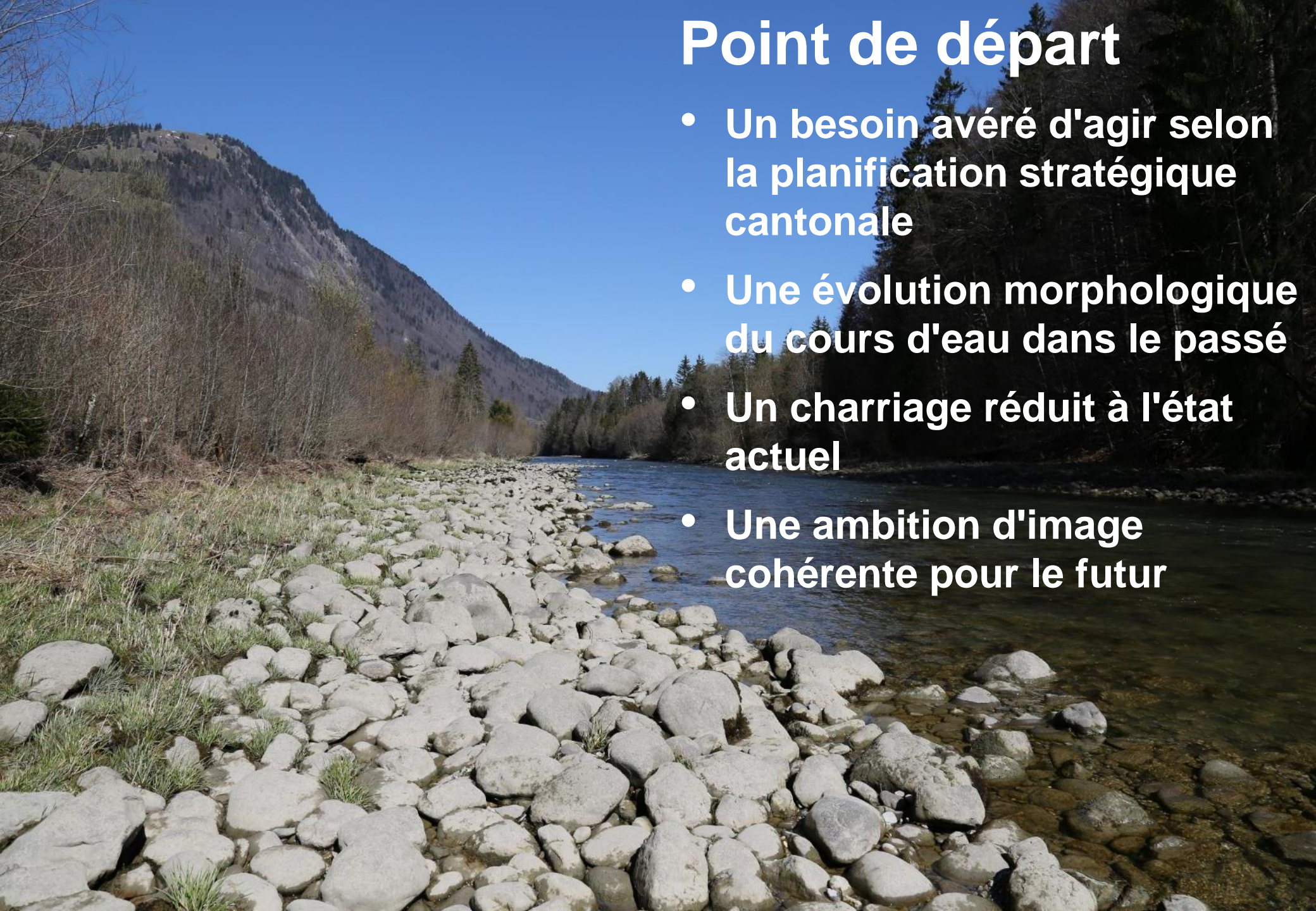
Buts des mesures charriage

- A. Dynamique du lit
- B. Renouvellement du substrat
- C. Équilibre alluvial (relation entre la Sarine et les zones alluviales)

7173 05/RN/16/88P 05 juin 2014 27

Point de départ

- Un besoin avéré d'agir selon la planification stratégique cantonale
- Une évolution morphologique du cours d'eau dans le passé
- Un charriage réduit à l'état actuel
- Une ambition d'image cohérente pour le futur



MANDAT IMAGE DIRECTRICE

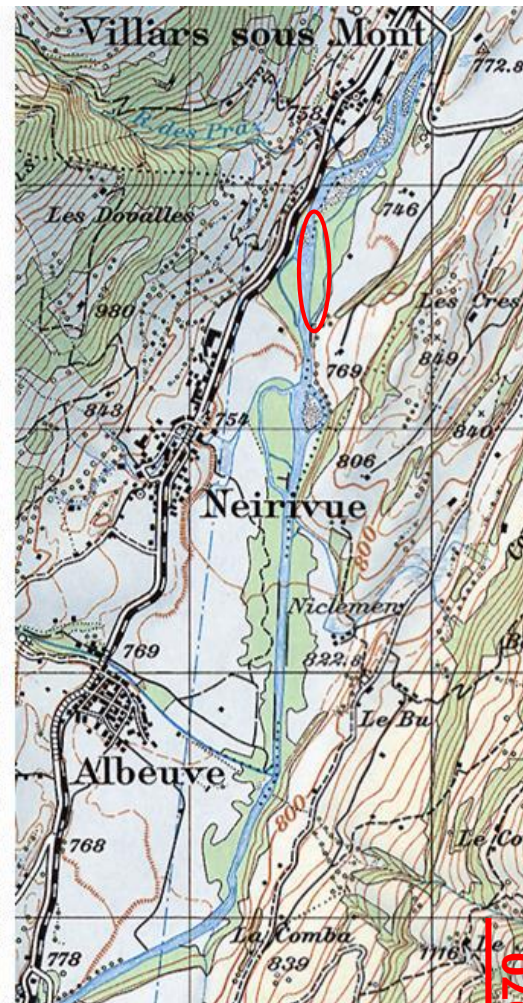
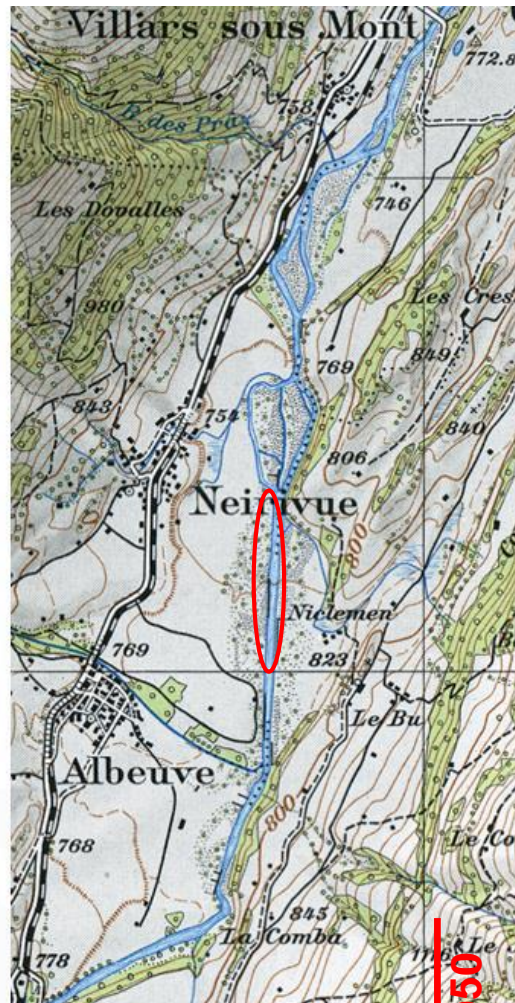
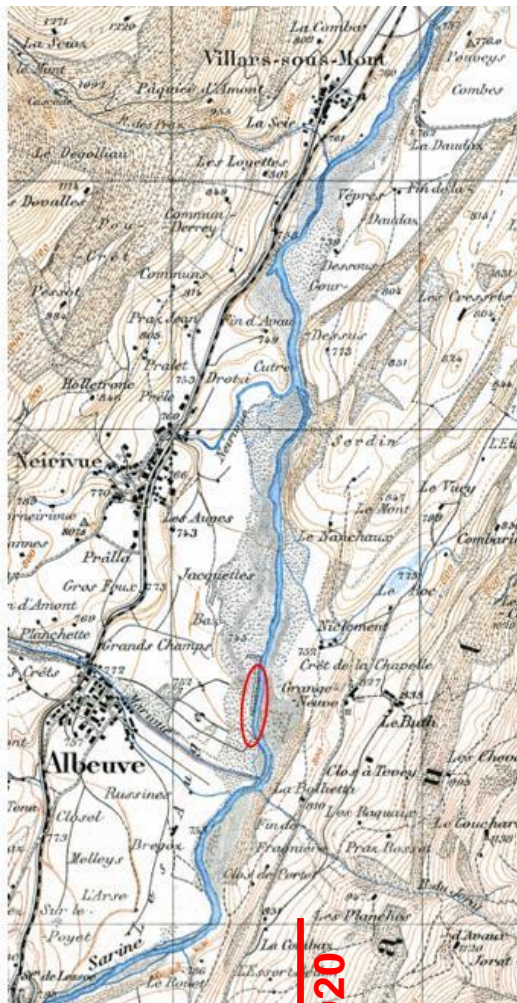
- Mandat commun :
 - **SFN** : Service des forêts et de la nature
 - **SEn** : Service de l'environnement
- Équipe de spécialistes
- Dans l'objectif supérieur d'atteindre à long terme une Sarine proche de l'état naturel





2. EVOLUTION MORPHOLOGIQUE

ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE NEIRIVUE 1920 – 1950 - 1970



Barrage de Lessoc

1973

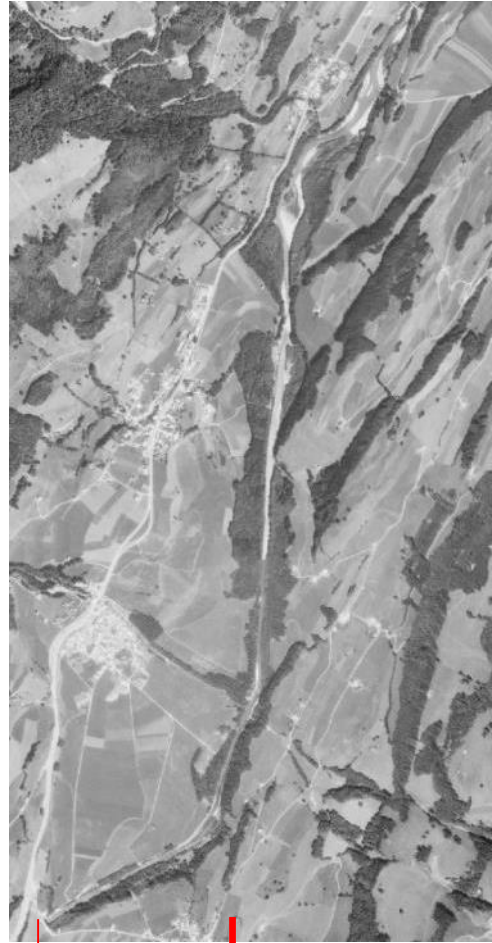


ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE NEIRIVUE

1920 – 1950 - 1970



1946



1973

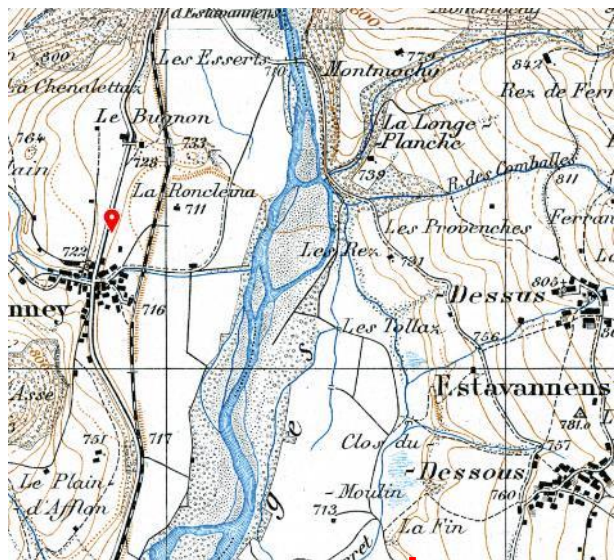
1980



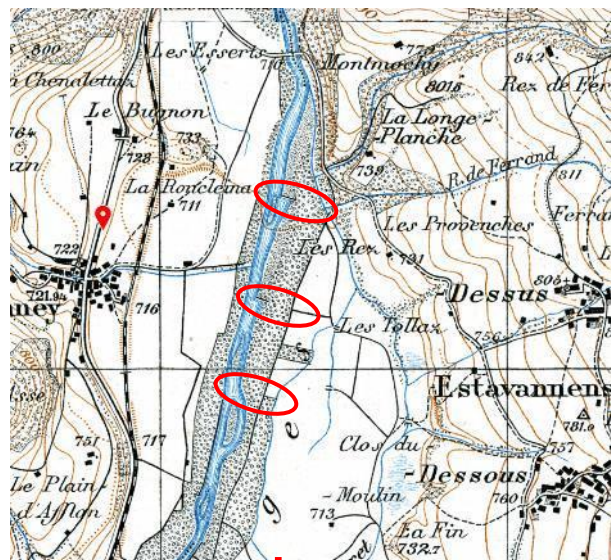
2014



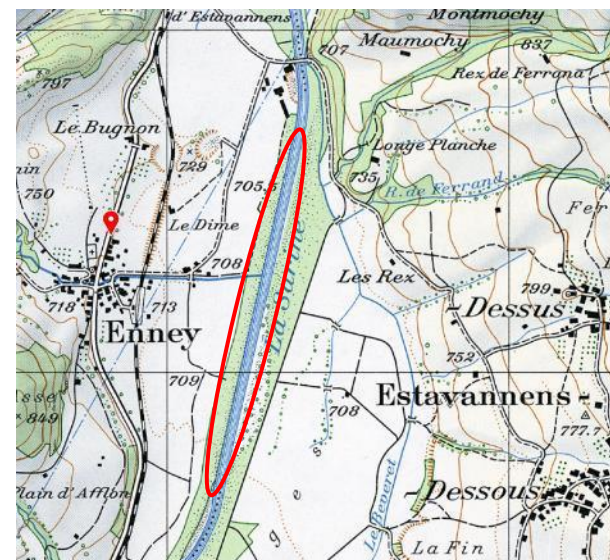
ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE ESTAVANNES 1910-1933-1960



1910



1933



1960

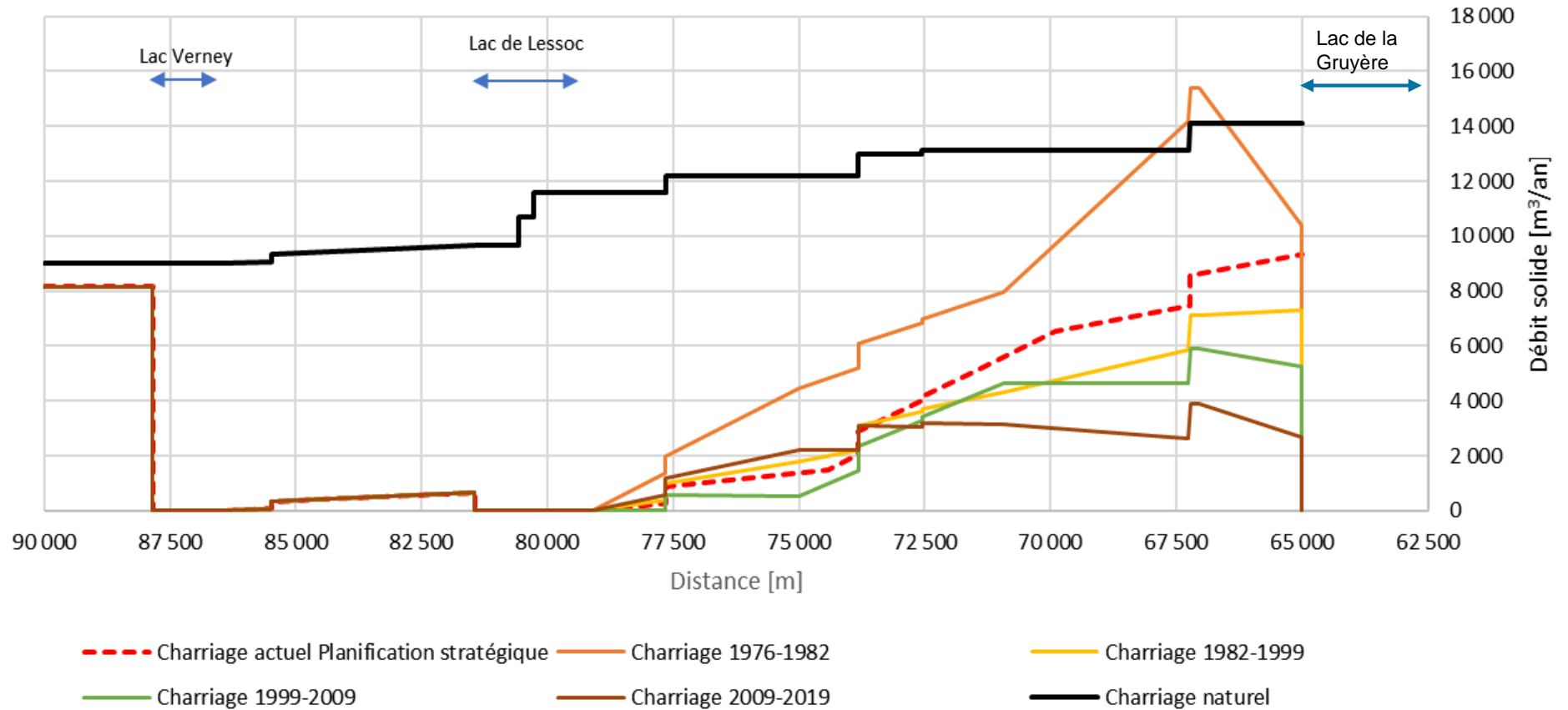
Barrage de Lessoc

1973

t

RÉDUCTION DU CHARRIAGE APRÈS 1973

Profil en long de charriage de la Sarine

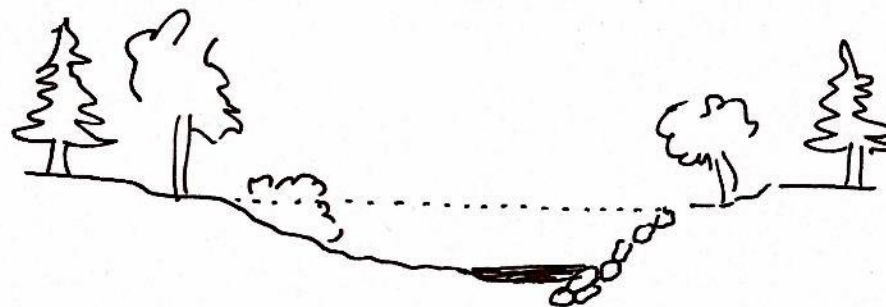


EVOLUTION MORPHOLOGIQUE PROFIL EN TRAVERS TYPE

- **Etat initial**

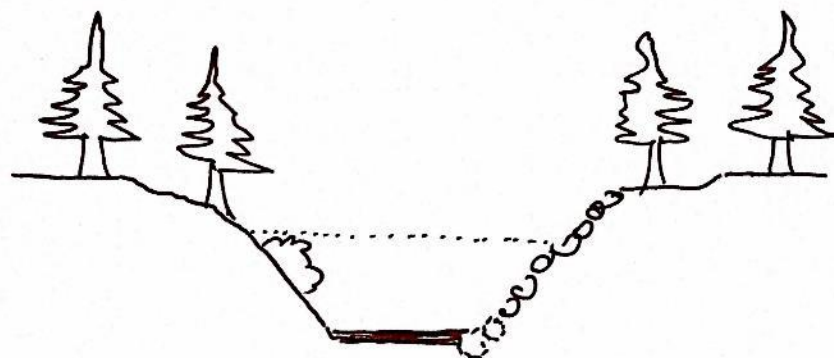


- **Début des corrections**



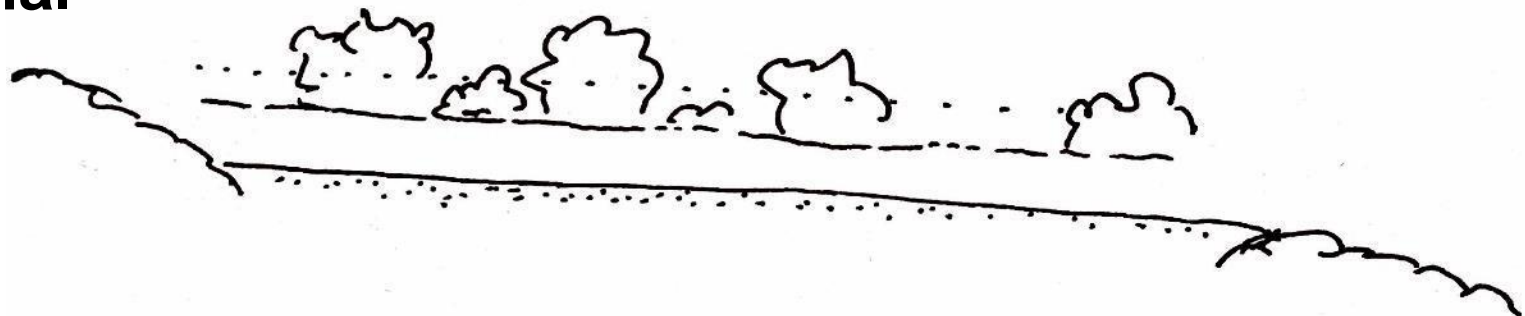
- **Etat actuel**

- **Corrections**
- **Réduction du charriage**



EVOLUTION MORPHOLOGIQUE PROFIL EN LONG TYPE SECTEUR ALLUVIAL

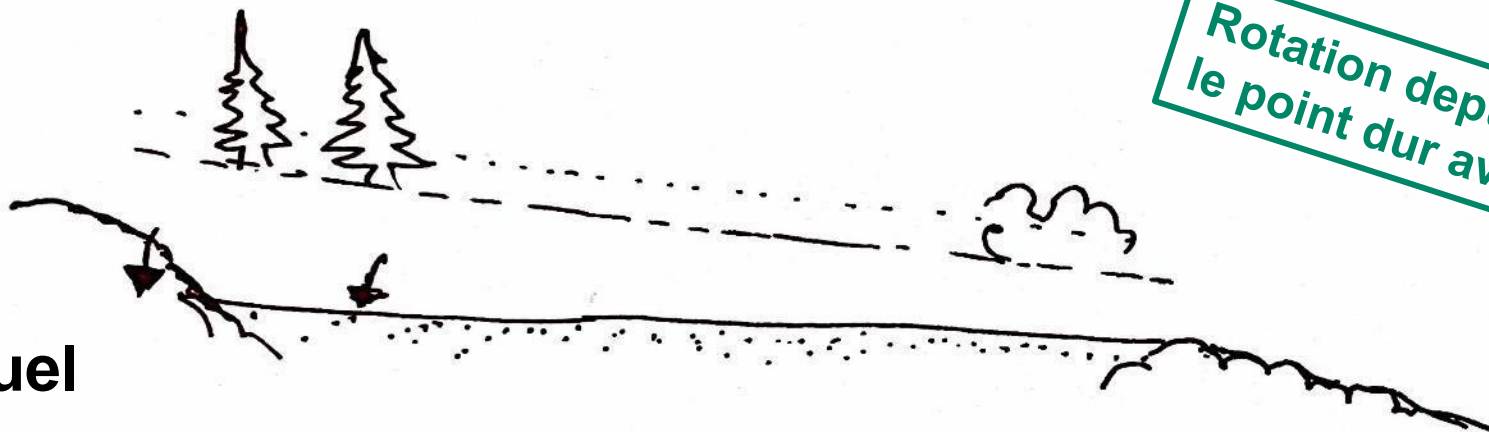
■ Etat initial



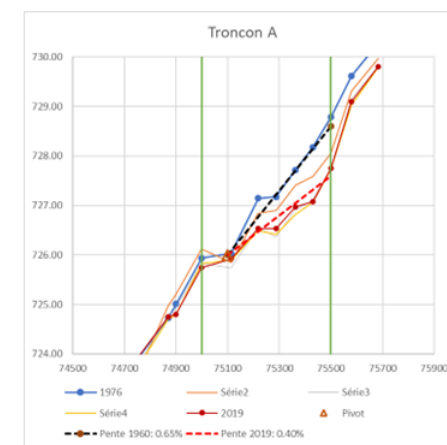
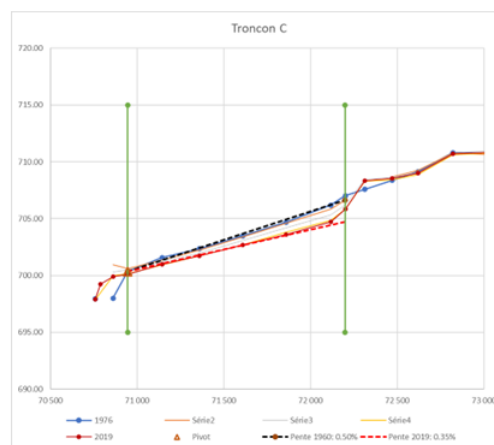
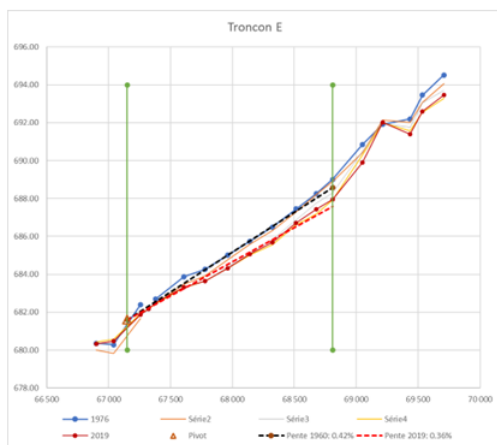
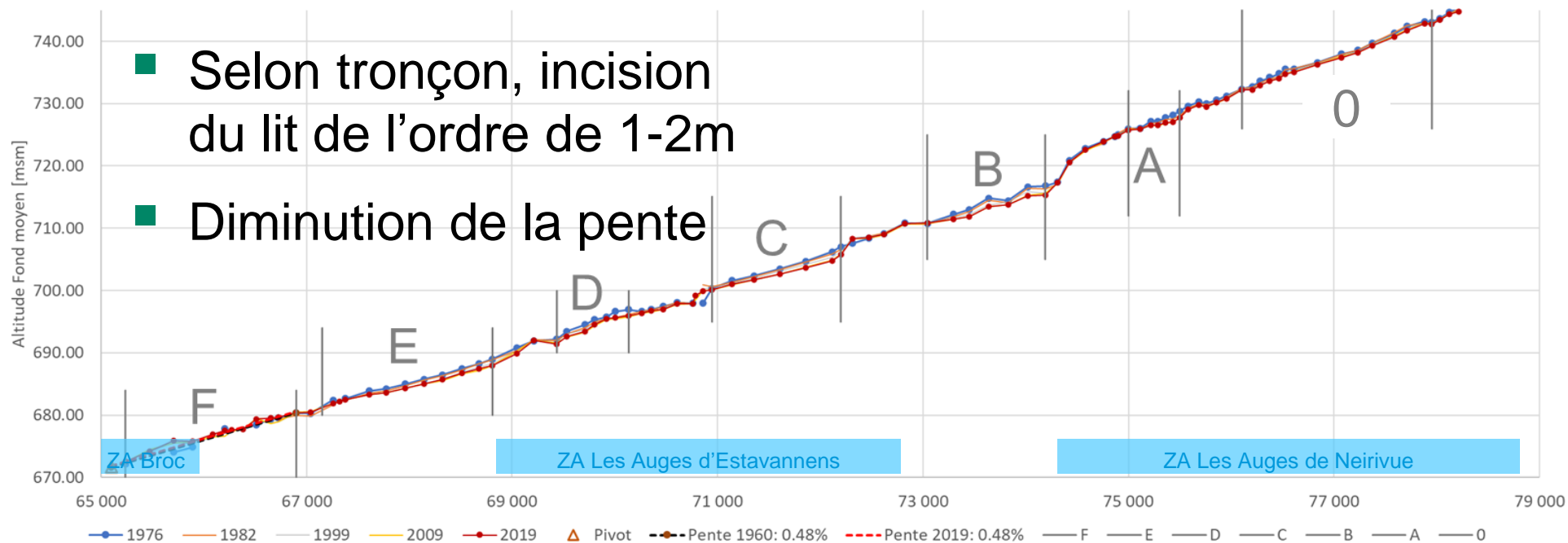
Rotation depuis
le point dur aval

■ Etat actuel

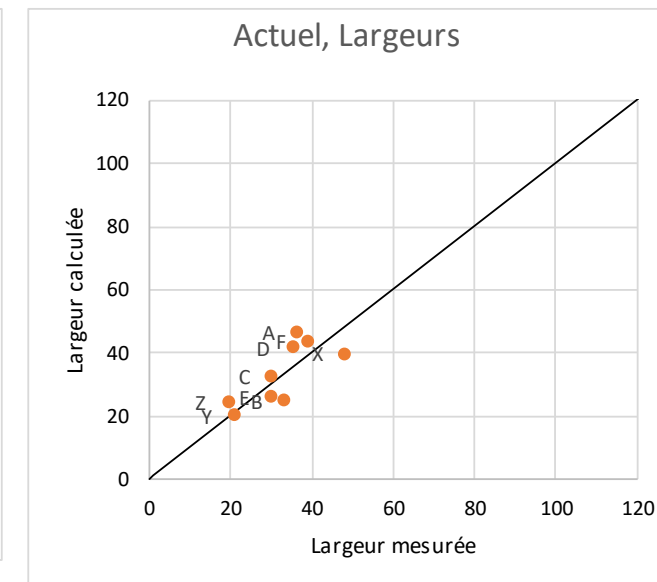
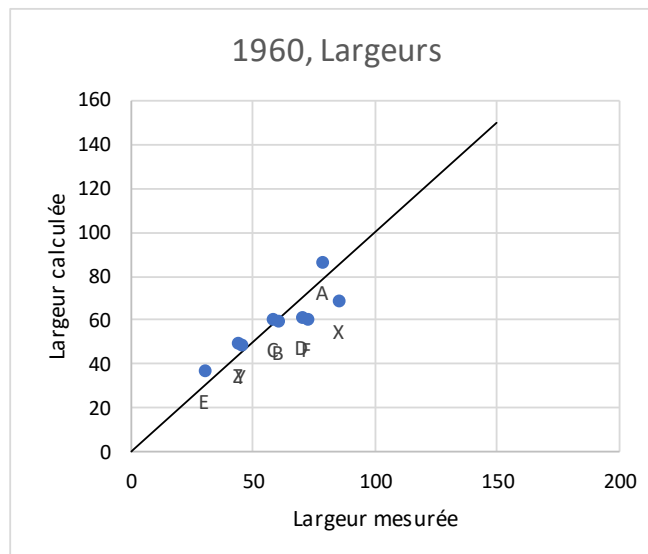
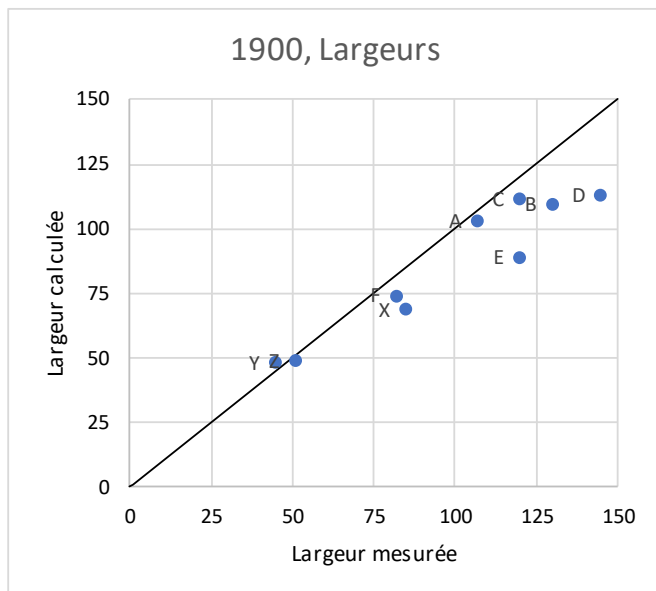
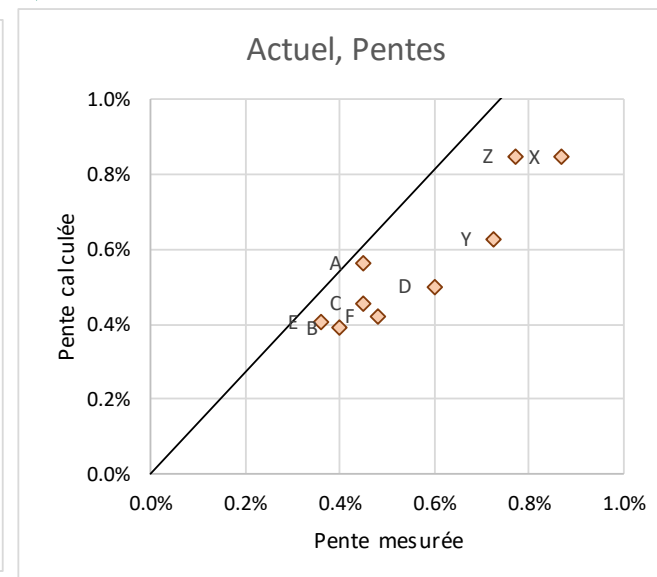
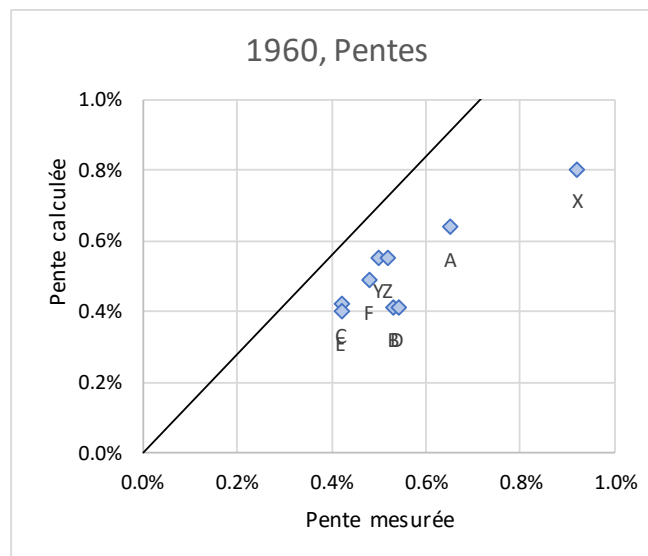
- Corrections
- Réduction du charriage



PROFIL EN LONG ASSAINISSEMENT CHARRIAGE

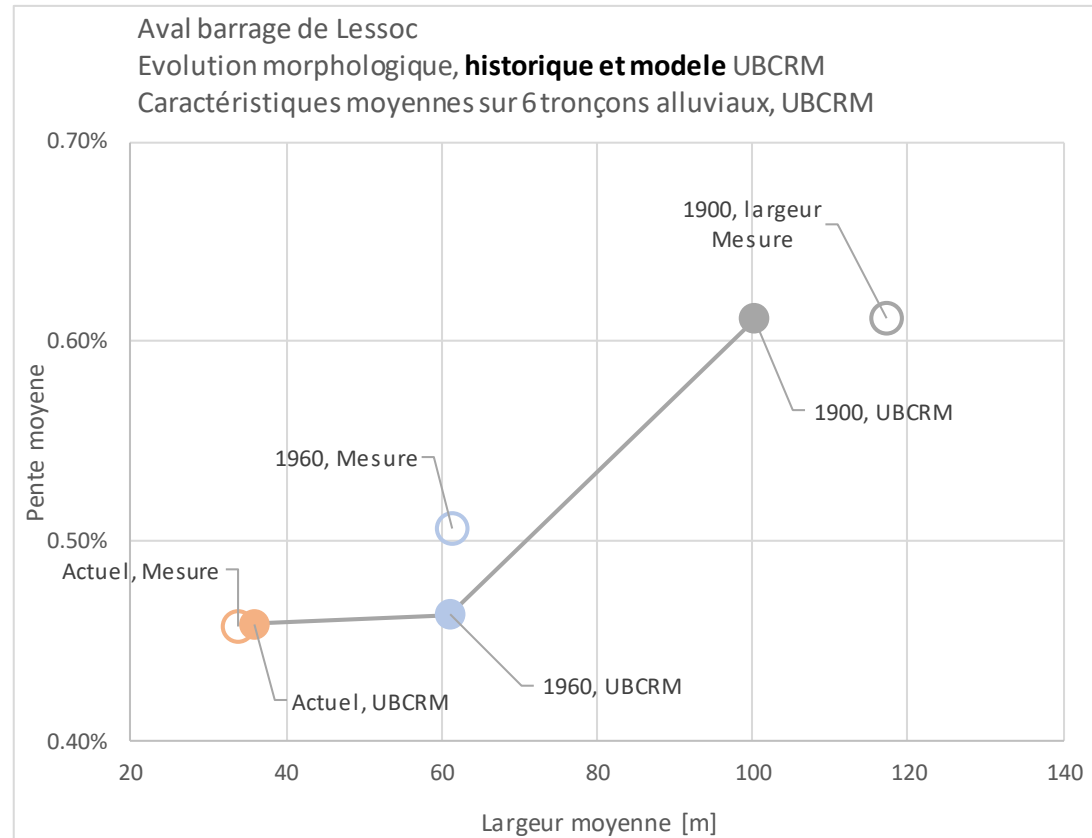


UBCRM - VALIDATION ETATS 1900, 1960 ET ACTUEL



COMPARAISON MODÈLE UBCRM ET MESURES

- **Représentation synthétique (valeurs moyennes des 6 tronçons)**
Etat 1900 : pas de mesure de pente → point avec pente selon modèle



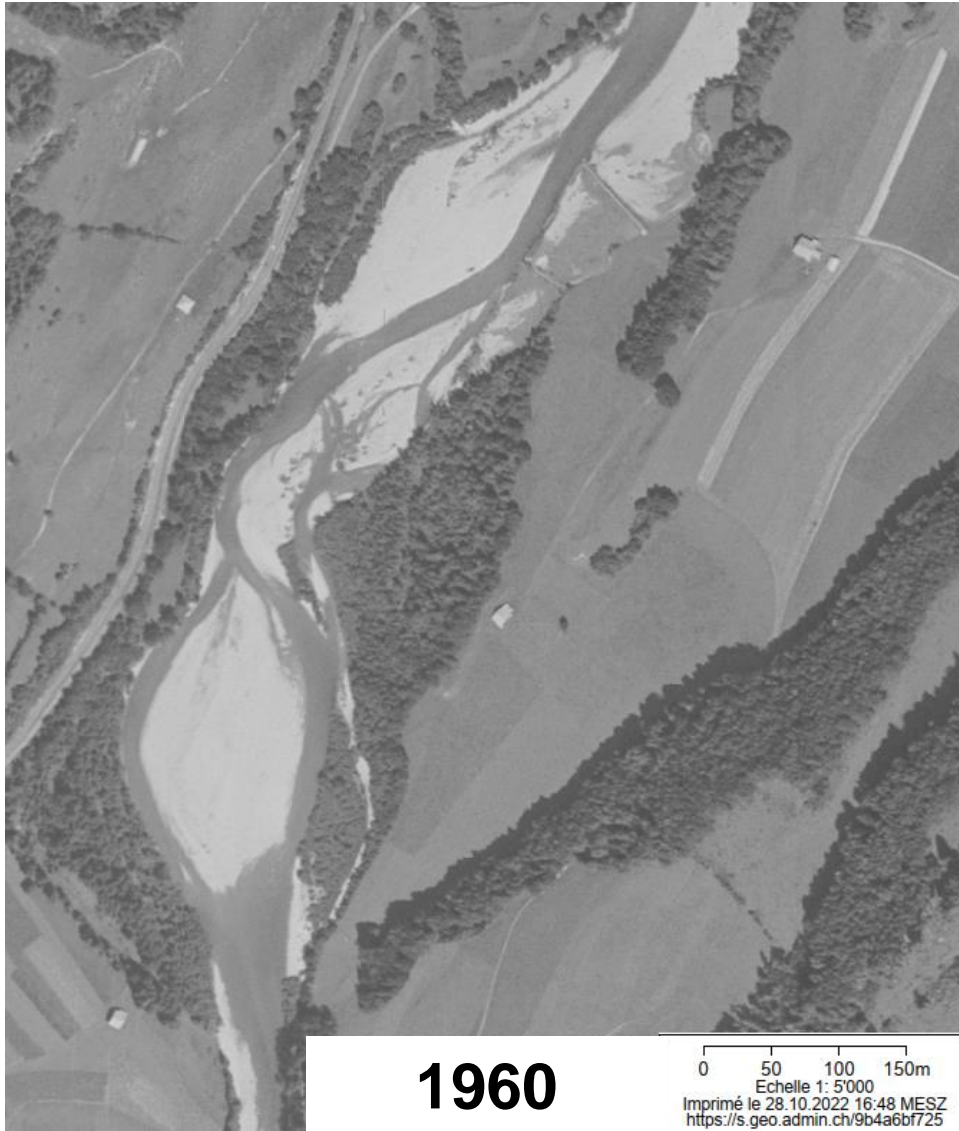
- **Pronostic de largeur globalement satisfaisant**
- **Tendance d'évolution de la pente correcte**



2001

3. INCIDENCES SUR ZONES ALLUVIALES

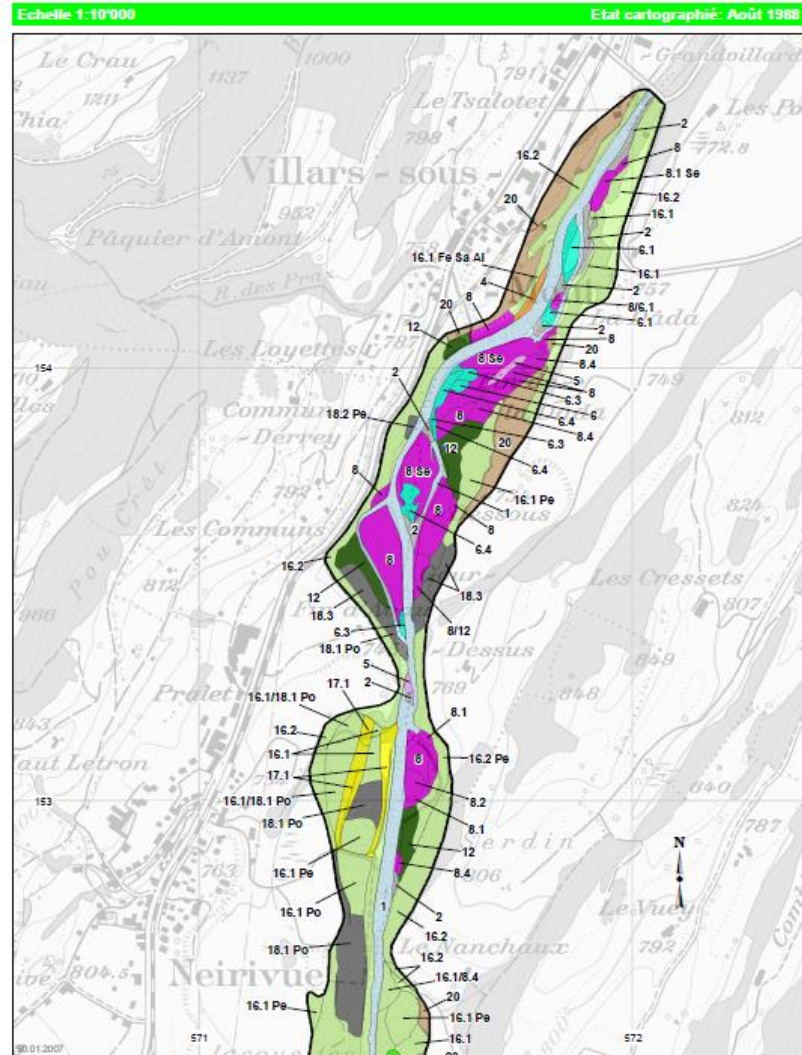
EXEMPLE D'ÉVOLUTION DANS SECTEUR A



ETAT DE LA VÉGÉTATION (1988) - AVAL ZA

Cartographie des zones alluviales d'importance nationale
66a Les Auges de Neirivue

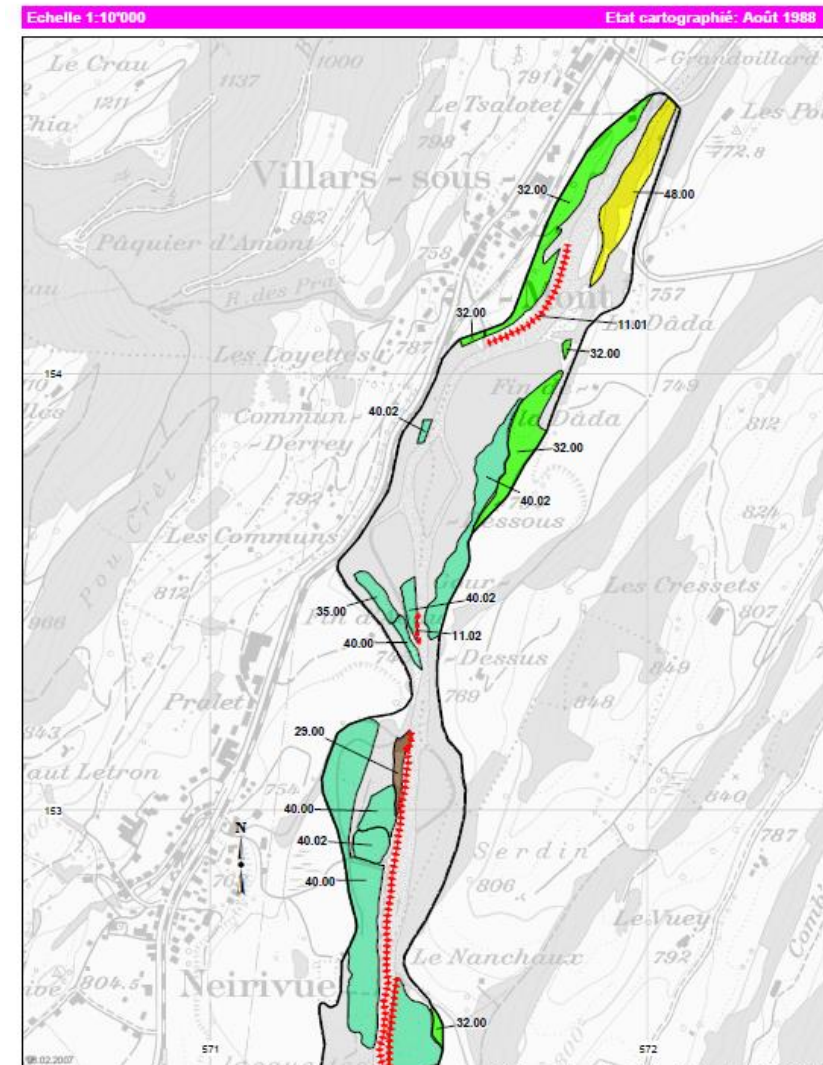
VEGETATION
FR



Surface: 83.5 ha Altitude: 750 m/M Auteur: P. Grosvernier, A. Perrenoud
Réalisation
Laboratoire d'écologie végétale de l'Université de Neuchâtel
INGENIEUR PAR NATURE

Cartographie des zones alluviales d'importance nationale
66a Les Auges de Neirivue

ACTIVITES ET ATTEINTES
FR



Surface: 83.5 ha Altitude: 750 m/M Auteur: P. Grosvernier, A. Perrenoud
Réalisation
Laboratoire d'écologie végétale de l'Université de Neuchâtel

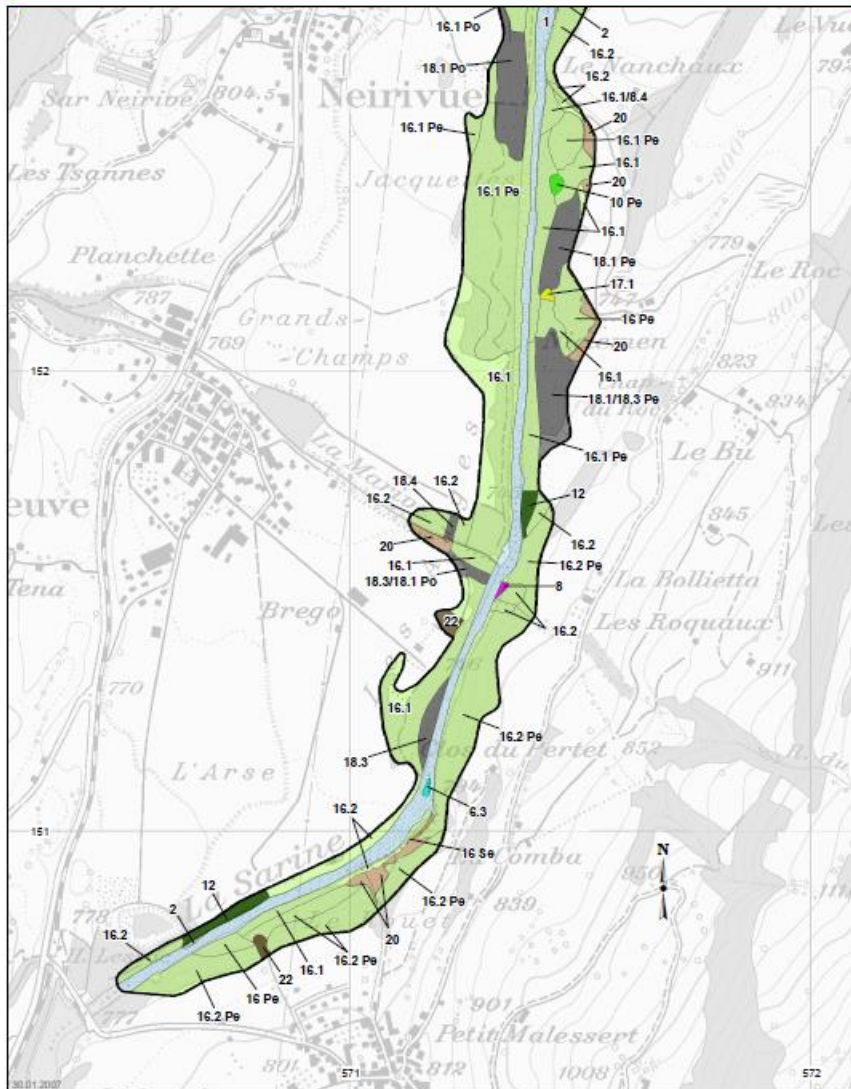
ETAT DE LA VÉGÉTATION (1988) - AMONT ZA

Cartographie des zones alluviales d'importance nationale
66b Les Auges de Neirivue

VEGETATION
FR

Echelle 1:10'000

Etat cartographié: Août 1988



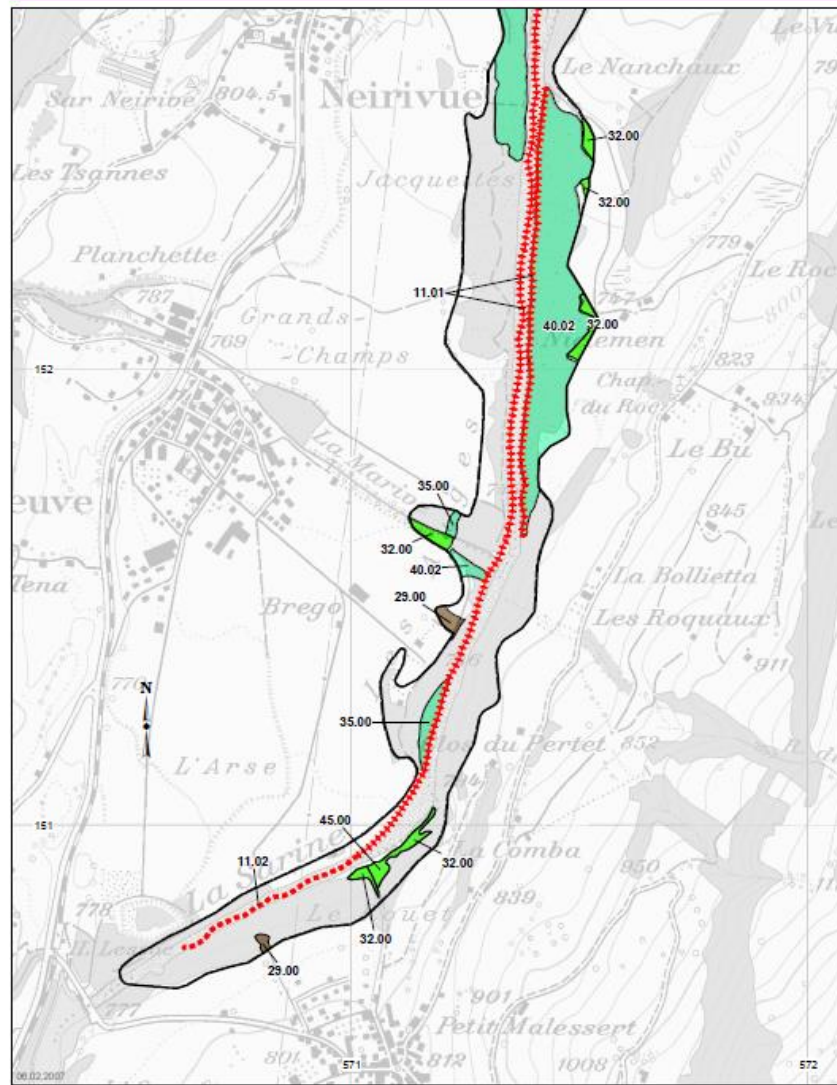
Surface: 83.5 ha Altitude: 750 m/M Auteur: P. Grosvernier, A. Perrenoud
PK25, reproduit avec l'autorisation de Swisstopo (BA067794)

Cartographie des zones alluviales d'importance nationale
66b Les Auges de Neirivue

ACTIVITES ET ATTEINTES
FR

Echelle 1:10'000

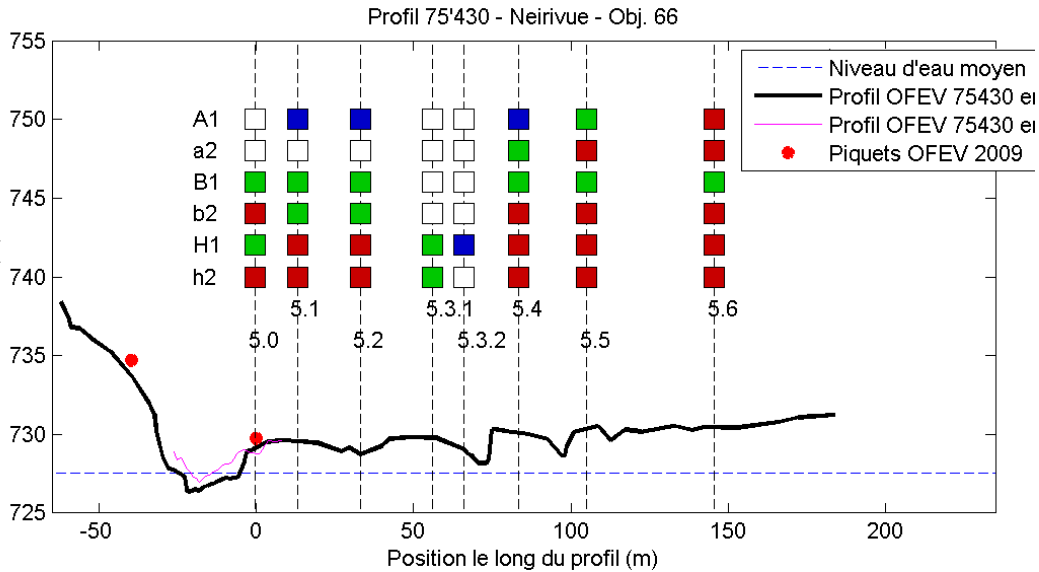
Etat cartographié: Août 1988



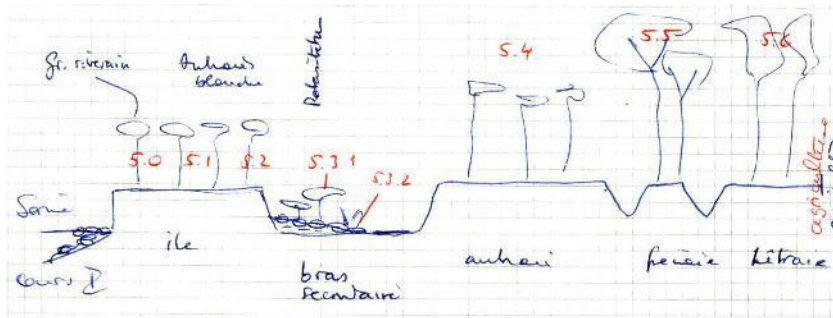
Surface: 83.5 ha Altitude: 750 m/M Auteur: P. Grosvernier, A. Perrenoud
PK25, reproduit avec l'autorisation de Swisstopo (BA067794)

PROFILS DE VÉGÉTATION (2014)

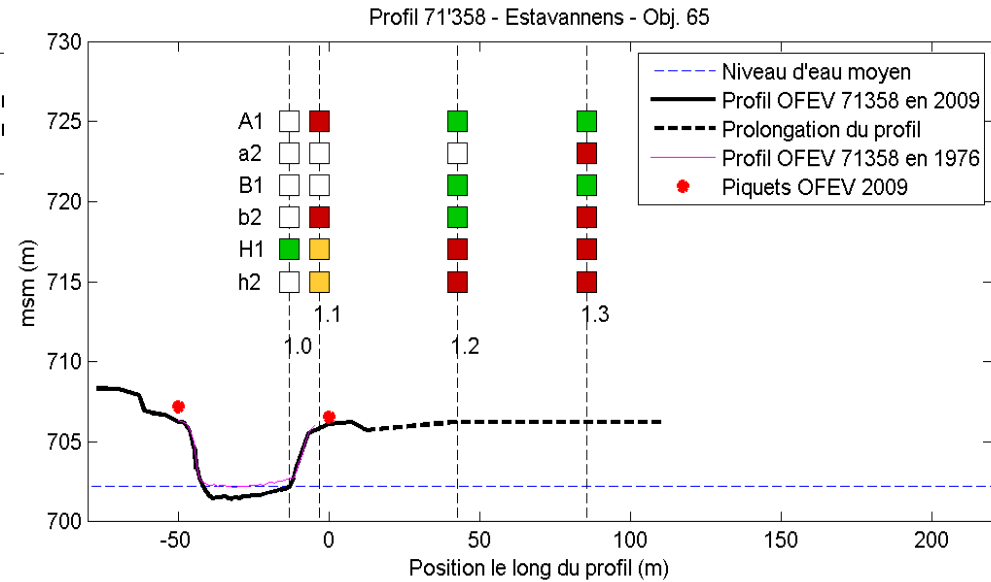
AVAL ZA : morphologie peu altérée Les Auges de Neirivue. Profils et homécies



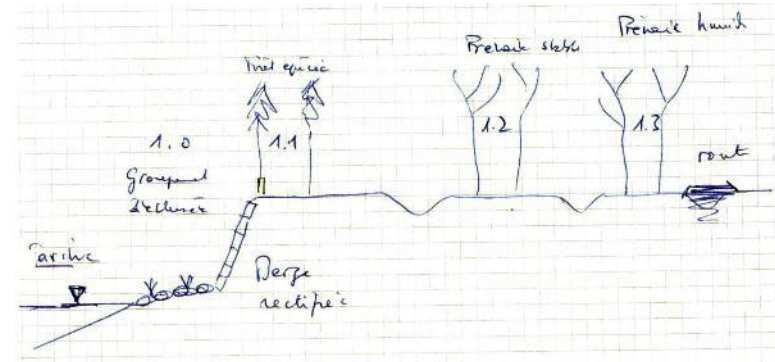
Esquisse du profil



AMONT ZA : Lit étroit, fortement incisé Les Auges d'Estavannens. Profils et homécies



Esquisse du profil



1987



1990. SAULAIES, AULNAIES BLANCHES



FRÊNAIE





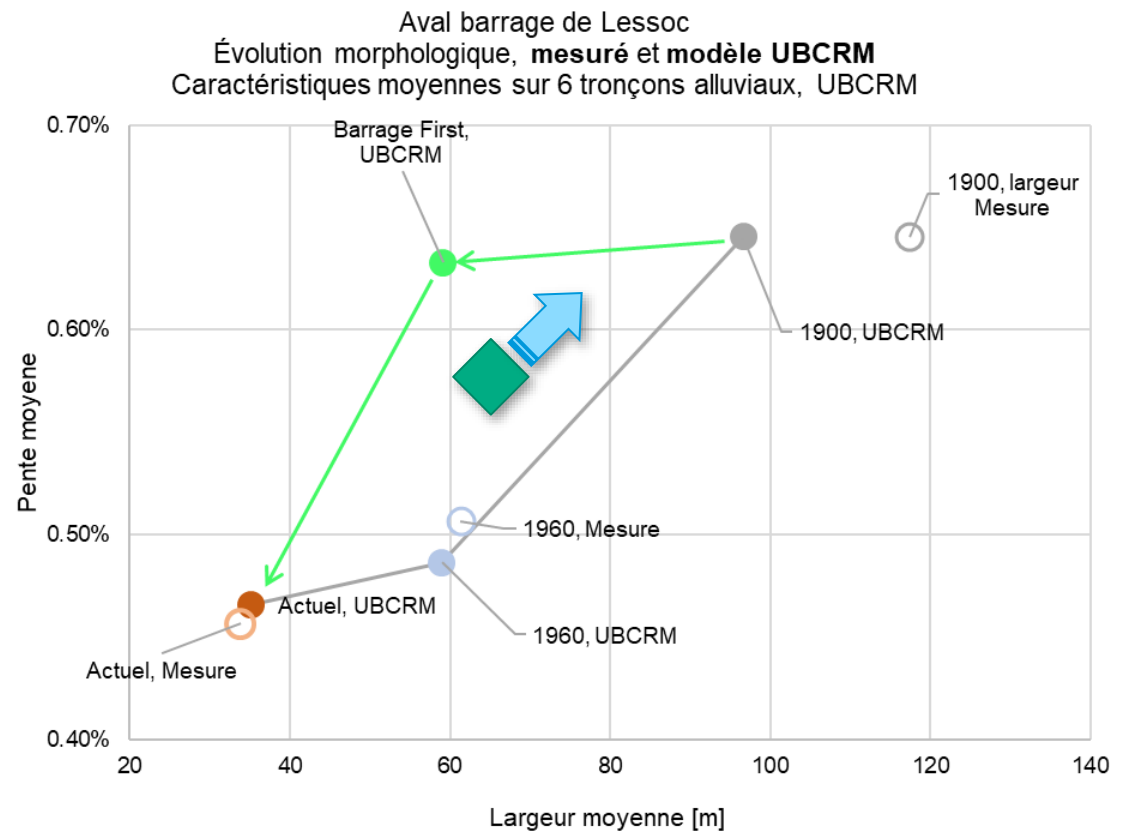




4. ASSAINISSEMENT DU CHARRIAGE

LARGEURS ET PENTES CIBLES

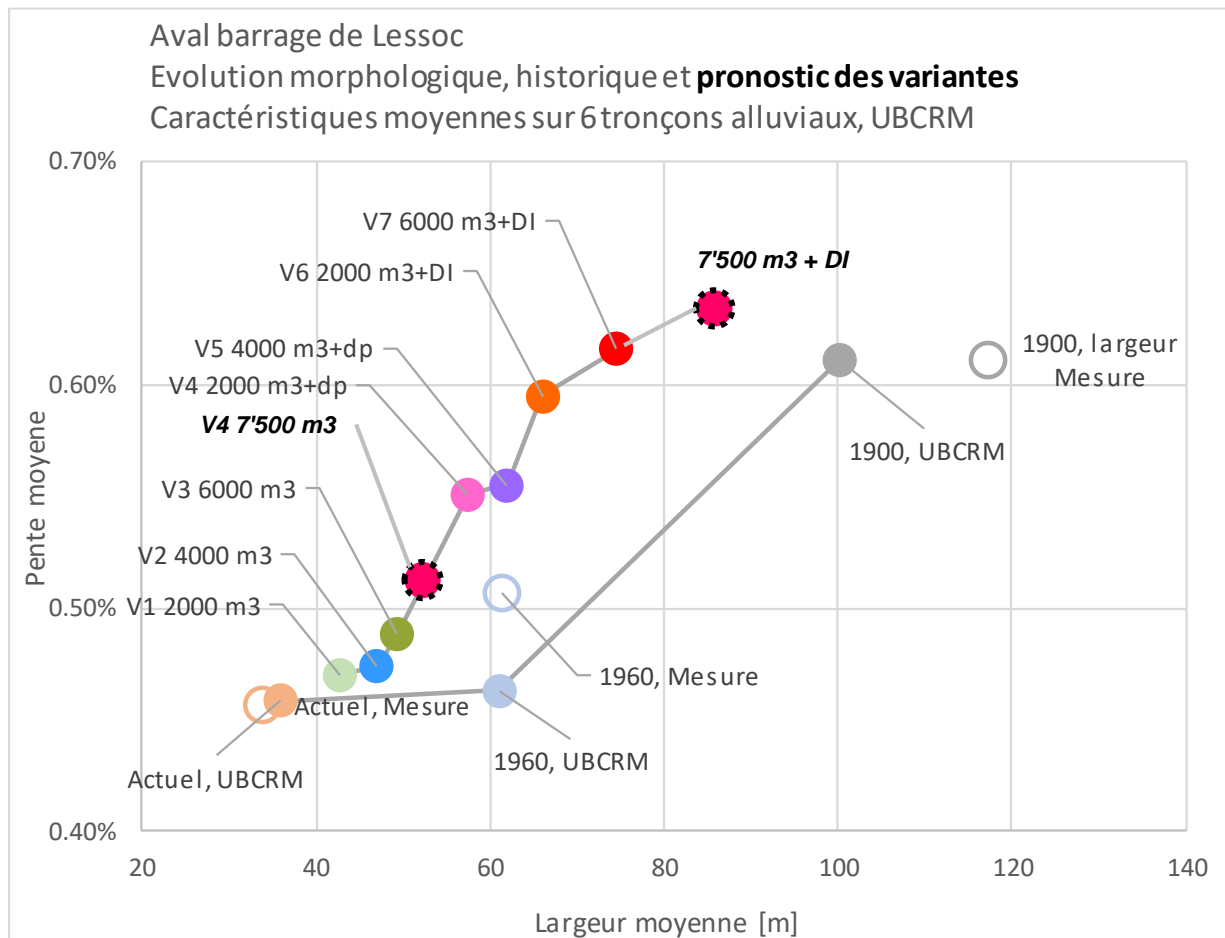
- Historiques : L_{nat} entre **114 et 200 m**
(sauf secteurs contraints par la topologie)
- Actuelles : **30 à 35 m**
- Après assainissement du charriage : **54 à 82 m**
(selon secteur et pente à rétablir) ◆
- A très long terme avec ID :
localement vers L_{nat} ➡



MÉTHODE UBCRM : PRONOSTIC MORPHOLOGIQUE DE VARIANTES

■ Synthèse et discussion méthode UBCRM

- L'apport de matériaux :
 - À une influence limitée sur la largeur et
 - faible sur la pente
 - Une certaine quantité est nécessaire pour l'objectif **substrat** !
- Le décorsetage
 - paraît efficace pour les deux aspects
 - répond à l'objectif style morphologique



EFFET DES ÉCLUSÉES (SUR LE CHARRIAGE)



Auges de Neirivue

Depuis pont
de la ZI Enney

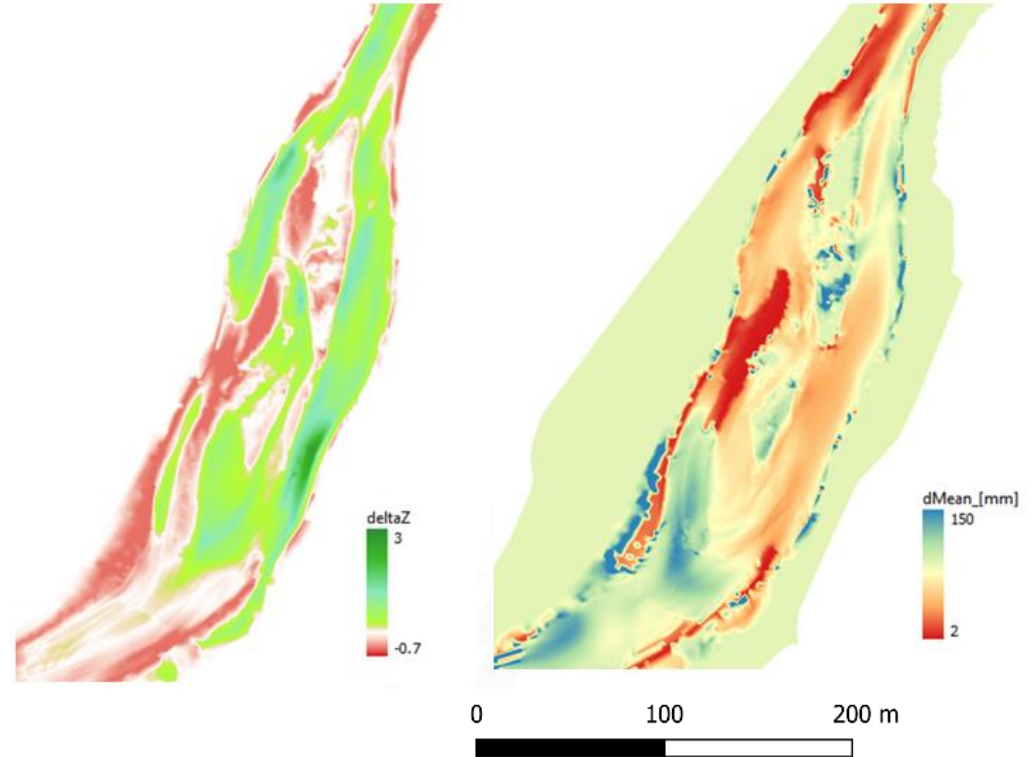
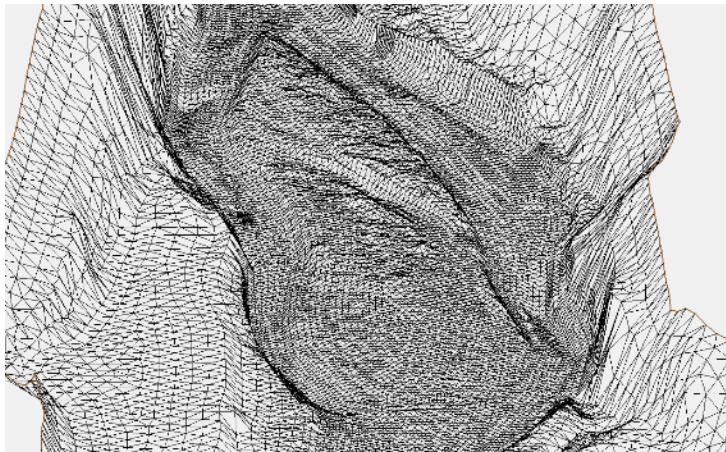
Amplification du manque de
substrat "fin" par lessivage

Diminution du phénomène dans la
partie aval et/ou aux endroits plus
fortement structurés



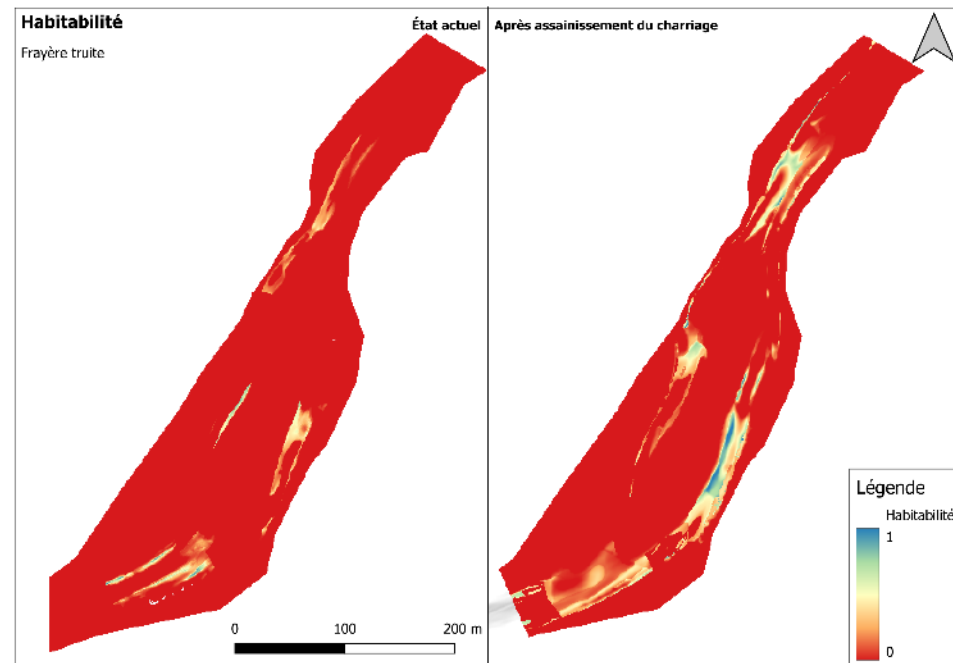
SYNERGIE CHARRIAGE - ÉCLUSÉES

- Modélisation de séquences morphogènes avec apports en sédiments
- Pronostic de l'évolution du lit
 - Micro-morphologie
 - granulométrie



SYNERGIE CHARRIAGE - ÉCLUSÉES

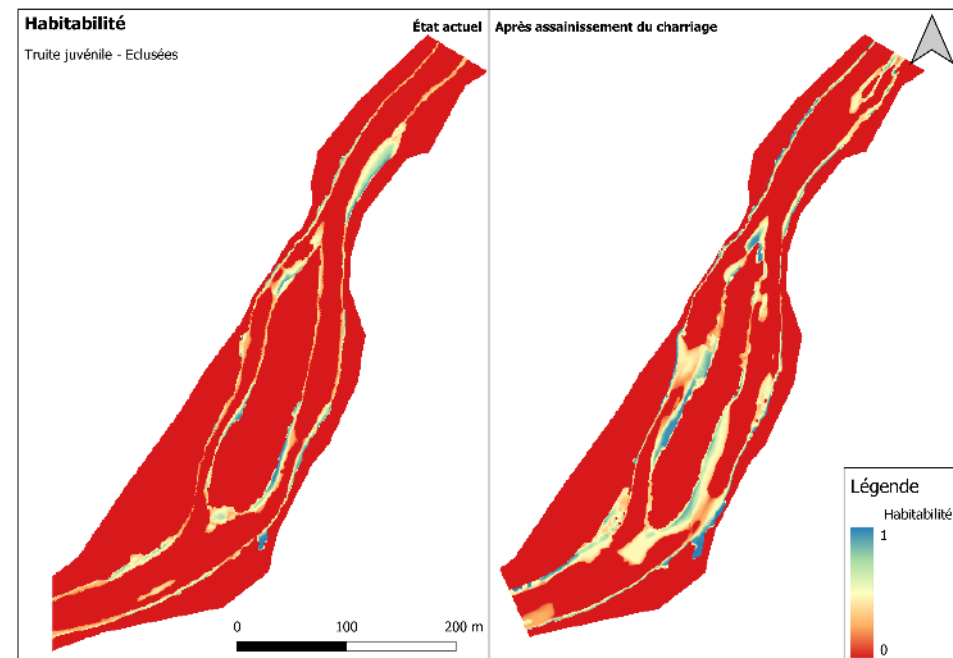
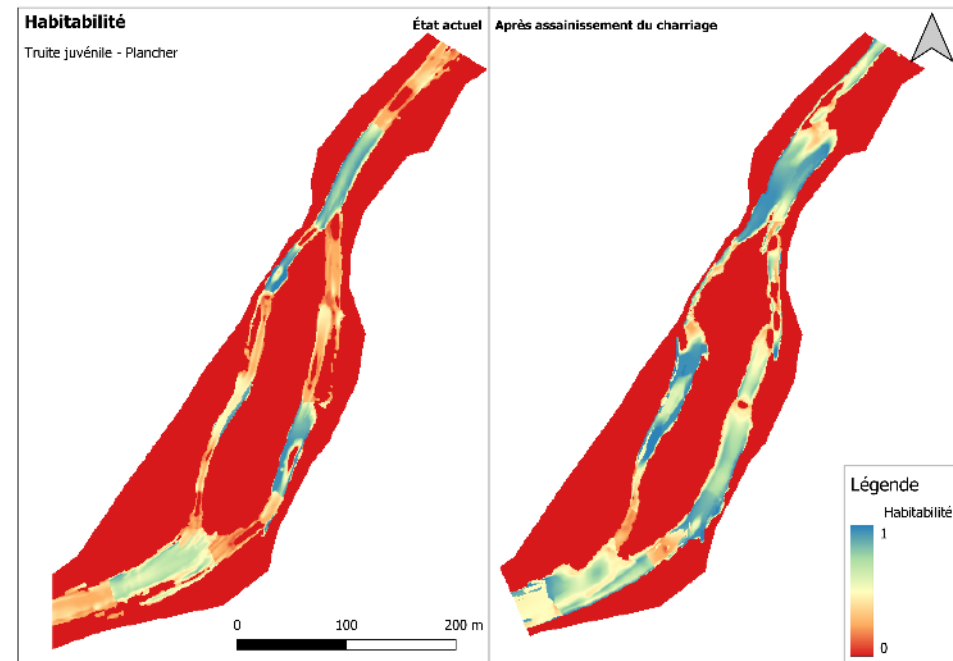
- Amélioration des indicateurs :
- Frayère (indicateur P3*)
 - Surfaces utilisables sont limitées par l'absence de substrat adéquat.
 - Indicateur amélioré sans changement des éclusées



Tronçon 3 aval		Truite	Ombre
Surface de référence [m ²]		803	516
État actuel	Surface habitable [m ²]	419	40
	Perte de surface [%]	47.8	92.2
	Classe	Moyen	Mauvais
État assaini	Surface habitable [m ²]	1962	604
	Perte (négatif = gain) de surface [%]	-144	-17
	Classe	Excellent	Excellent

SYNERGIE CHARRIAGE - ÉCLUSÉES

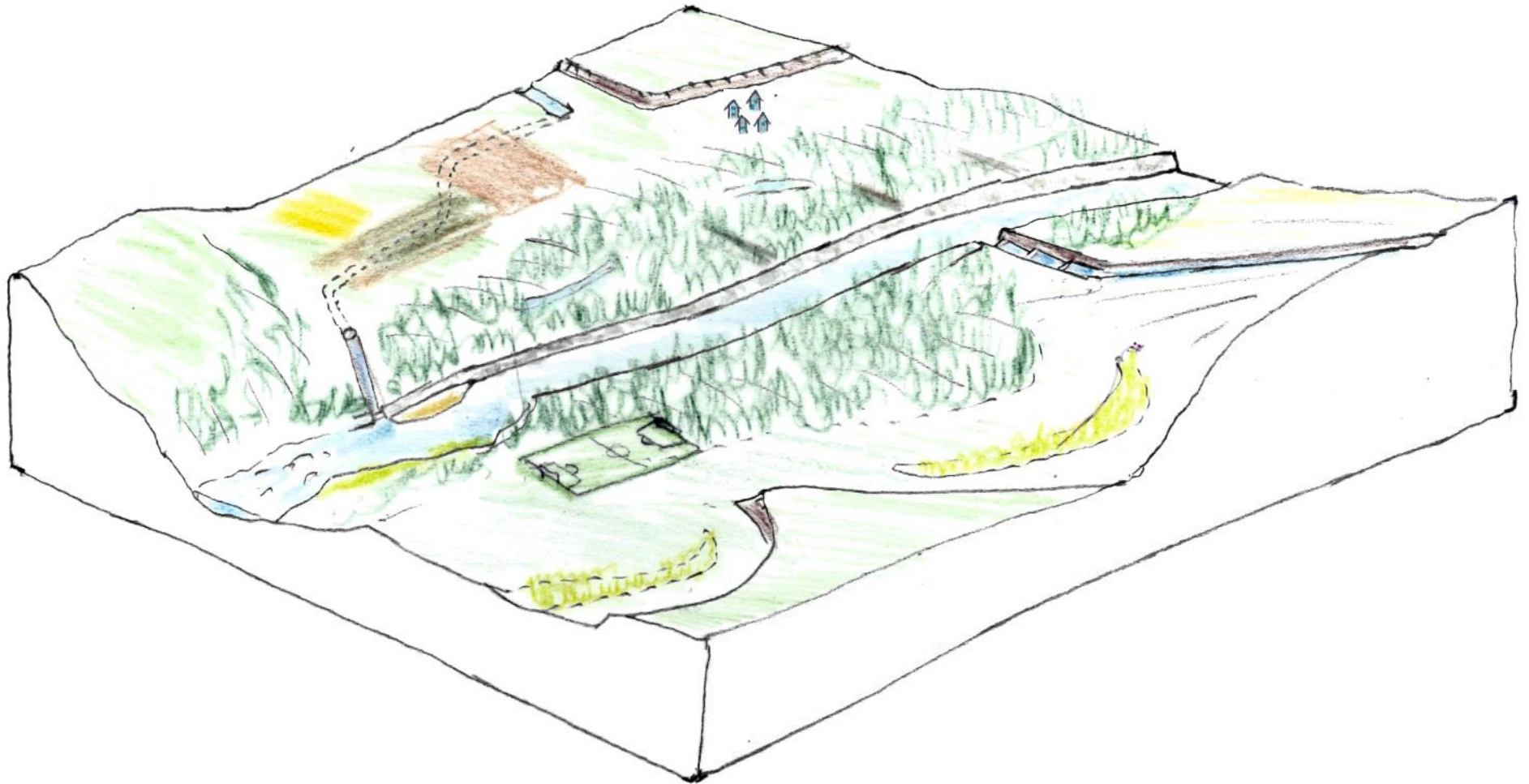
- Amélioration des indicateurs :
- Habitabilité poissons (P6)
- Exemple Truite juvénile:
 - Débit plancher
 - Débit d'éclusee
- ➔ Surfaces habitables
- ➔ Distances plancher-éclusees
- Morphologie plus tolérante



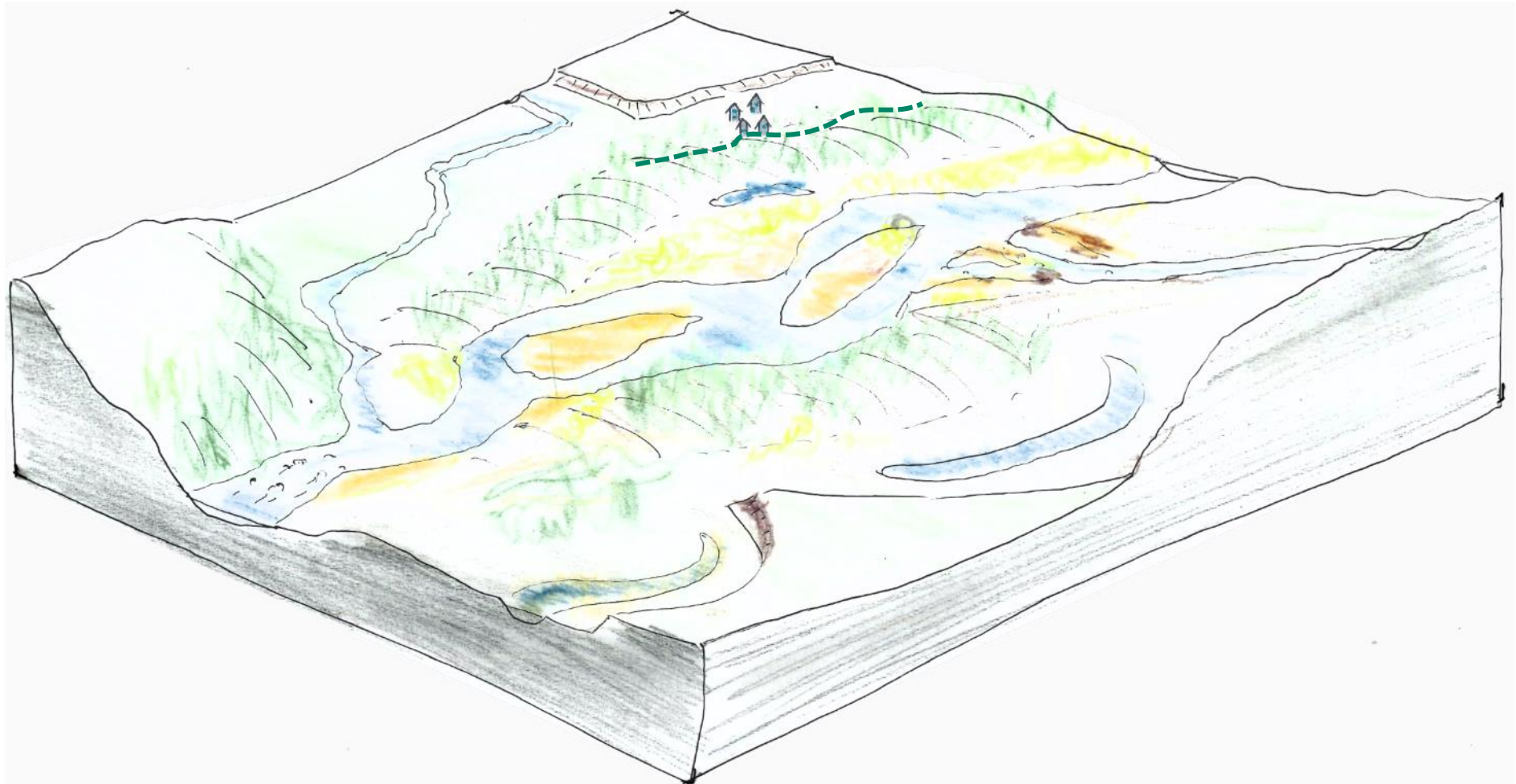


5. IMAGE DIRECTRICE

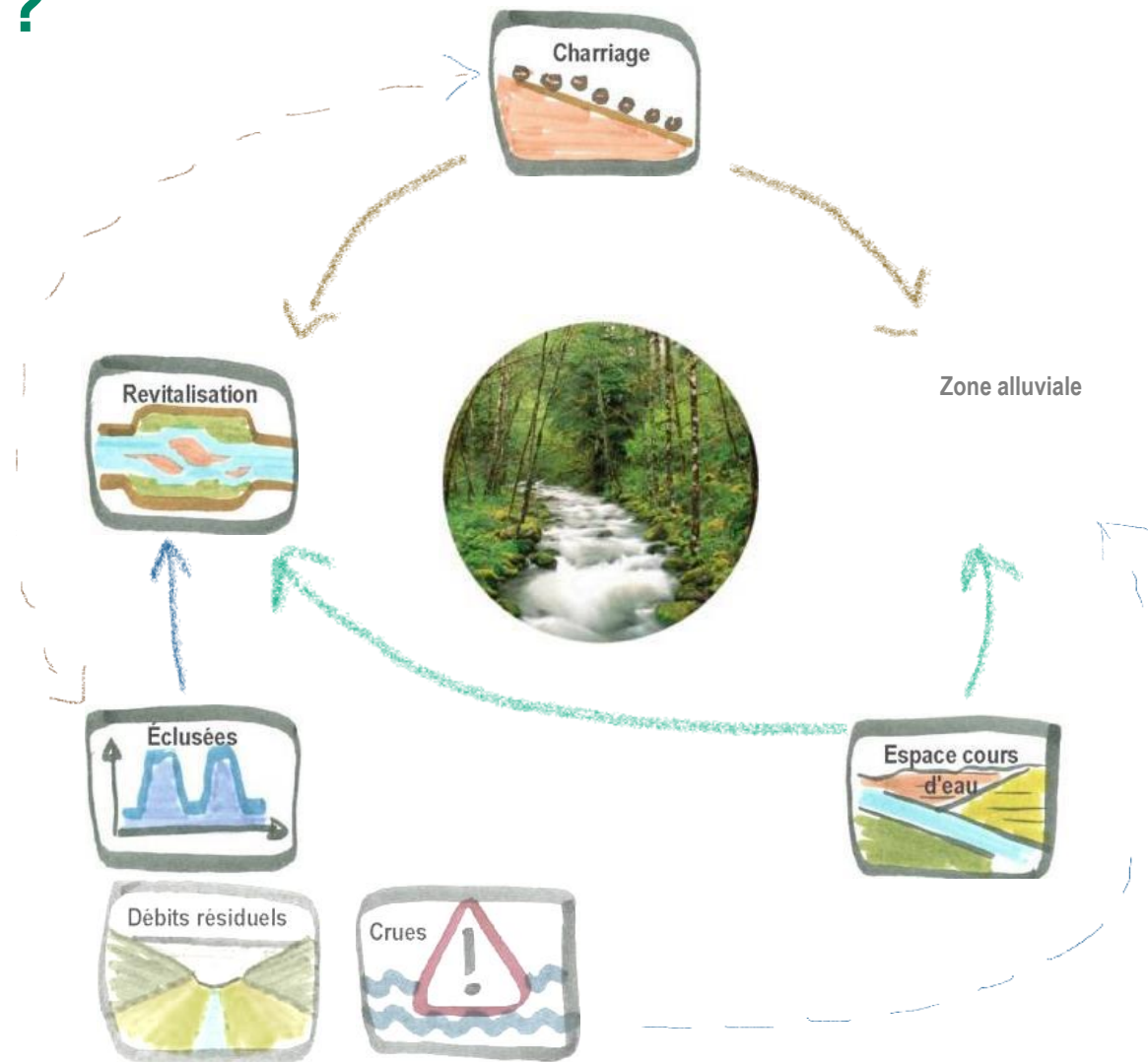
COMMENT PASSER DE L'IMAGE ÉTAT ACTUEL ...



A L'IMAGE DIRECTRICE ?



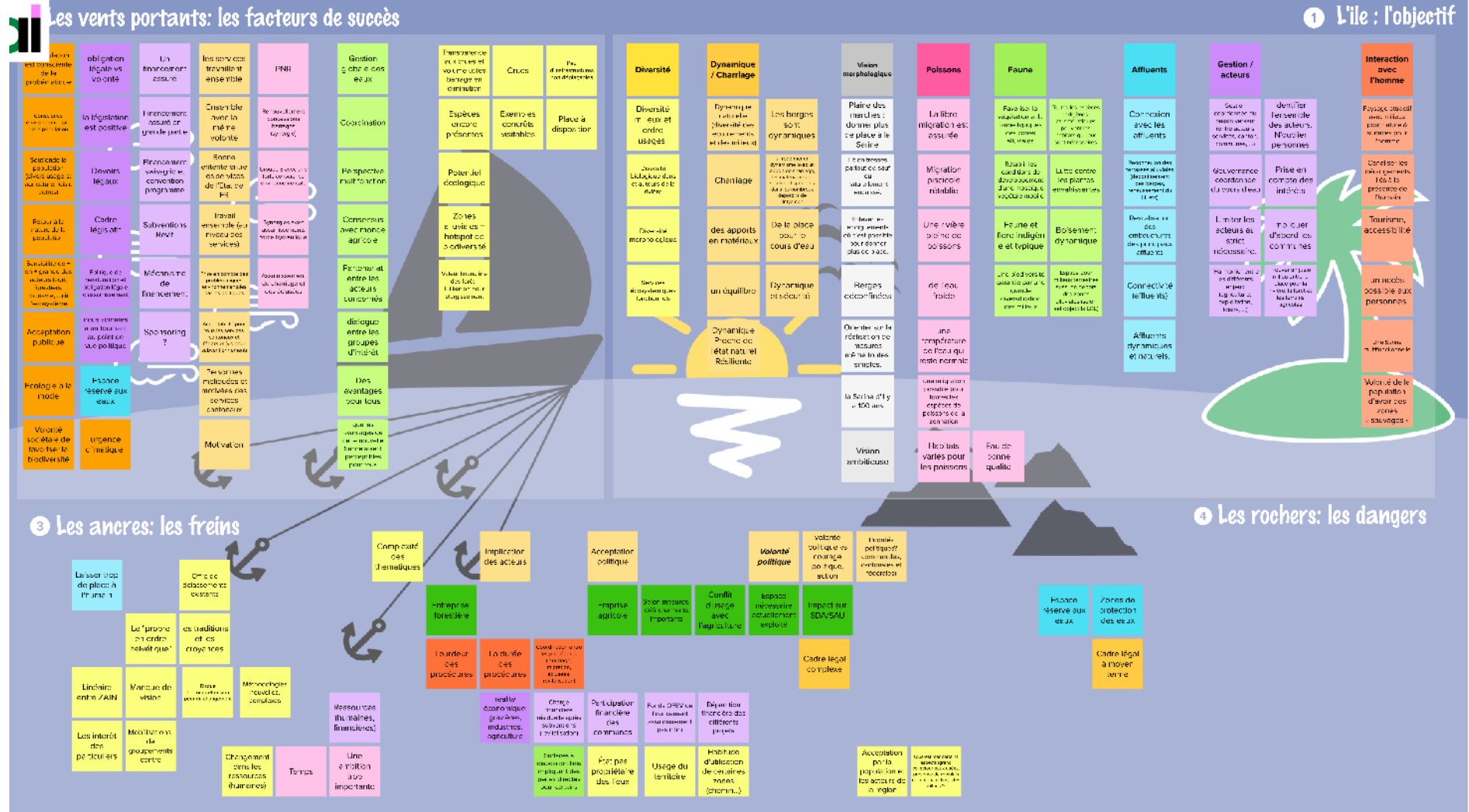
QUI IMPACTE QUOI ?



l'Image Directrice coordonne tous ces thèmes!

ATELIER INTER-SERVICES

1 - VISION GLOBALE



ATELIER INTER-SERVICES

2 - VISION LOCALE

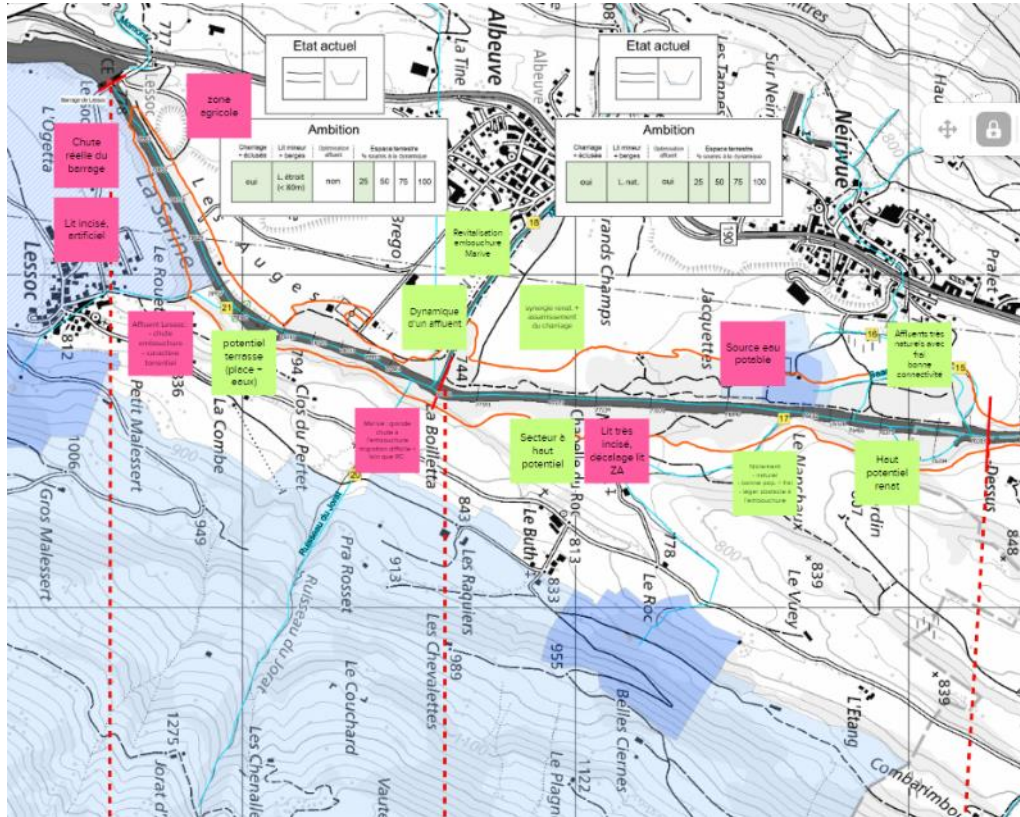
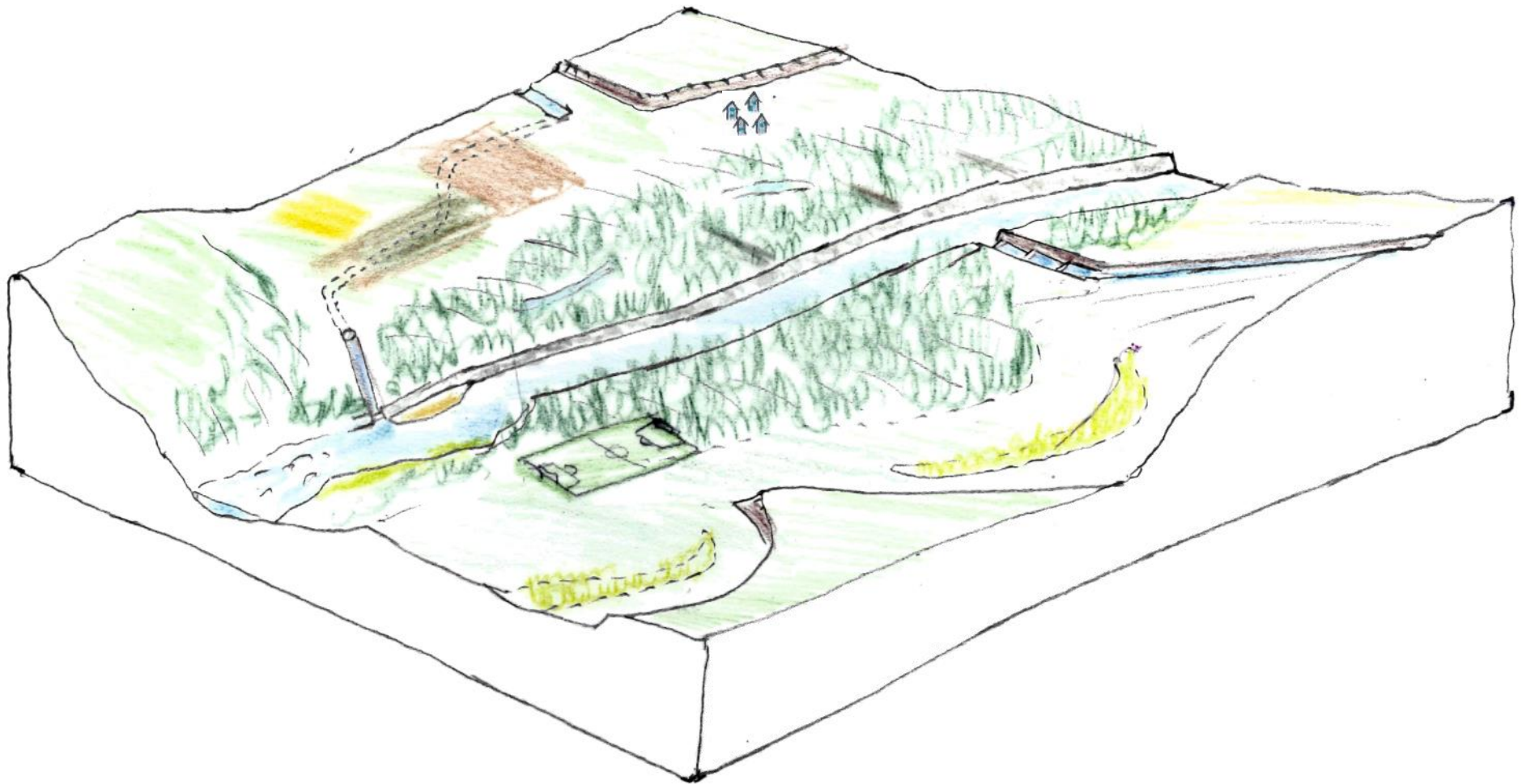


IMAGE TYPE ÉTAT ACTUEL



VISION APRÈS ASSAINISSEMENT CHARRIAGE

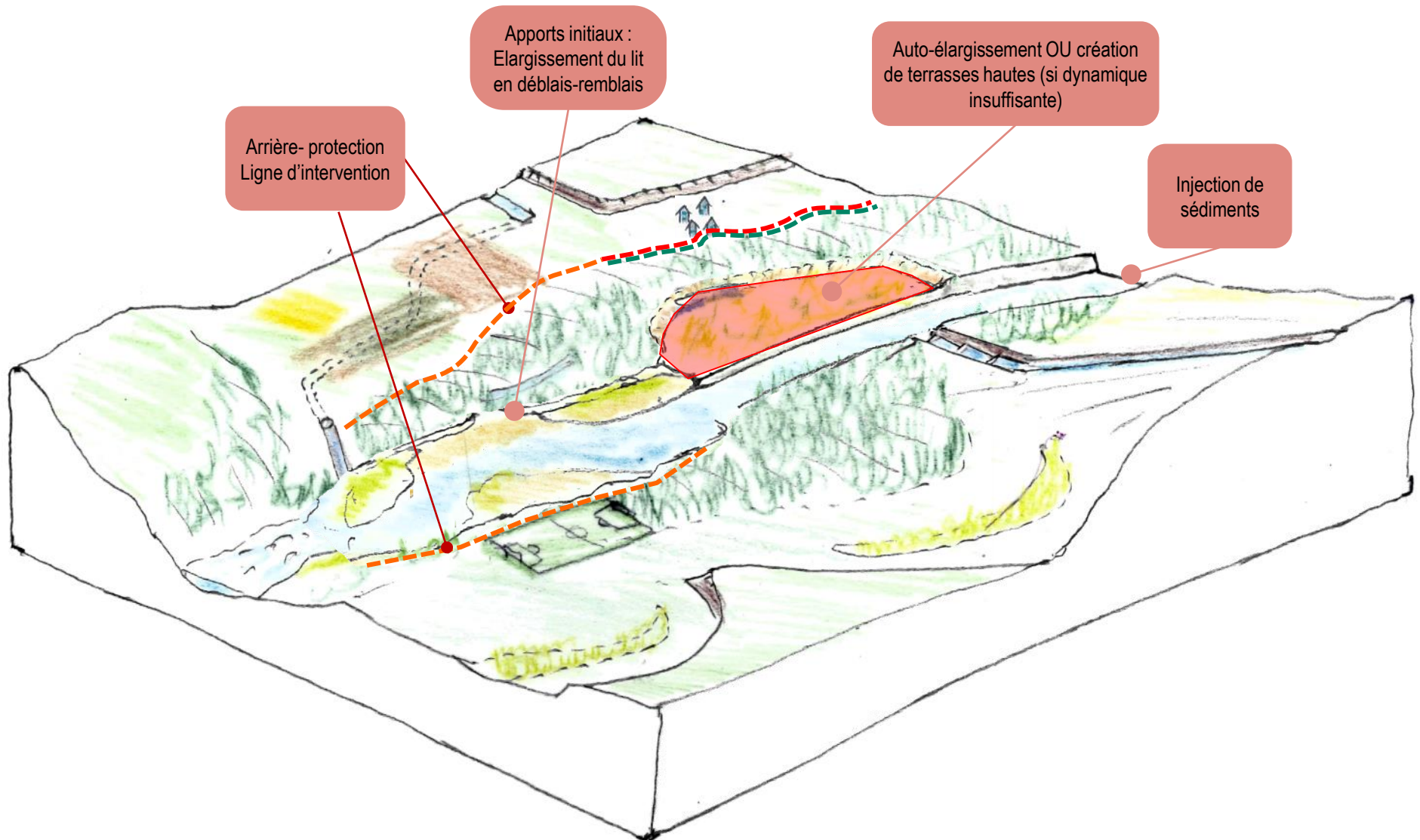


IMAGE DIRECTRICE

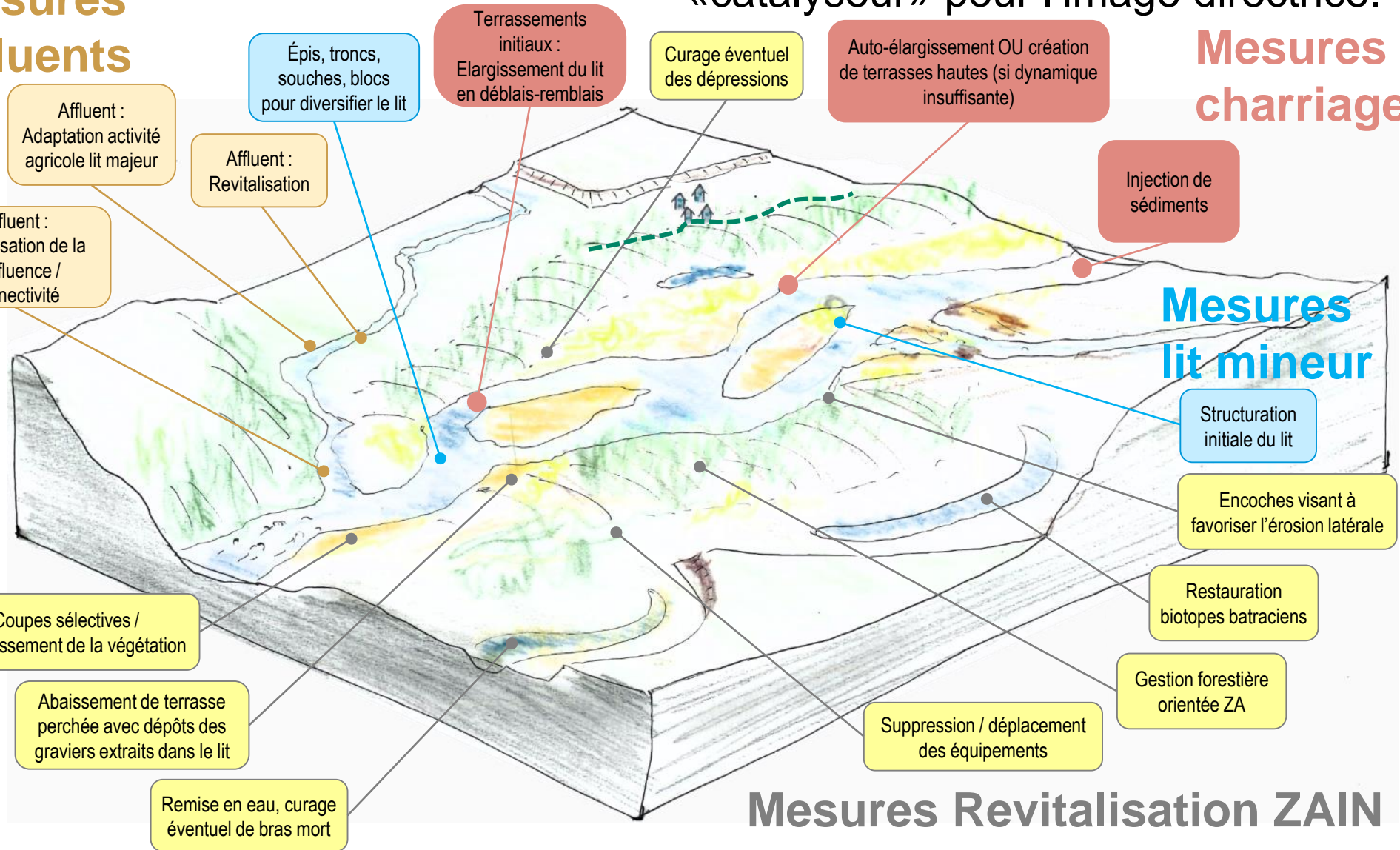
Mesures affluents

→ Les mesures assainissement charriage agissent comme un «catalyseur» pour l'image directrice.

Mesures charriage

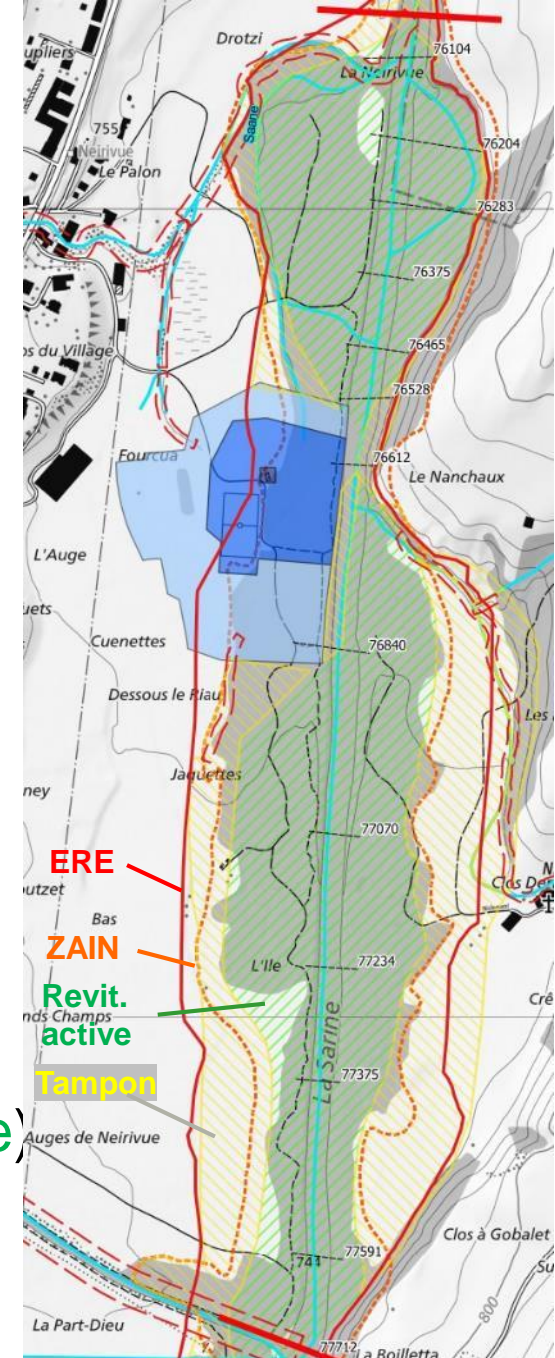
Mesures lit mineur

Mesures Revitalisation ZAIN



RÉSULTATS DE L'IMAGE DIRECTRICE

- Définition précise de l'**ERE** (**rouge**) sur la base de l'évaluation de la largeur naturelle
- Identification et priorisation des **types de mesures** possibles par secteur et par affluent, **sans localisation mais ampleur connue**
- **Réservation d'emprises** permettant le développement ultérieur des projets de détails
 - Surface centrale pour revitalisation active (**verte**)
 - Zone tampon morphodynamique (**jaune**)



RENDU : EXEMPLE DE CARTE PAR SECTEUR

Image directrice

Affluents

- Etangs potentiels
- Embouchure
- 1er obstacle
- 2ème obstacle

Potentiel des affluents

- - - Sous tuyau
- Elevé
- Moyen
- Faible
- Acquis

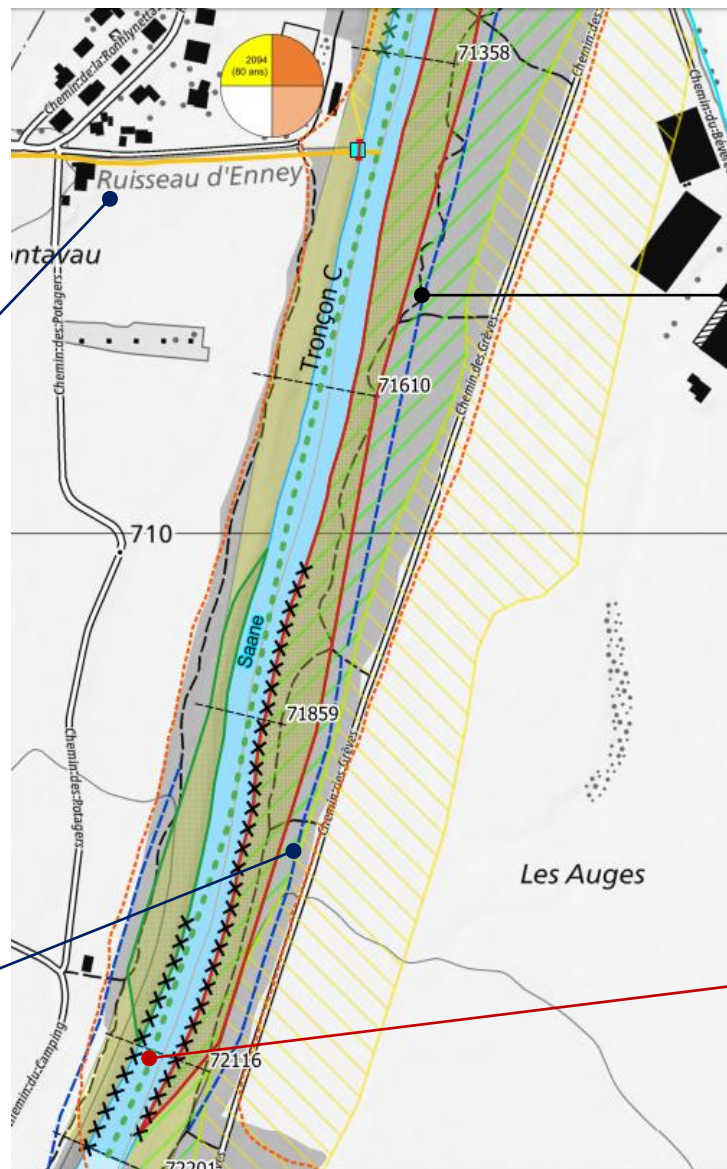
Mesures sur l'affluent

Image directrice

- Revitalisation ID
- Zone tampon morphodynamique

Zones d'importance nationale / cantonale

- Zones alluviales



Déplacement de route

- Route
- Route forestière
- Chemin
- Éléments particuliers
- × Éléments à déplacer

Assainissement du charriage

Terrassement initiaux


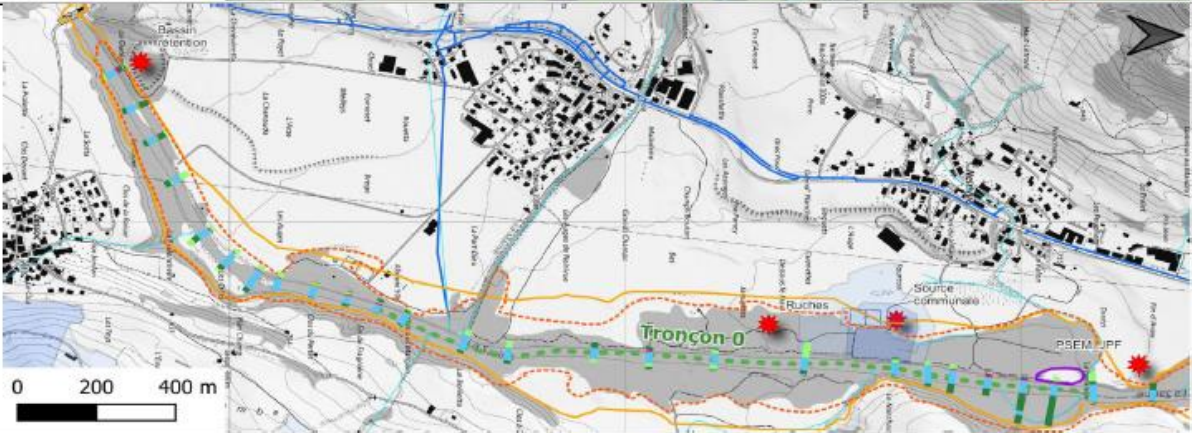
- Tronçons charriage
- 100 % TI = largeur objectif 60-70m
- 50% TI
- Défrichage spécifique
- Emprise Sarine

Suppression de protection de berges

- xxx Défrichage linéaire
- xxx Démantèlement d'enrochements

Fiche de mesure pour la Sarine en Intyamon

Tronçon 0

Informations générales		
Localisation	Amont : km GEWISS 78963	Aval : km GEWISS 75953
Longueur	3.01 km	
Affluents	21 - Affluent à Lessoc 20 - Ruisseau du Jorat 19 - Affluent à Albeuve	18 - La Marive 17 - Le Niclement 15-16 - La Neirivue
Situation		
Légende		
Aménagement des berges selon profils OFEV et contraintes	<p>Source d'eau potable et zones de protection S en rive gauche, sous Neirivue</p> <p>Potentiel site pollué à l'embouchure de la Neirivue</p> <p>Ruches</p>	
Contraintes		

Évolution morphologique

Tronçon Lnat	T21	T20	T19	T18	
Largeur naturelle	114 m	200 m	70 m	158 m	
Largeur 1900	114 m	200 m	70 m	158 m	
Largeur 1960	35 m	35 m	35 m	104 m	
Largeur actuelle	35 m	35 m	35 m	35 m	
Espace réservé	130-170 m	270-370 m	150-160 m	200-330 m	
Hauteur des terrasses actuelles par rapport au lit actuel	R. gauche	3.8 m	3.2 m	2.5 m	2.8 m
	R. droite	-	3.7 m	-	2.8 m
Incision du lit mesurée 1973-2023	0.1 m	0.3 m	0.6 m	0.6 m	
Description du tronçon	<p>Ce tronçon correspond à la partie amont de la zone alluviale des Auges de Neirivue, qui a subi les premières corrections morphologiques déjà au début du 20ème siècle, soit avant la construction des ouvrages hydroélectriques. La canalisation du cours d'eau ajouté à la réduction des apports amont depuis 1973 ont conduit à une perte de dynamique, une incision du lit et une déconnexion des anciennes terrasses alluviales. Le style fluvial historique de ce tronçon est un lit ramifié à chenaux multiples. Le style fluvial actuel est un lit rectiligne avec bancs. Sur l'ensemble de ce tronçon, le lit s'est incisé jusqu'à 60 cm entre 1973 (construction du barrage de Lessoc) et actuellement . Les terrasses des zones alluviales se situent à une hauteur d'environ 2.5 m à 3.8m par rapport au lit de la Sarine.</p>				

Fiche de mesure pour la Sarine en Intyamon

Tronçon 0

Potentiel				
	Moyen (T21)	Très important (T20)	Faible (T19)	Très important (T18)
Potentiel morphologique	élargissement possible surtout en rive gauche, rive droite contrainte par la topographie	élargissement possible sur les deux rives, historiquement large et dynamique	contrainte source d'eau potable en rive gauche, rive droite contrainte par la topographie	élargissement possible sur les deux rives, historiquement large et dynamique

État futur imaginé		
	Charriage	Image directrice
Style fluvial visé	Au vu des contraintes topographiques du tronçon, l'objectif est un lit sinueux avec bancs (T21 et T19). Dans les sous-tronçons T20 et T18, un lit en tresses actif, riche en bras secondaires, avec migration latérale du tracé peut être visé	
Objectifs spécifiques	Les bancs de gravier du lit mineur ont une étendue et une épaisseur semblables à celles de l'état de référence historique. Texture équilibrée des sédiments dans l'ensemble du lit. Les dépôts de matériaux charriés sont renouvelés plus d'une fois par an. Un lien avec les terrasses alluviales doit être garanti, le lit est remonté de ~ 1 m. Simultanément à l'érosion des berges, un dépôt de sédiments sur les terrasses alluviales doit pouvoir avoir lieu lors des fortes crues.	Entre 75% (T20 et T18) et 25% (T21 et T19) de la surface terrestre de la zone alluviale est soumise à la dynamique alluviale: érosion, sédimentation Cours d'eau en équilibre topographique avec les terrasses alluviales (ensemble du tronçon 0). Série végétale typique complète "Sédiments nus - Groupements herbacés pionniers - Saulaies - Aulnaies - Frênaies". La mosaïque mobile des formations végétales suit la dynamique topographique.

Mesures		
	Charriage	Image directrice
Prioritaires	Apports initiaux via prélèvements sur les berges Déstabilisations de berges initiales Arrière-protections (50%)	Déstabilisations de berges supplémentaires (75%) Arrière-protections (50%) Terrassements ZA et milieux annexes Revitalisation embouchures (<i>Marive, Neirivue, Niclement</i>) Potentiel d'augmentation de l'hydromorphie (<i>Marive, Neirivue</i>)
Secondaires	Arrière-protections supplémentaires Terrassements + déstabilisation supplémentaires (25%)	Arrière-protections supplémentaires Déplacement d'infrastructures Structuration du lit
Coûts estimatifs	1 200 000 - 2 000 000 CHF HT y.c. inst. chantier, études, divers et imprévus	3 400 000 - 5 700 000 CHF HT y.c. inst. chantier, études, divers et imprévus



6. CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

L'image directrice :

- ne règle pas tous les détails, conflits
- ne s'oppose pas aux tiers

L'image directrice permet de :

- Partager une cible pour la Sarine dans l'Intyamou
- Définir un ERE cohérent
- Coordonner les démarches et projets
 - Identifier les interfaces
 - Définir clairement les responsabilités (maîtrises d'ouvrages) et sources de financements
- **METTRE EN VALEUR LES SYNERGIES**

QUESTIONS ?

