

ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE ET SÉDIMENTAIRE DU FLEUVE MEUSE ET DE SES AFFLUENTS

R1 : Réunion de démarrage

Charleville-Mézières,
le 20 décembre 2019



- **Notre équipe**

- Travail préliminaire

- L'originalité de notre approche

- Discussion





L'équipe Fluvial.IS

Bureau d'études et conseil en géomorphologie fluviale

- **Entièrement spécialisé cours d'eau**

Diagnostics

Projets de restauration

Dossiers réglementaires

Suivi de chantier

Suivi scientifique après travaux





L'équipe Fluvial.IS

Bureau d'études et conseil en géomorphologie fluviale

- **Notre approche qualité**

Collecte de données terrain :

matériel adapté
géoréférencement des relevés
protocole précis

Bureau d'études à vocation scientifique:

Hydromorphologie
Identification des causes des dysfonctionnements
Innovation en fonction des besoins
Souci approche pédagogique

Responsabilisation des intervenants

Entreprise à taille humaine
Participation à toutes les étapes

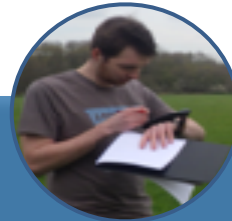


Patrick Charrier
Docteur en

Hydromorphologie
Encadrement, stratégie de
travail, terrain, rédaction



Clémence Savineaux
Ingénieure en gestion des
milieux aquatiques
Suivi de l'étude, terrain et
rédaction



Geoffroy Fayon
Ingénieur en gestion des
milieux aquatiques
Suivi de l'étude, terrain et
rédaction

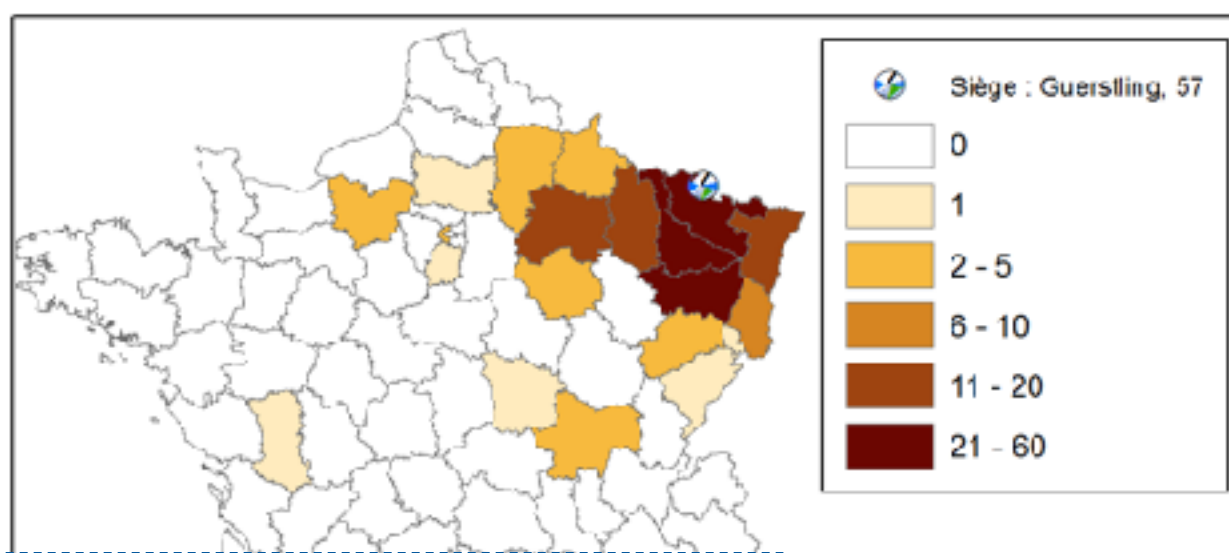


Océane Jeruzalski
Ingénieure en gestion des
milieux aquatiques
Suivi de l'étude, terrain et
rédaction



Timothé Muller
Ingénieur en gestion
des milieux aquatiques
Suivi de l'étude, terrain
et rédaction





Expérience dans le Grand Est et au-delà ;

- *Sur de nombreux types de cours d'eau :*

- Alsace : Bruche, Giessen/ Lièpvrette, l'Andlau
- Lorraine: Moselle, Meurthe, Orne, Niefs, Seille,
- Champagne : Marne, Aube, Saulx, l'Ornain
- Bassin Parisien : Essonne, l'Orge
- Et à l'étranger: Allemagne, Luxembourg, Jura Suisse

- *Sur des problématiques variées :*

- AZI (méthode HGM)
- Espaces de mobilité
- continuité écologique
- transit sédimentaire
- espaces de bon fonctionnement





La mission requiert de fortes compétences en hydromorphologie :

-Approche scientifique pour adapter les solutions techniques aux types de cours d'eau :

- Expertise sur la nature du stock alluvionnaire
- Estimation des potentiels morpho-sédimentaires et dynamiques
- prédictions

-Adaptation des outils aux besoins spécifiques de l'étude

confluenS

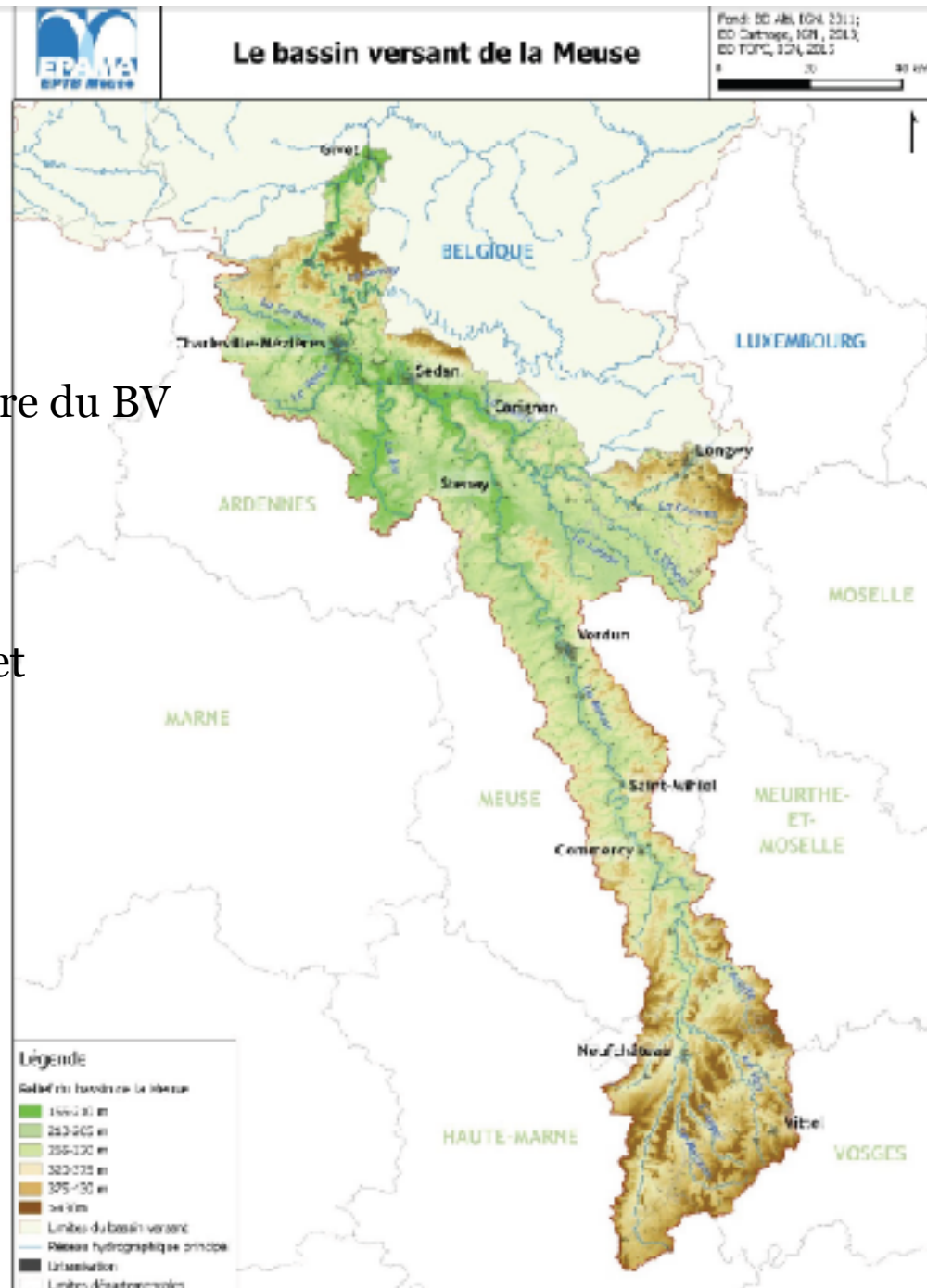
Un réseau de 6 spécialistes
multidisciplinaires cours d'eau





Objectifs de la mission

- Fonctionnement naturel hydromorphologique et sédimentaire du BV de la Meuse
- En identifier les perturbations
- Proposer des solutions de gestion et d'intervention





- Notre équipe

- **Travail préliminaire**

- Méthodologie proposée

- Discussion





Travail préliminaire

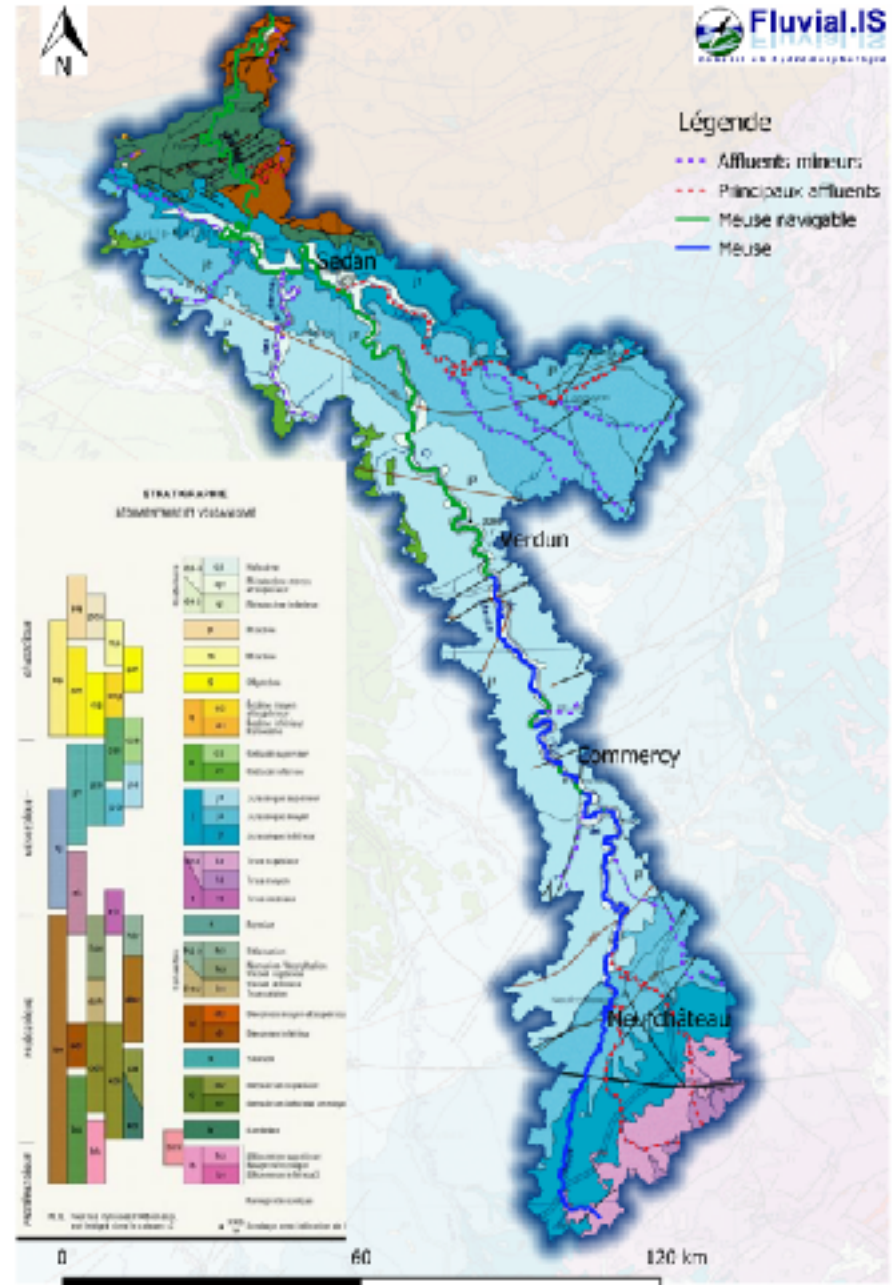
- Recherches bibliographiques
- Compilation des données sur le bassin :
études diverses,
données pluviométriques, hydrologiques,
hydrauliques,
topographiques, MNT,
cartographiques (IGN, Corine Land Cover...)
- Numérisation de la zone d'étude (lits mineurs, lits majeurs, BV...)





Contexte physique

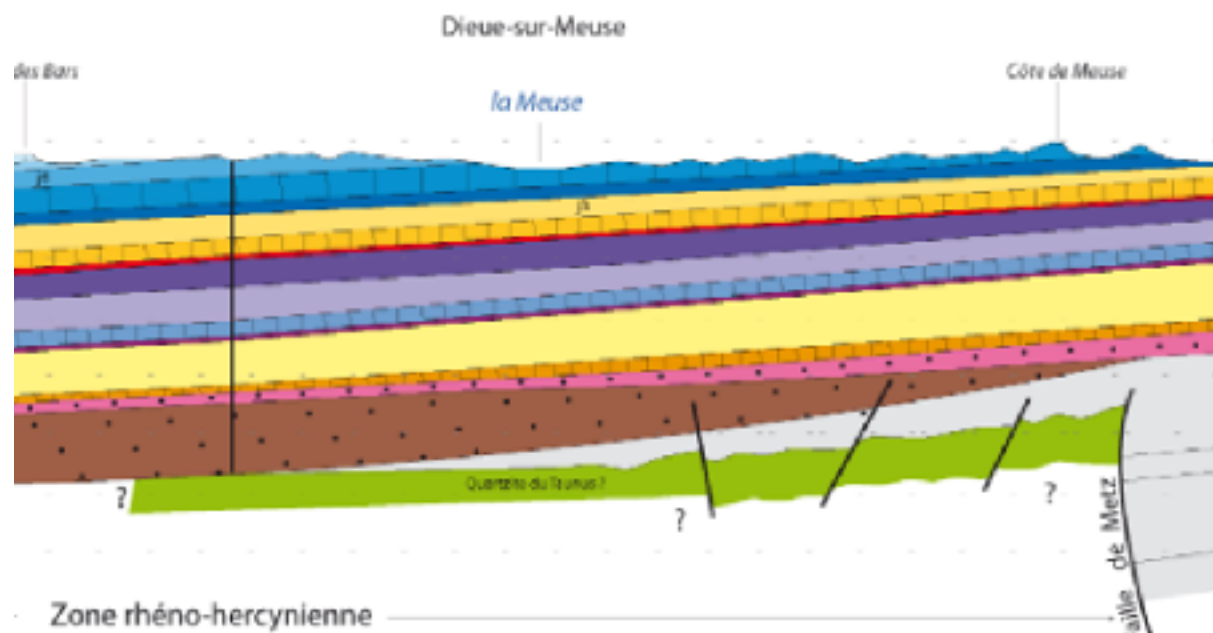
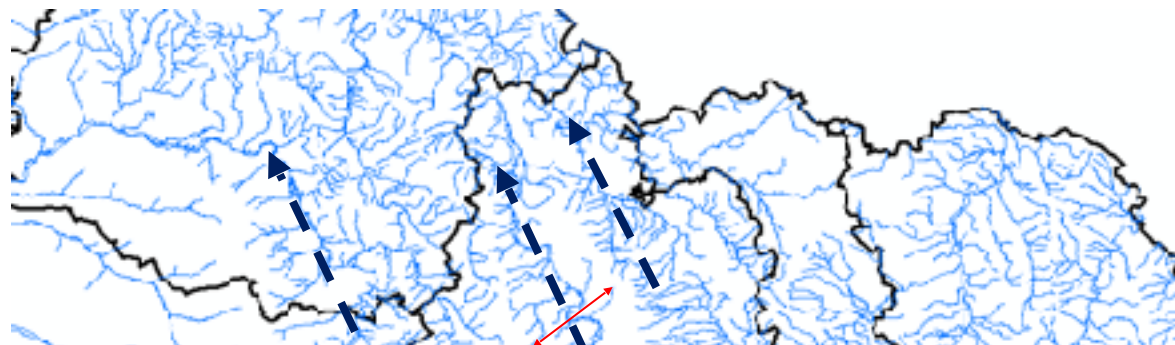
- Est du Bassin Parisien
 - Extrémité amont : Trias
 - Puis environnement calcaire et marneux du Jurassique
- . Avant la frontière belge : cambrien des Ardennes





Contexte physique

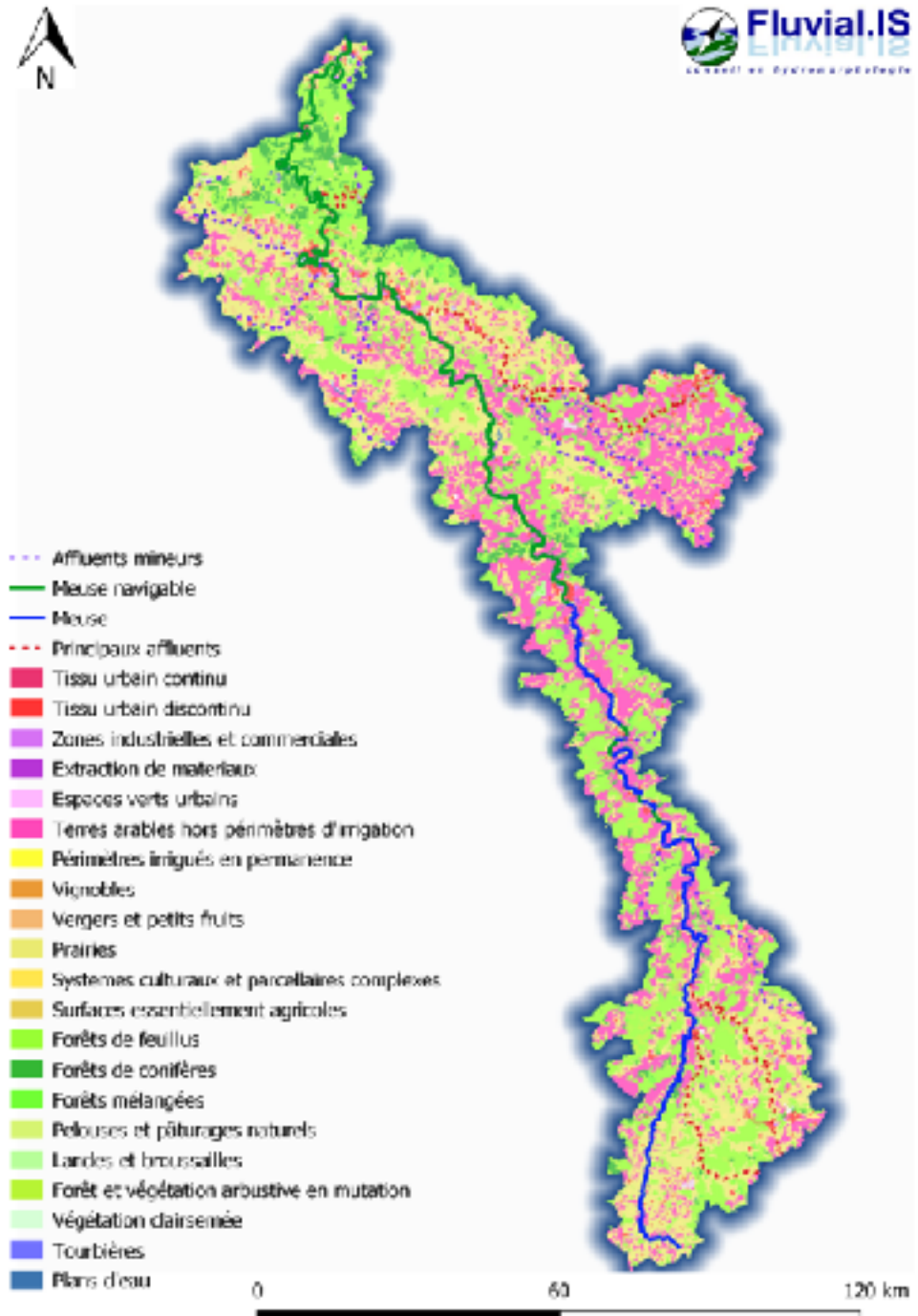
- hydrographie





Contexte physique

- BV plutôt rural
- Agglomérations de :
 - Neufchâteau
 - Contrexéville-Vittel
 - Commercy
 - Verdun
 - Longwy
 - Sedan
 - Charleville-Mézière

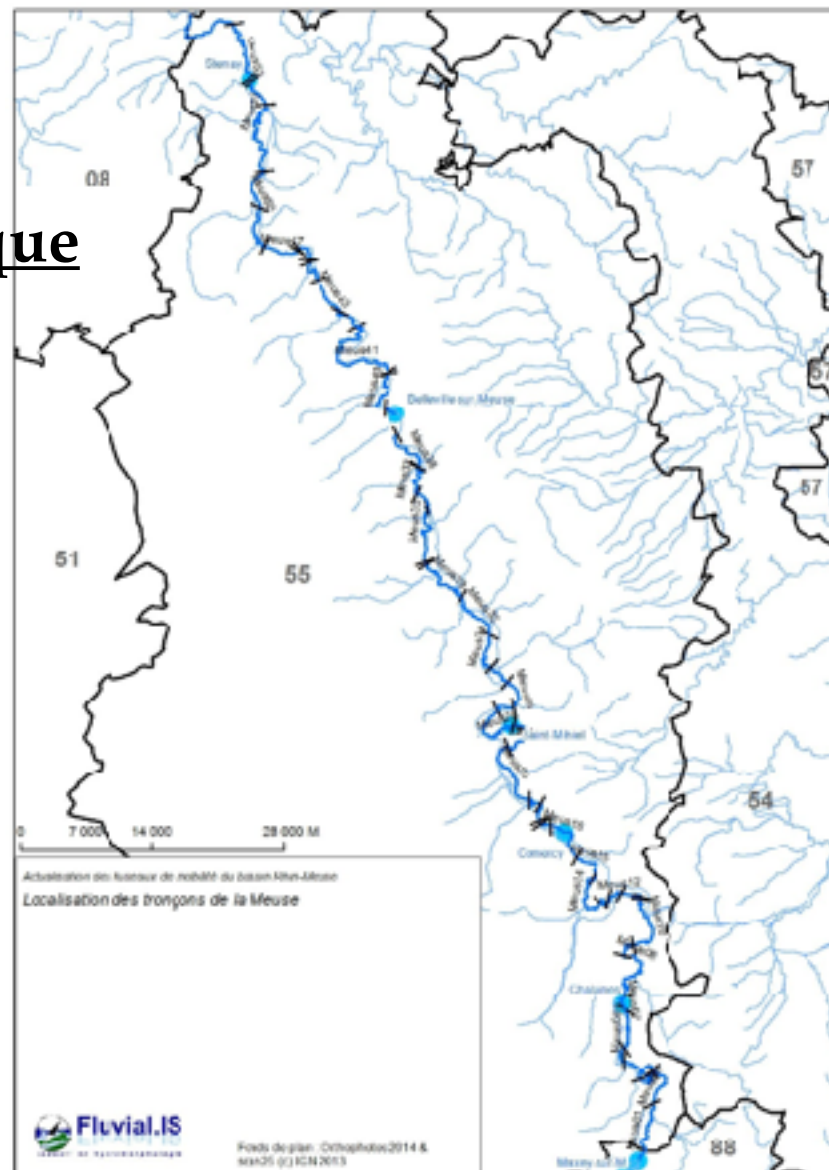




Détermination de tronçons homogènes

- géologique et topographique
- hydrologique
- morphologique
- anthropique

=> environ 350-400 tronçons
(Longueur moyenne de 2 à 3 km)





- Notre équipe
- Travail préliminaire
- **Méthodologie proposée**
- Discussion



La Chiers à Montmédy





Méthodologie proposée

Attendus :

- Potentiel de mobilité de la Meuse et principaux affluents*
- Origine des matériaux transportés*
- Impact des activités humaines sur le transport solide*
- Modéliser le transport sédimentaire en intégrant les obstacles à ce transit*
- Simuler les tendances morpho-dynamiques (CT, MT, LT)*
- Proposer un programme d'action*
- Organisation de formations*





Méthodologie proposée

Etape 1 : Caractérisation du stock sédimentaire à l'échelle du BV

Etape 2 : Prospections de terrain

Etape 3 : modélisation de la charge de fond

Etape 4 : le fonctionnement hydromorphologique actuel

Etape 5 : scénarios de gestion

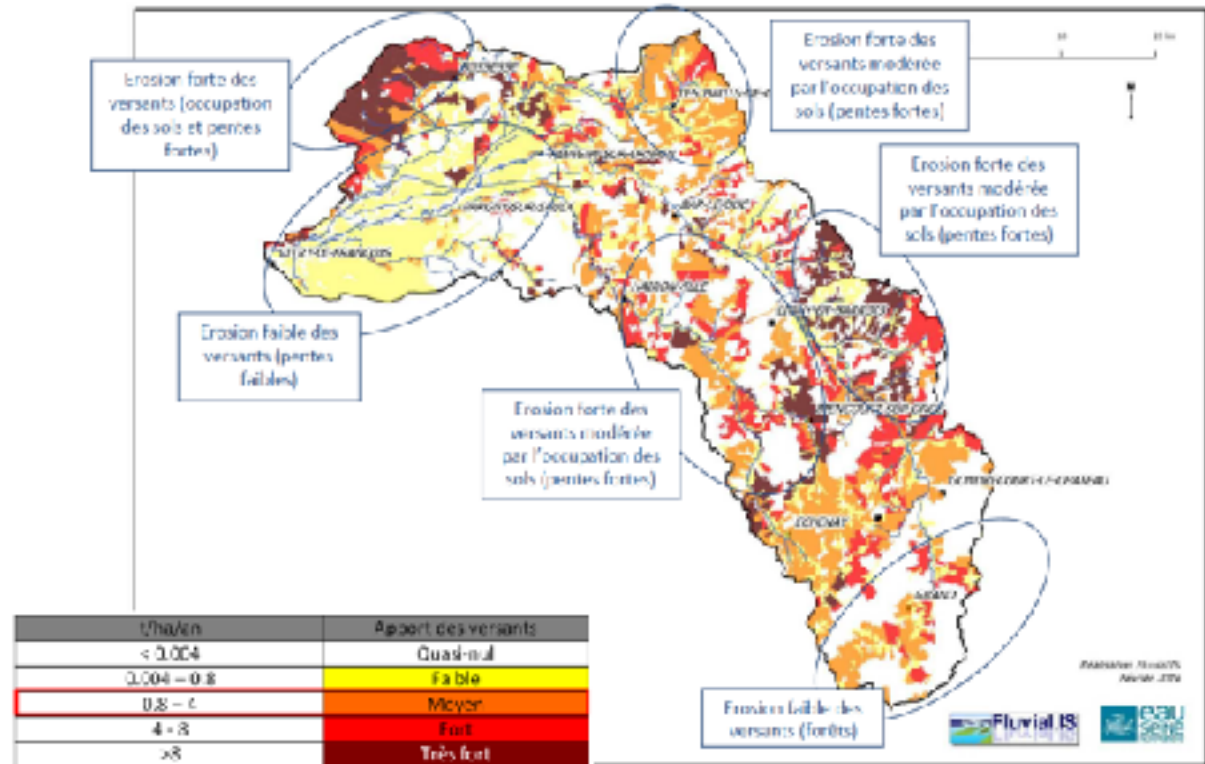
Etape 6 : Animation et protocole de suivi





Caractérisation du stock sédimentaire

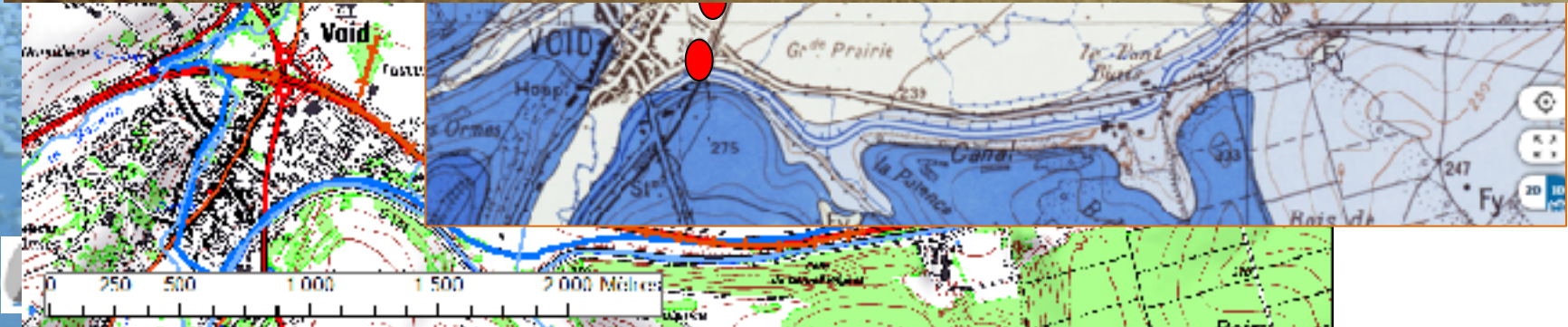
Méthode USLE adaptée





Caractérisation du stock sédimentaire

Définition du stock alluvial





Caractérisation du stock sédimentaire

Prospections de terrain

- Phase de bureau
 - Estimation des composantes morphodynamiques;
 - définition de tronçons homogènes;
 - Etude diachronique et analyse des photographies aériennes;
- Phase terrain
 - la Meuse non canalisée (env 220 km) : environ 25% du linéaire/des tronçons ;
 - les principaux affluents : environ 25% du linéaire/des tronçons ;
 - les affluents mineurs : environ 10 % du linéaire/des tronçons ;
 - la Meuse canalisée (env. 270 km) : environ 5% du linéaire/des tronçons.
- Redéfinition/ajustement des tronçons sur la base des observations de terrain

ÉVALUATION MORPHODYNAMIQUE (partie de la rivière)				Check-list de terrain - tronçon N°:			
Ce questionnaire à remplir à l'issue du parcours de terrain, once sous vérification des notes prises sur le terrain							
PARTIE A:							
1- Variation de largeur (à pt)		2- Diversité des formes		3- Modification fonds (colmatage, bûches, etc.)			
1. Naturelle	N	1. Rive	N	1. Asses (fonds naturels)			
4. Atteinte	N	1. Moyenne	N	4. Rarités			
7. Asses	N	3. Asses	N	5. Truie			
largeur max	m	Écoulement dominant		Fonds courants :			
		Écoulement secondaire		Niveau secondaires :			
Observations des tronçons (à compléter par la suite) Indiquer à quels tronçons typiques se le terrain correspondrait							
N°	Nom	lit(s)	largeur	lit(s)?	État seul	Nature, objet de l'ouvrage, matériaux, autres	N° photo
Diversité des berges							
1- Porosité de la berge (en m/m)		2- Végétation riveraine		3- Taux de berge			
lit(s) / pente / lit(s) / ...		lit(s) / pente / lit(s) / ...		(niveau de berge - pt de berge)			
Présence (arbres et arbustes de berge)		Diversité lit(s) / pente		Végétation			
Modification (lit(s) et pente par lit(s))		Diversité lit(s) / pente		Artificialité			
Diversité lit(s) / pente		Diversité lit(s) / pente		Végétation			





Modélisation de la charge de fond

**Choix de tronçons de référence
(15-30)**



**Quelles relations entre les formes
constatées et le fonctionnement ?**



**A partir des formes observées sur le
reste du linéaire extrapolation
du fonctionnement morpho-
sédimentaire**

Types de
fonctionnements
morpho-sédimentaires

Étude de terrain, OS et
bibliographie

Étude hydrologique (Q1-
Q5)
Etude
hydromorphologique
(Qd)



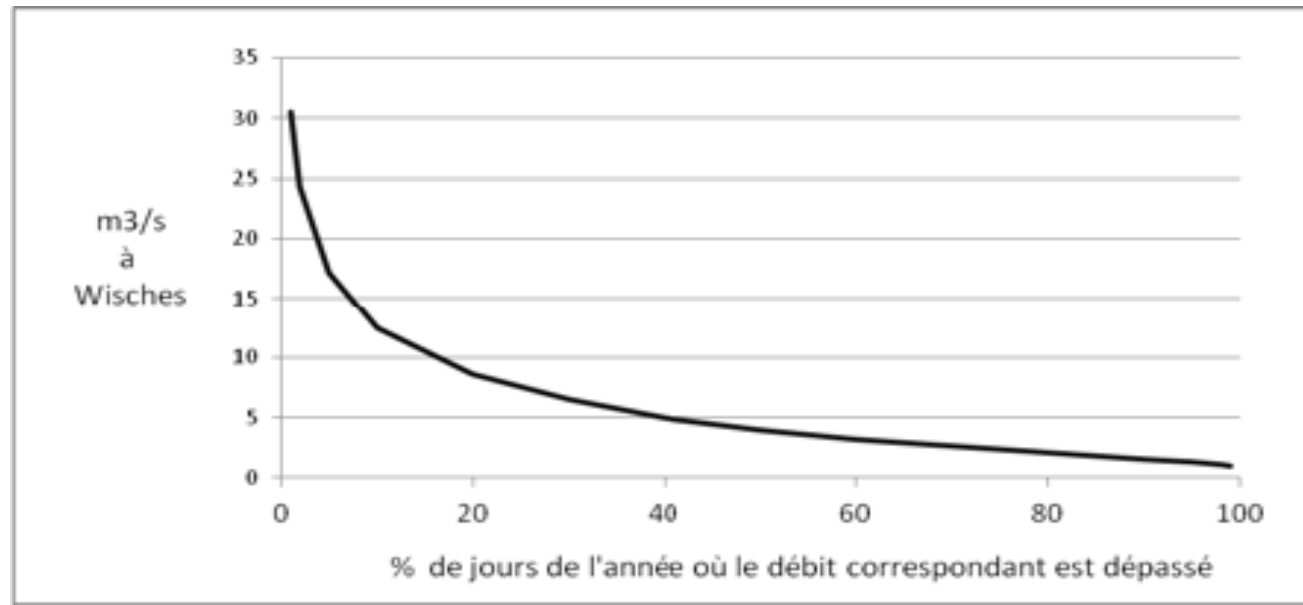
Modélisation de la charge de fond

Données hydrauliques :

enseignement de l'hydrologie et de la topographie

A partir de la pluviométrie, de l'étude du bassin versant :

- Utilisation du profil en long hydrologique de la Meuse
- Connaissance des débits de référence aux grands « nœuds hydrologiques » (Q1, Q2, Q5)
- Reprise de la courbe des débits classés

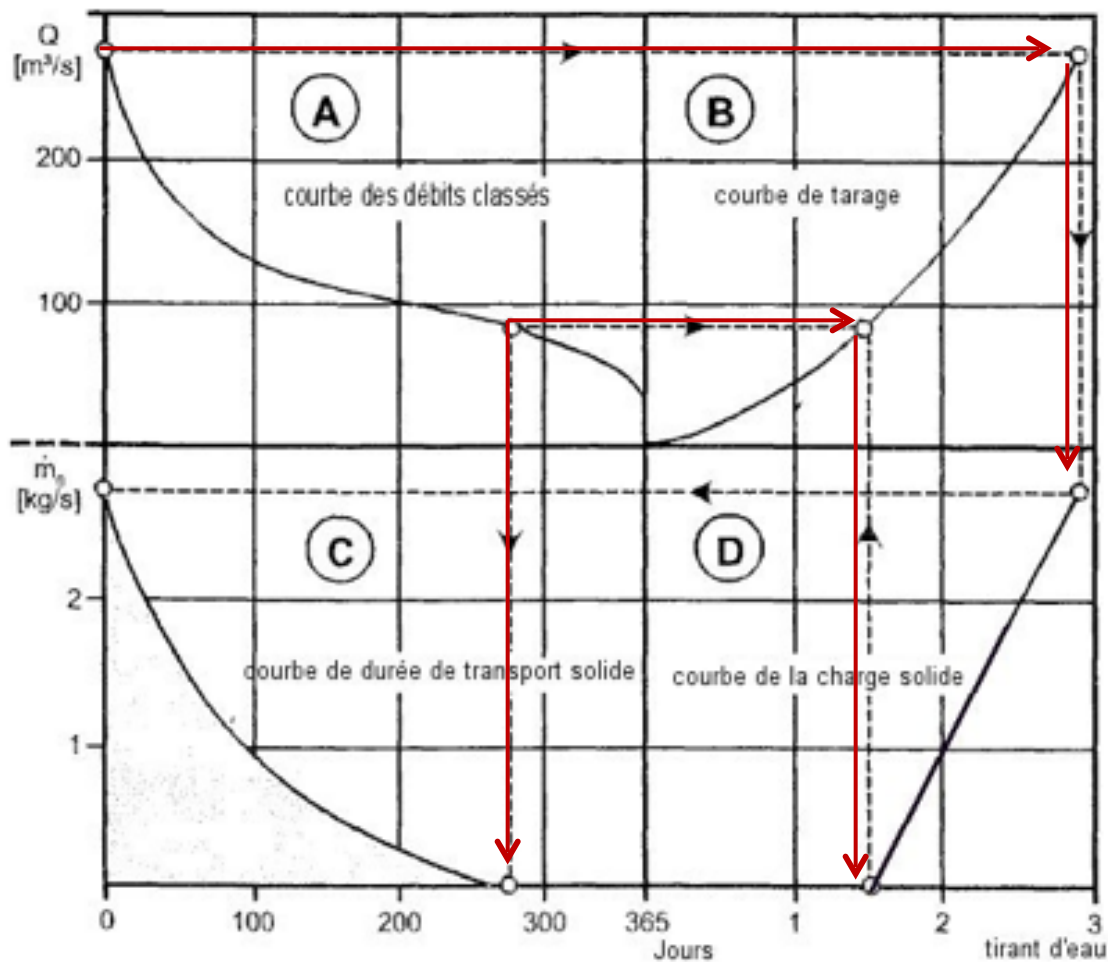




Modélisation de la charge de fond

Approche théorique : modélisation de la charge de fond

Traitement statistique des débits et étude hydraulique des tronçons de référence



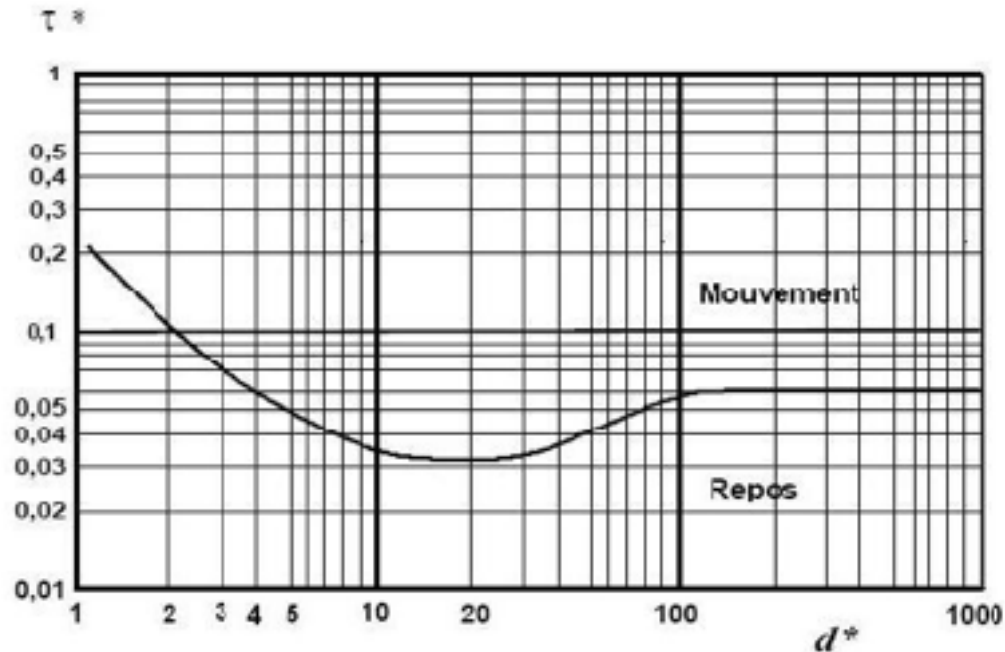


Modélisation de la charge de fond

Approche théorique : modélisation de la charge de fond

Estimation de la contrainte tractrice critique

$$\tau^* = \frac{\gamma_w \cdot R \cdot i}{(\gamma_s - \gamma_w) \cdot d}$$





Modélisation de la charge de fond

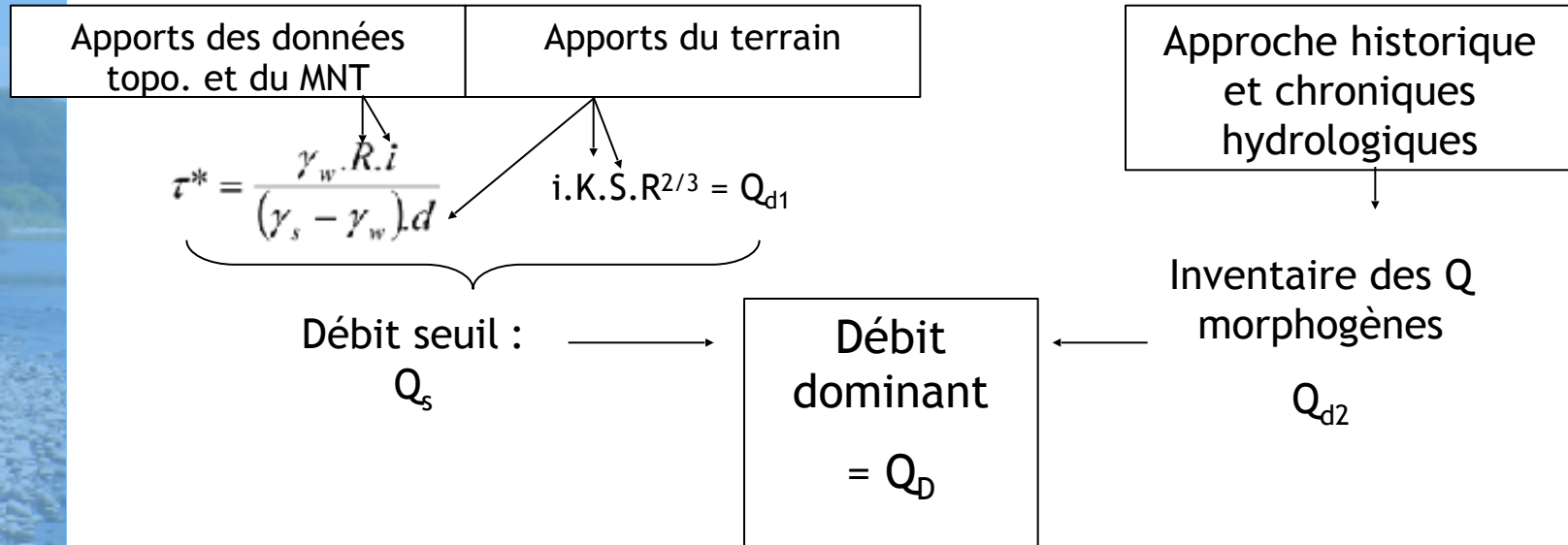
Approche théorique : modélisation de la charge de fond





Modélisation de la charge de fond

Estimation du débit dominant et vérifications historiques





Etape 4 : le fonctionnement hydromorphologique

1) Interprétation des variables de contrôle sur les tronçons de référence

Tronçons de référence

Débit dominant

Pente

Cohésion des berges

Seuils de fond

Charge solide

Types de transport solide identifiés

A

B

C

D

...



*Quelle combinaison des variables
de contrôle explique chacun des types de
transport solide*

?





Le fonctionnement hydromorphologique

2) extrapolation à l'ensemble du linéaire

Ensemble des tronçons

Débit dominant

Pente

Cohésion des berges

Seuils de fond

Charge solide

Types de transport solide correspondants

A

B

C

D

...





Etape 4 : le fonctionnement hydromorphologique

3) Prise en compte des modifications anthropiques

- Imperméabilisation des versants ,
- Systèmes de culture
- Artificialisation du lit (protections de berge, recalibrages, etc.)
- Ouvrages transversaux
- Rôle du canal





Etape 4 : le fonctionnement hydromorphologique

4) Estimation du potentiel de mobilité















Etape 4 : le fonctionnement hydromorphologique

4) Estimation du potentiel de mobilité

La structure des berges

1. Berges - structure			
 <p>0.1 à 0.9</p>	<p>Texture graveleuse (graviers et galets) à matrice sableuse</p>	 <p>5 à 5.9</p>	<p>Texture sablo-argileuse à limono-argileuse (avec passé graveleux); ou sablo-argileuse à limono-argileuse</p>
 <p>1 à 1.9</p>	<p>Texture graveleuse (graviers) à matrice sableuse; horizon sablo-limoneux en haut de berge (1/3)</p>	 <p>6 à 6.9</p>	<p>Texture argilo-limoneuse à argileuse (avec passé graveleux)</p>
 <p>2 à 2.9</p>	<p>Texture graveleuse (majoritairement graviers) à matrice sableuse en pied de berges (surmontée 1/3 sablo-limoneux)</p>	 <p>7 à 7.9</p>	<p>Texture argilo-limoneuse avec éléments grossiers non jointifs</p>
 <p>3 à 3.9</p>	<p>Texture sableuse à sablo-graveleuse</p>	 <p>8 à 8.9</p>	<p>Berges argilo-limoneuse à argileuse (éléments grossiers non jointifs)</p>
 <p>4 à 4.9</p>	<p>Texture sablo-limoneuse</p>	 <p>9 à 10</p>	<p>Texture argileuse ou rocheuse</p>



Le rôle de la végétation des berges

taille de la rivière	ripisylve continue et entretenue	ripisylve non continue mais entretenue	berges hautes, talus enherbés	berges sans végétations	embâcles ponctuels	nombreux embâcles (sans forêt alluviale)	forêt alluviale avec embâcles nombreux
<5 m	10	8	7	5	3	2	1
5-10 m	9	7.5	6	5	4	2.5	1.5
10-30 m	8	7	6	5	4	3	2
>30 m	6	5.8	5.3	5	4.7	4.2	4





➤ La mobilité observée

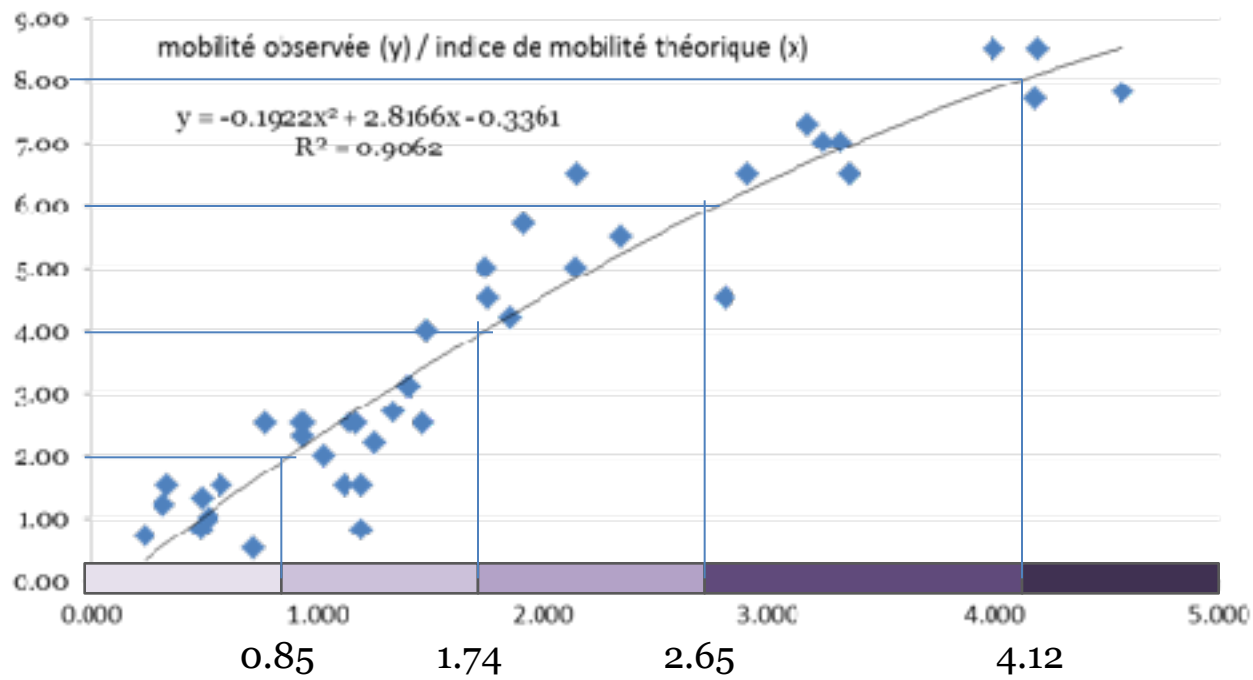
Note	Observations historiques
0-0.5	Quasiment aucune mobilité significative ne peut être identifiée depuis 150 ans.
0.5-2	Il est peu probable d'observer sur 150 ans des recoupements de sinuosité par tangence. Il est possible d'observer une légère translation des sinuosités.
2-3	Faible translation des trains de sinuosité vers l'aval. Sur 150 ans il est possible d'observer des coupures de méandres sans toutefois observer de développement complet de méandre.
3-4	L'étude historique sur 150 ans laisse observer un net déplacement vers l'aval des trains de sinuosités voire des recoupements par tangence.
4-5	Le rythme de développement complet des sinuosités est proche de 150 ans. La mobilité de la rivière est avérée, les taux d'érosion restent en général < 1m/an.
5-6	Ces rivières développent des méandres en 150 ans voire moins qui sont recoupés par tangence. Les taux d'érosion approchent des 1,5 m/an.
6-7	Il s'agit de rivières le plus souvent méandriformes de mobilité historique avérée. Les recoupements de méandres peuvent intervenir en un siècle par tangence.
7-8	Il s'agit de rivières très sinueuses à méandriformes, de mobilité reconnue. Les traces de recoupements (mortes, noues, etc.) sont nombreuses. Les recoupements de méandres peuvent intervenir en moins d'un siècle par tangence.
8-9	Les recoupements de méandres interviennent entre 50 et 100 ans par déversement. Il s'agit le plus souvent de rivières sinueuses à méandriformes, parfois de rivières tendant vers le style à tresses.
>9 (-10)	Il s'agit le plus souvent de rivières sinueuses à méandriformes, parfois de rivières tendant vers le style à tresses. Les recoupements de méandre interviennent en moins de 50 ans par déversement.





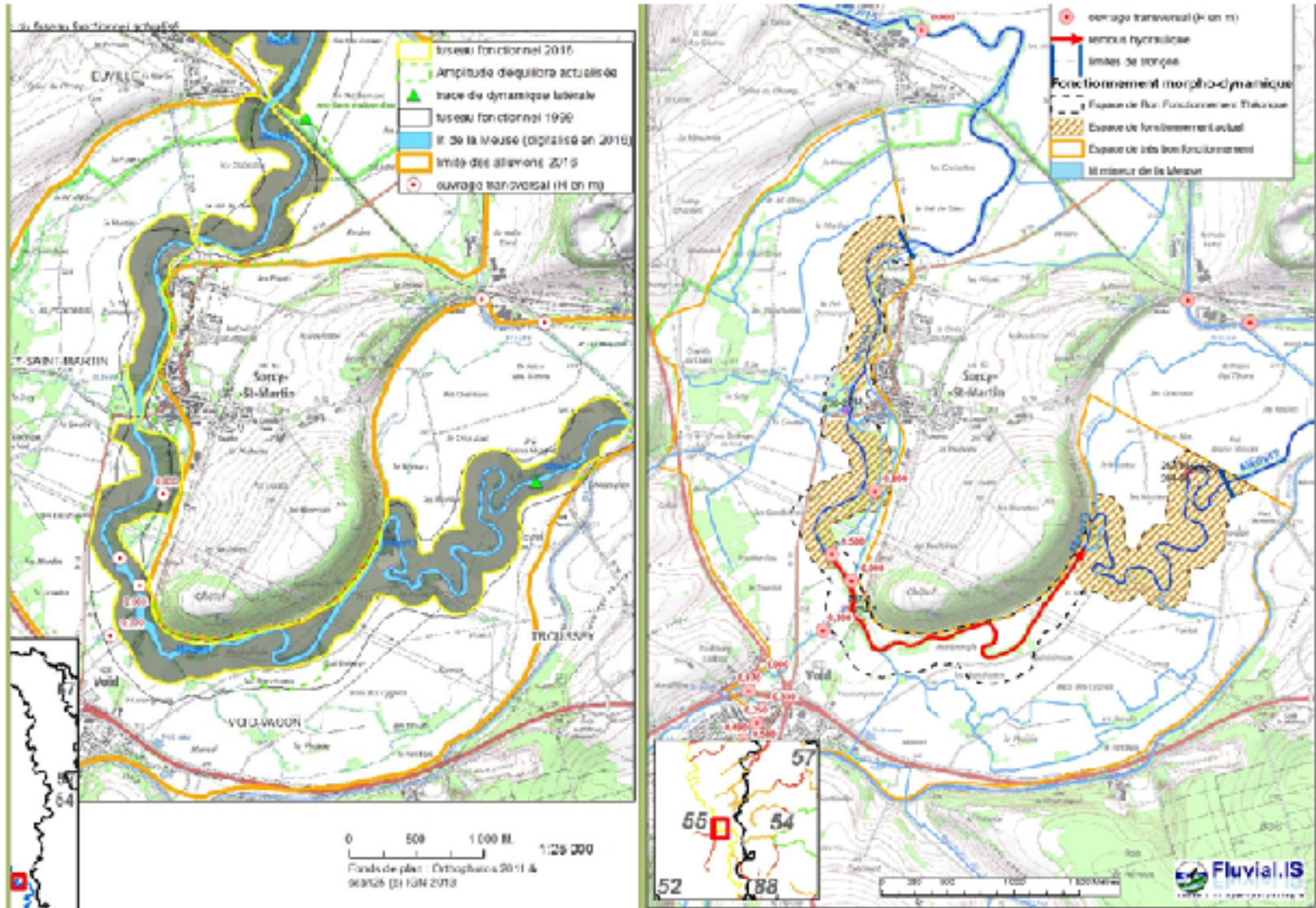
- puissance fluviale, structure de berge, rôle de la végétation => La mobilité potentielle

$$\text{Mob}_{\text{th}} = \frac{I\omega}{0,5(Ib+Iv)}$$



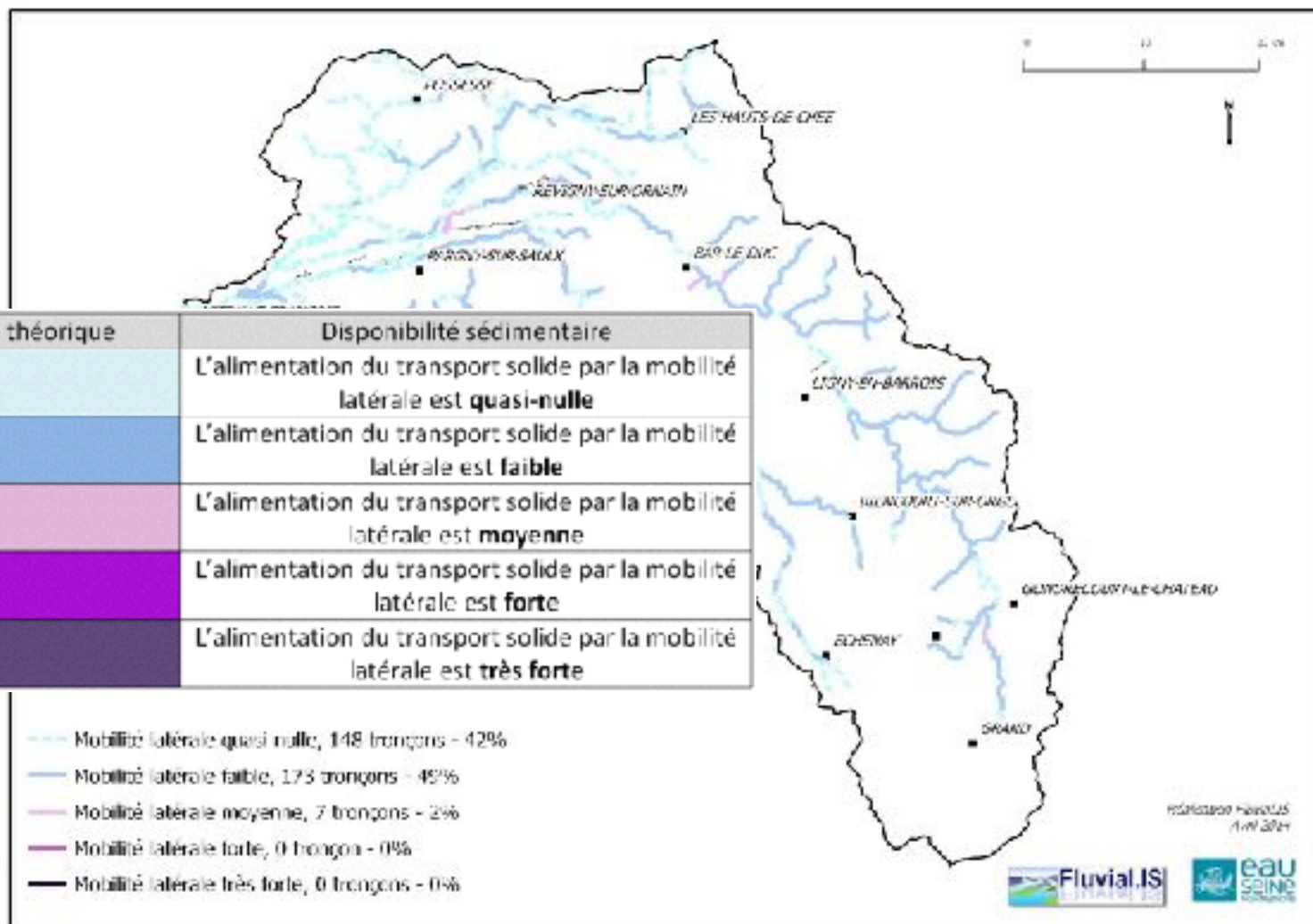


- Application de la méthode EBF



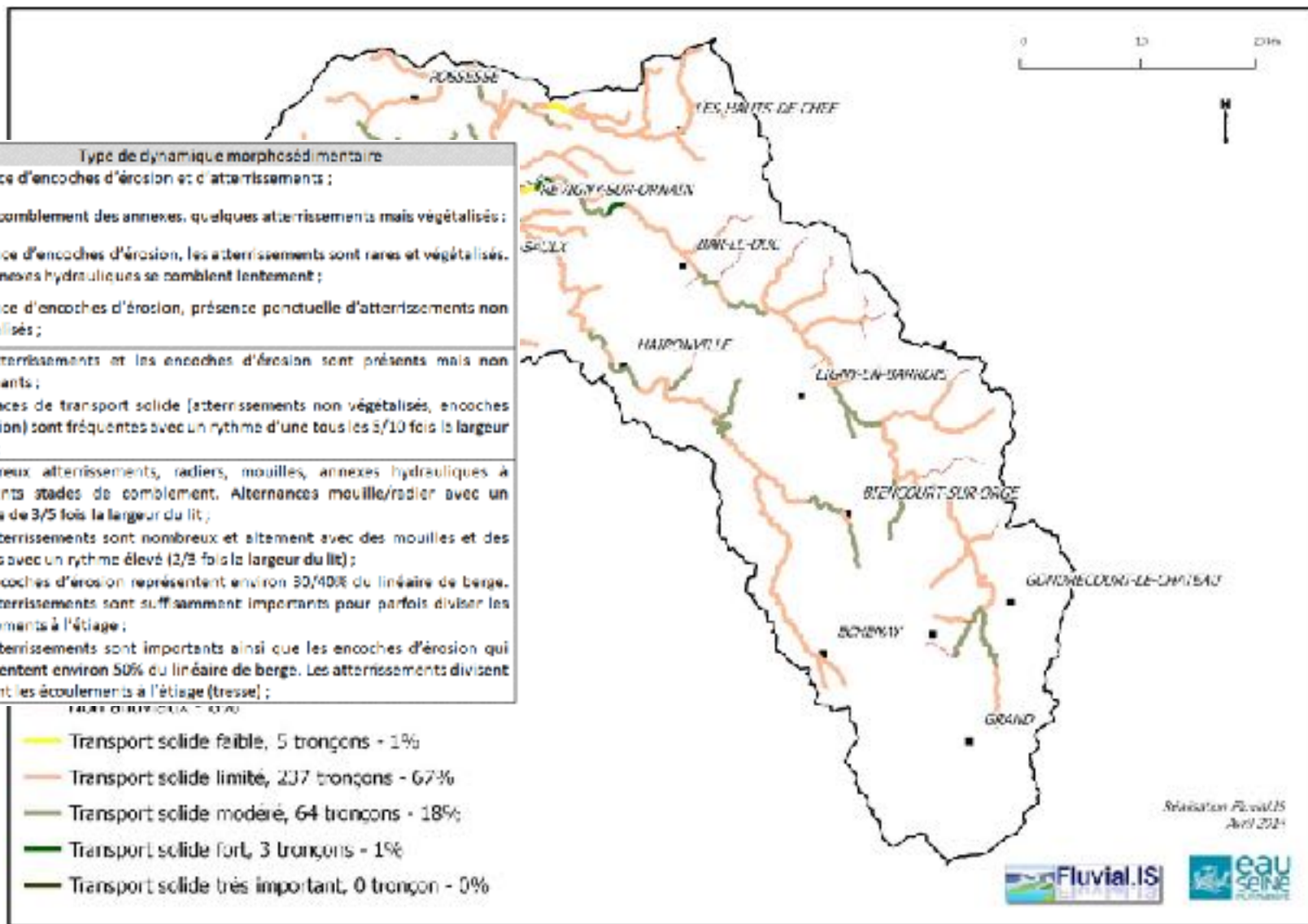


Objectif : cartographie du fonctionnement morpho-sédimentaire





Objectif : cartographie du fonctionnement morpho-sédimentaire





Etape 5 : les scénarios de gestion

- Travail par secteurs de BV

Vers Ornain
aval:
Déficit en
transport
grossier, bloqué
sur l'Ornain.
Déséquilibre en
faveur des MES



Depuis
l'Ornain amont:
Apports
importants
par
les versants.

	Transport des sables grossiers et graviers		Erosion des versants		Apport sédimentaire par les berges
	Tendance naturelle au dépôt		Obstacle au transit sédimentaire		Contribution pour la masse d'eau aval
	Tendance artificielle au dépôt		Mobilité latérale		Apports de la masse d'eau amont



Etape 5 : les scénarios de gestion

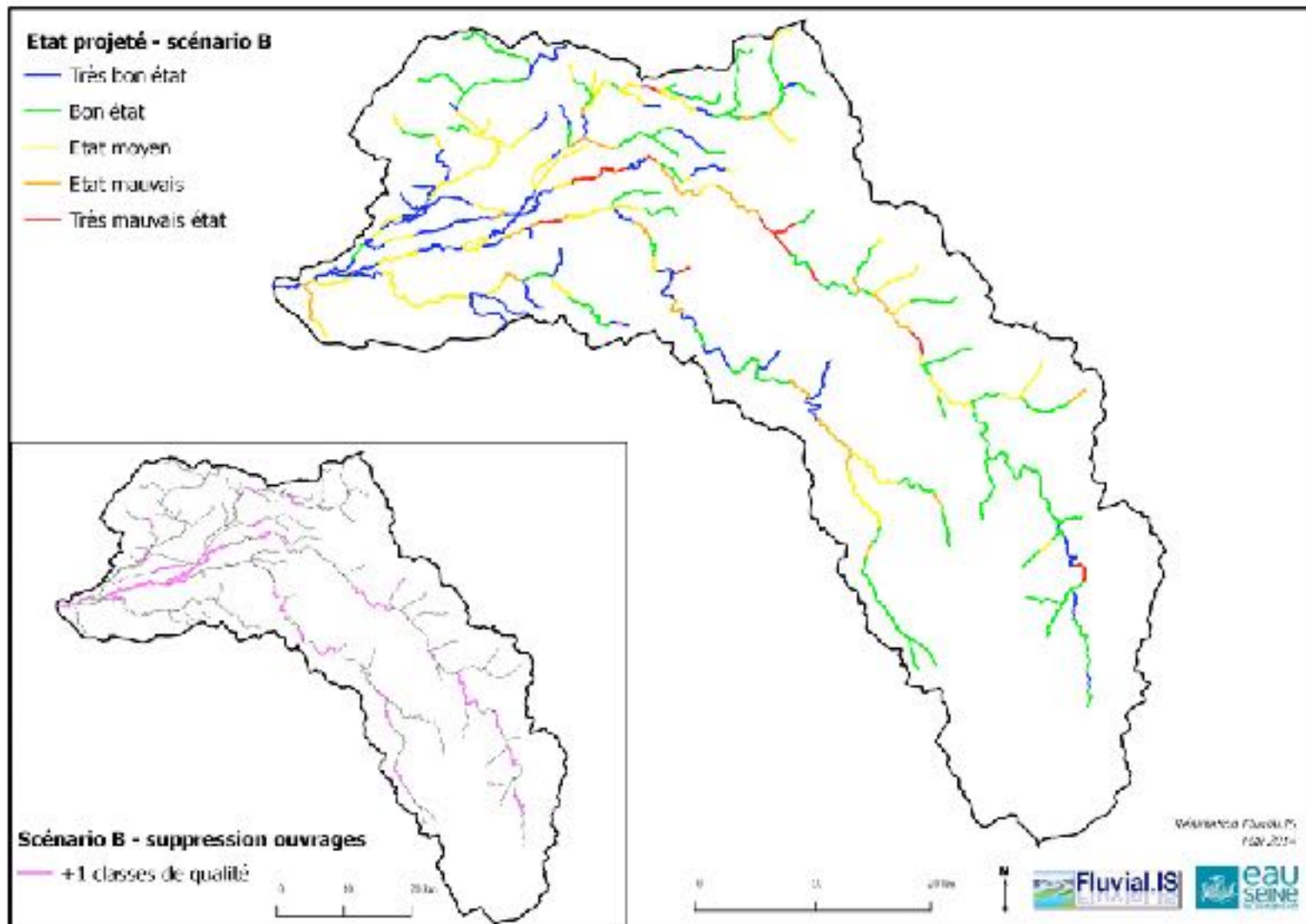
- Actions principales basées sur:
 - actions sur les lits et leurs marges (ripisylve, berges, fuseau de mobilité),
 - actions sur les ouvrages, le canal, ...
 - actions sur les versants.

- 4 leviers principaux:
 - Recharge latérale par restauration de la cohésion naturelle des berges
 - Recharge latérale par la restauration des écoulements naturels
 - Restauration du transport solide (conditions d'écoulement)
 - Restauration de l'occupation des sols : adaptée à l'érodabilité des versants





Résultats: scénario B (actions ambitieuses)





Croisement de ces actions avec les hypothèses de réchauffement climatique

- l'extension des périodes de sécheresse estivale ;
- l'augmentation des précipitations dans les hautes latitudes (hémisphère nord) ;
- l'augmentation de la température de l'eau susceptible d'augmenter les proliférations végétales en été.

CRUES



- Puissance fluviale ++ => mobilité potentielle ?

ETIAGES



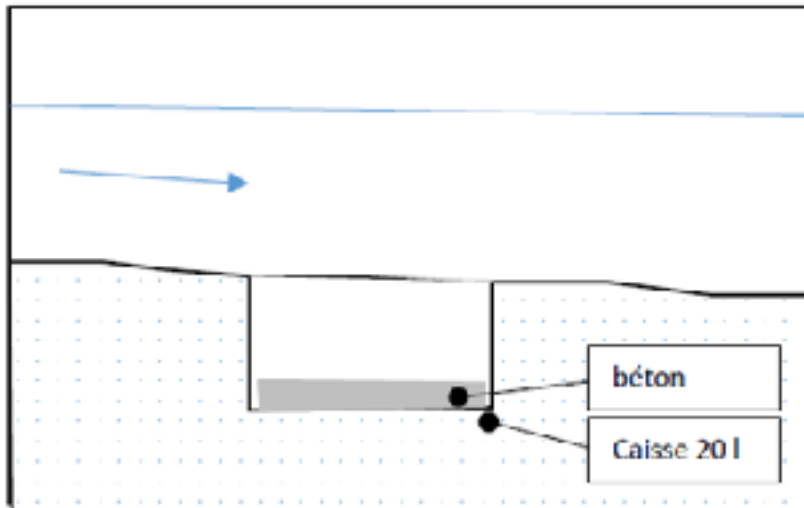
- Fixation des berges, incision des lits , comblement d'annexes hydrauliques
- Érosion des sols, modification des pratiques...





Etape 6 : protocoles de suivi

- Suivis à large échelle (actualisation des résultats)
 - Utilisation du SIG, orthophoto, MNT
 - Mise à jour d'indicateurs
 - actions sur les versants.
- Suivis à l'échelle de sites représentatifs (site de référence)
 - Suivi topographique
 - Suivi morphométrique
 - Suivi biologique terrestre
 - Suivi biologie aquatique





- Notre équipe
- Travail préliminaire
- L'originalité de notre approche
- **Discussion**



Le Petit Vair à Vittel





Discussion

