



Un méandre à la fois

**Un projet de restauration de cours d'eau
en milieu agricole**

par

Jean-Philippe Marchand

Université Concordia

Geneviève Marquis

Firme Avizo



FERME PARENTALL S.E.N.C.

Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs

Québec 


avizo
EXPERTS-CONSEILS

Plan de présentation

- Explication de la genèse du projet et de ses objectifs.
- Présenter les modalités des mesures de restauration.
 - Processus décisionnel pour le remplacement d'une traverse
- Discuter des défis pour rendre le projet pérenne et reproductible.

Mise en contexte

- Objectif sociétal de conserver et restaurer des milieux et hydriques (PRMHH, PRCMHH, initiatives régionales etc.)
- En milieu agricole, d'importantes modifications des MHH ont engendré des pertes de services écosystémiques.
- La restauration de MHH en milieu agricole doit considérer la santé socio-économique et le patrimoine culturel des producteurs.

À l'origine...

un projet de recherche sur la connectivité hydrologique entre des cours d'eau redressés et leur plaine alluviale au sein des basses terres du Saint-Laurent



Ruisseau Richer, Saint-Marc-sur-Richelieu, 1964 et 2006

Source : Rousseau et Biron, 2009



Avant 1930



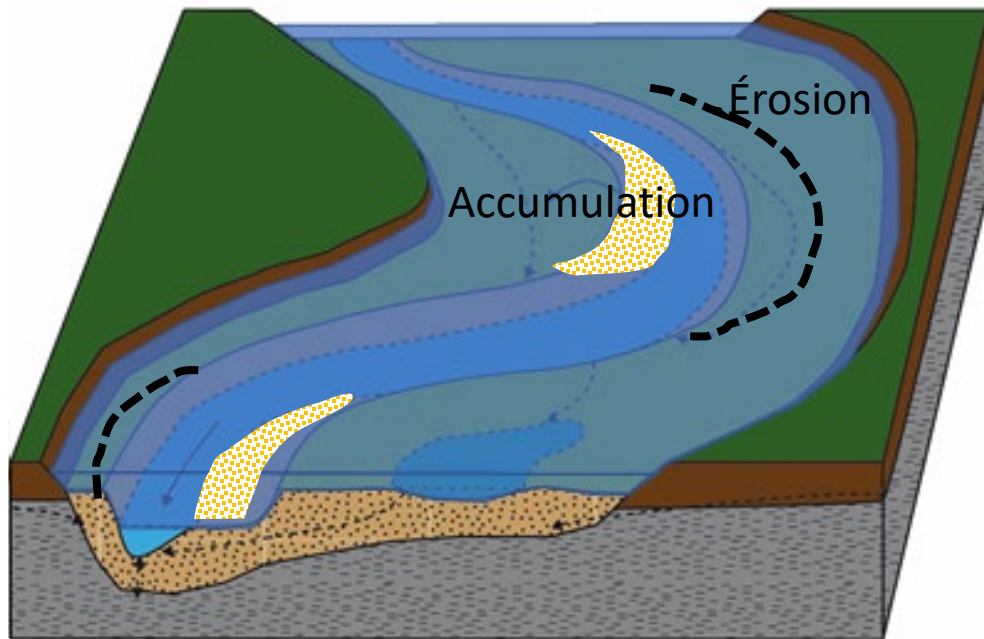
Après 1930

Source : Beaulieu, 2007

La plaine alluviale:

une macro-forme générée par des processus hydrosédimentaires

INONDATIONS



MIGRATION DU CHENAL

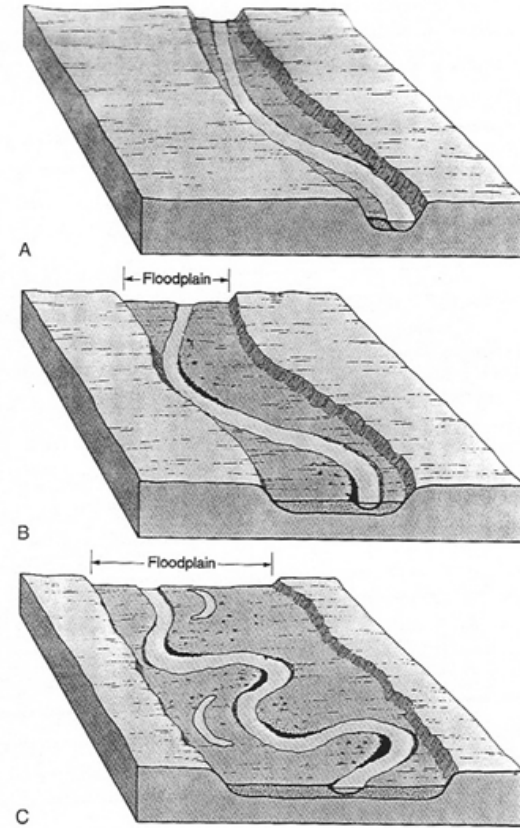
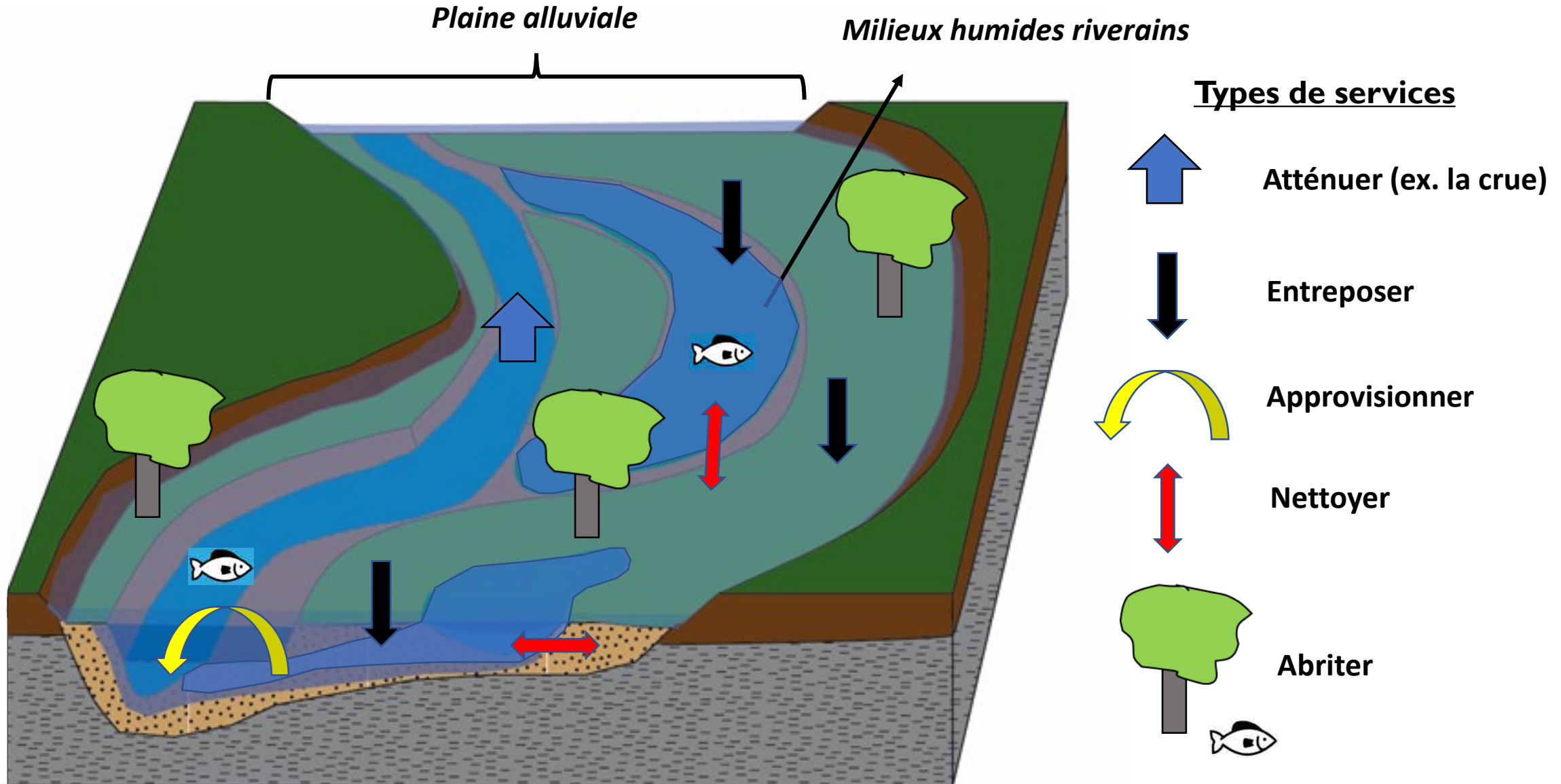


Figure 6.8 Meandering and sediment deposition during floods contribute to development of a floodplain. (A) Initially, the stream channel is relatively straight. (B) Small bends enlarge and migrate over time. (C) Broad, flat floodplain is developed around stream channel.

Credit: Trenhaile (2004)

Connectivité hydrologique = services écosystémiques



C'est quoi **une restauration** de cours d'eau?

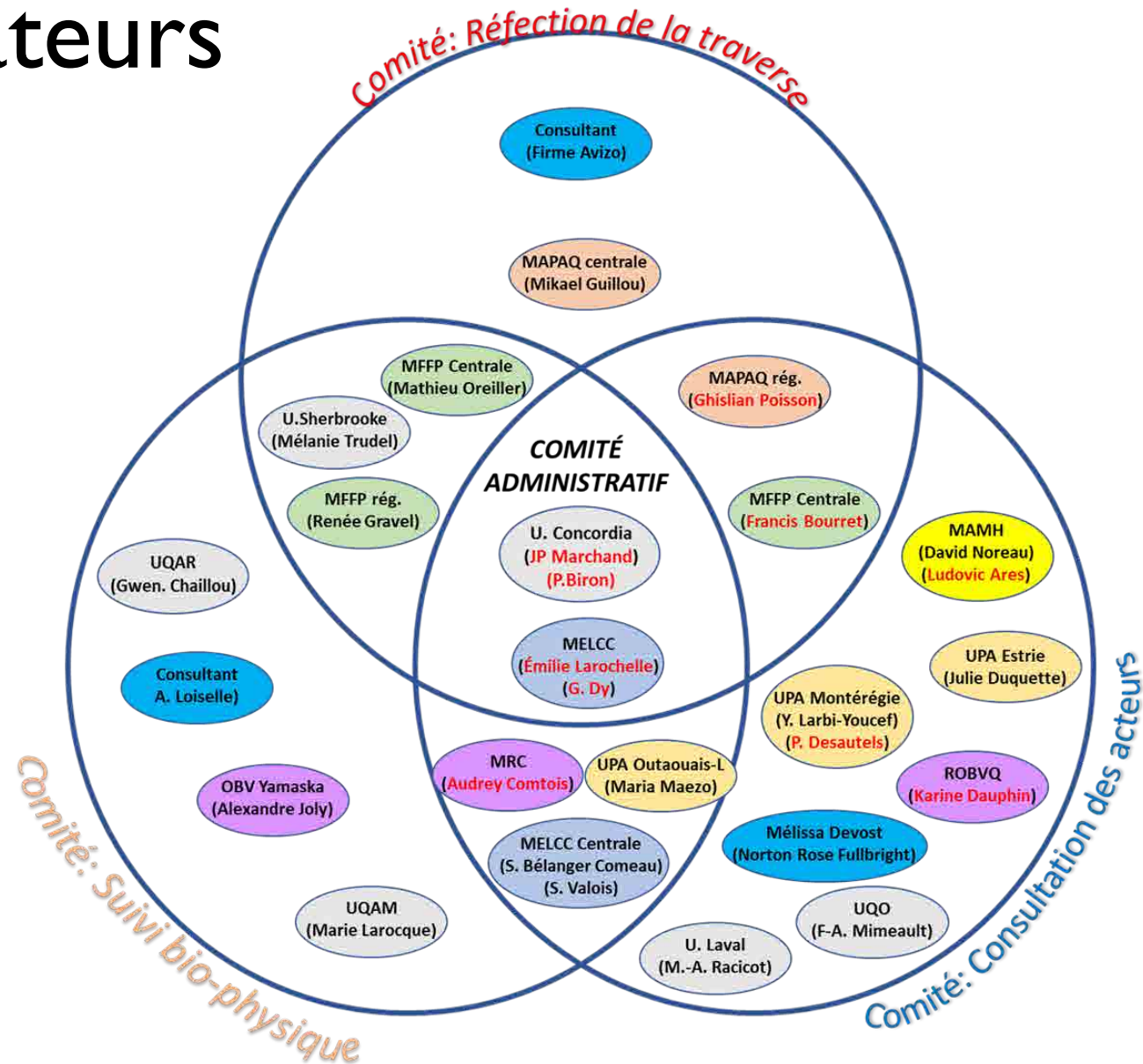
Définition: réparation d'une partie ou de l'intégralité des dommages causés à un cours d'eau par l'homme.

- S'inspirer du passé pour réparer le cours d'eau, mais **on ne vise pas à le ramener à sa forme identique.**
- On veut davantage réhabiliter des processus, à partir desquels un **nouvel équilibre morphologique** (ainsi que de nouvelles formes) sera atteint et des **services écosystémiques seront retrouvés.**

Objectifs du projet

- Mettre en place différentes mesures de restauration d'un tronçon de cours d'eau (200 m), incluant sa plaine alluviale, en zone agricole.
 - **Mesure passive:** retrait des cultures de la plaine alluviale historique du cours d'eau
 - **Mesure active:** remplacement d'un ponceau sous-dimensionné
- Étudier les gains en services écosystémiques via des suivis fauniques, floristiques, physico-chimiques et hydrogéomorphologiques (IQM).
- Étudier les modalités nécessaires pour rendre ce genre de projet attrayant pour les producteurs agricoles, notamment via un questionnaire.

Collaborateurs



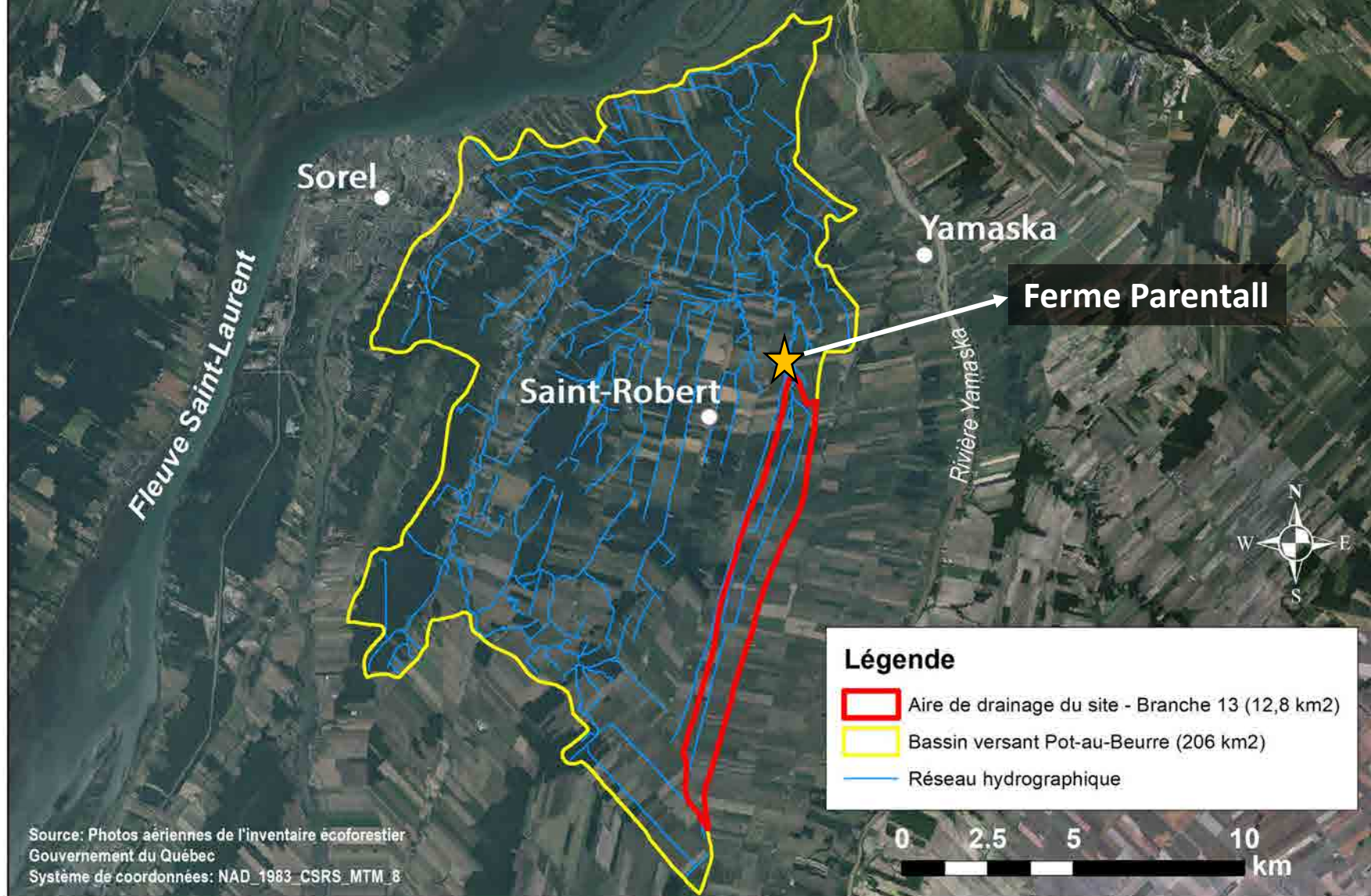
LÉGENDE

- Gouvernance régionale
- MAPAQ
- MFFP*
- MAMH
- MELCC*
- UPA
- Universités
- Consultants

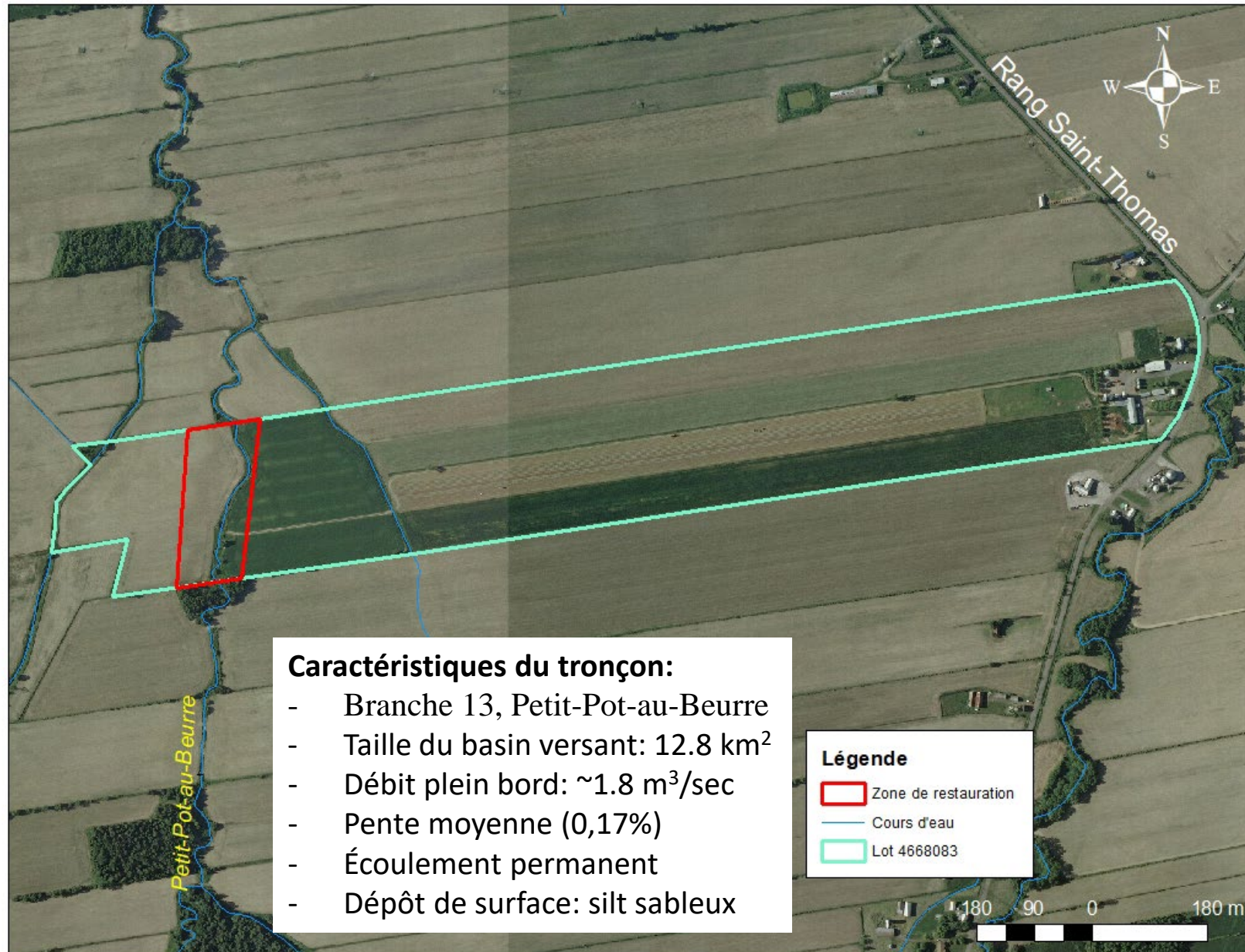
En rouge:
Comité de suivi technique

* MELCCFP

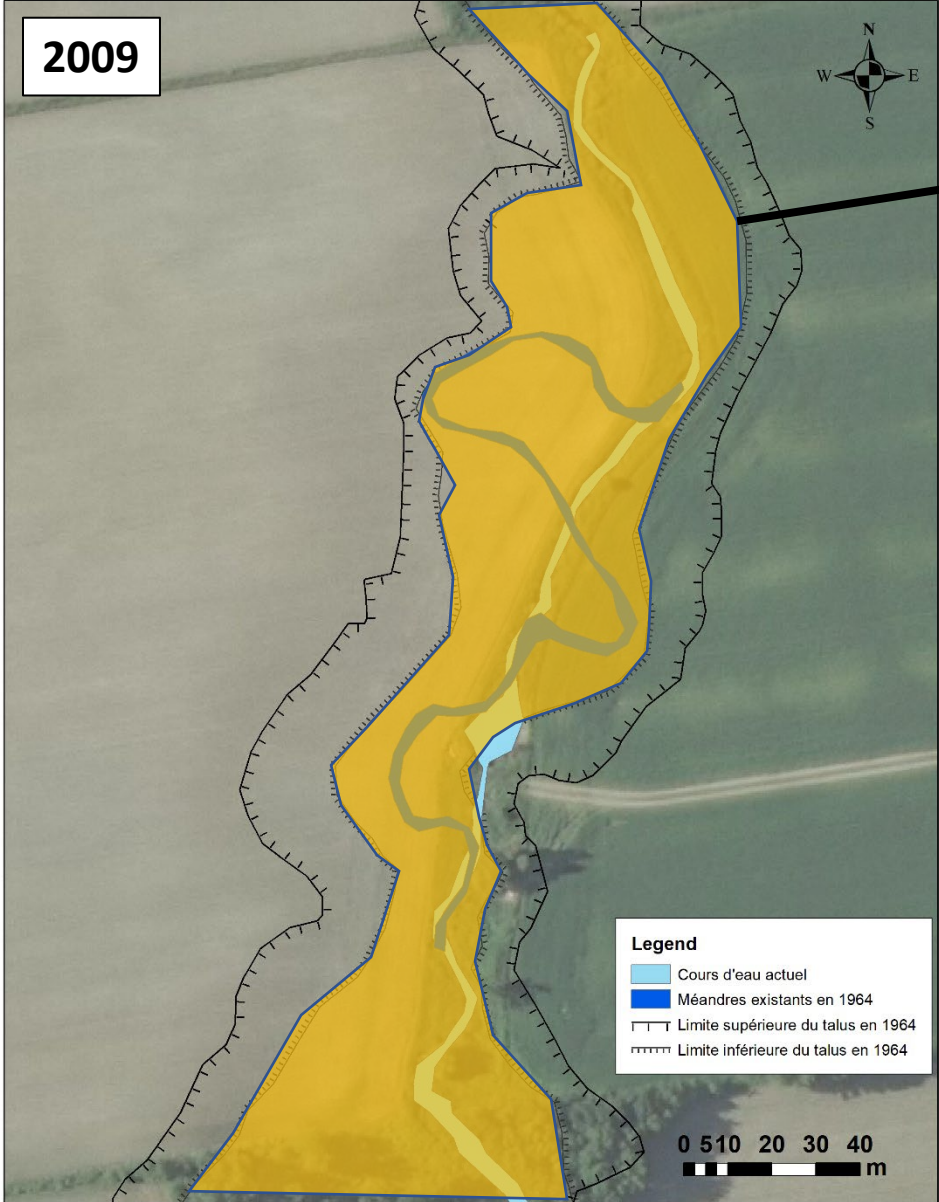
**Localisation du projet de restauration d'un tronçon de cours d'eau agricole-
Branche 13 de la Petite Pot-au-Beurre**



Localisation de la zone de restauration, Ferme Parentall, Saint-Robert



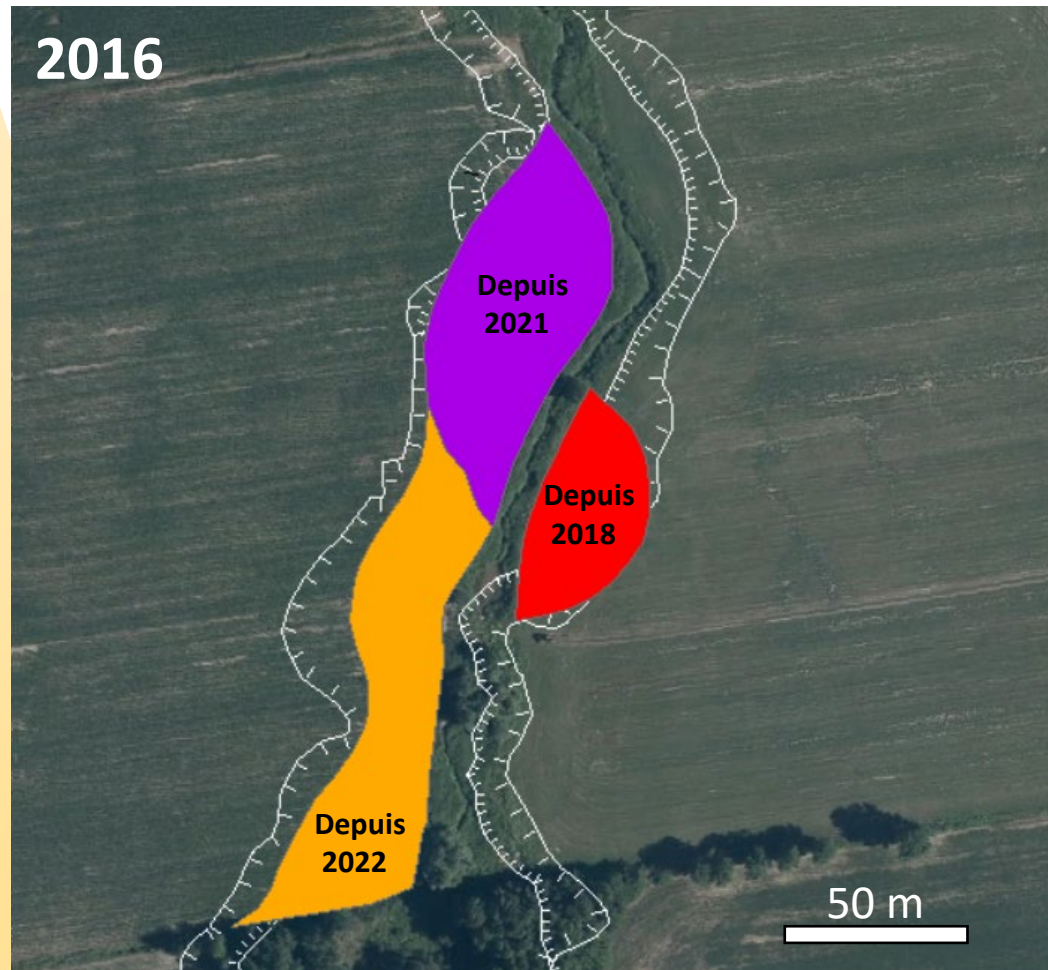
Composantes hydrogéomorphologiques de la zone de restauration

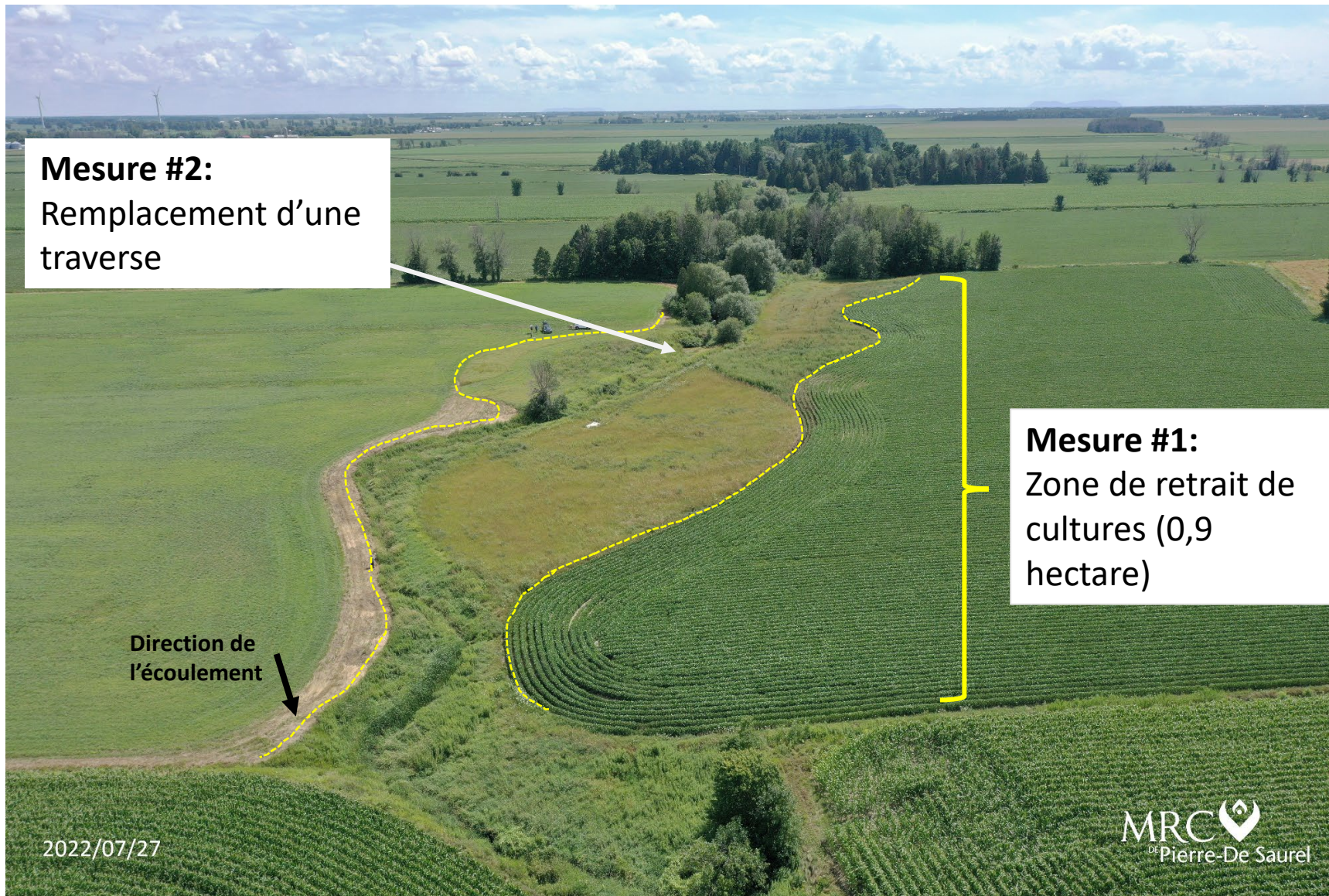


Des processus toujours actifs...



Mesure #1: Retrait des cultures de la plaine alluviale historique





Vue aérienne (par drone) du site de restauration (juillet 2022). Crédit photo: MRC Pierre de Saurel

Mesure #2: Remplacement de la traverse

Vue sur la traverse, vers l'amont du cours d'eau:



12 avril 2023

Mesure #2

Étude hydrogéomorphologique de la réfection d'une traverse

... UN PONCEAU À LA FOIS



Genevieve Marquis, Géo., Ph. D.

Francis Bonnier-Roy, Géomorphologue

Laurence Roussin, CPI

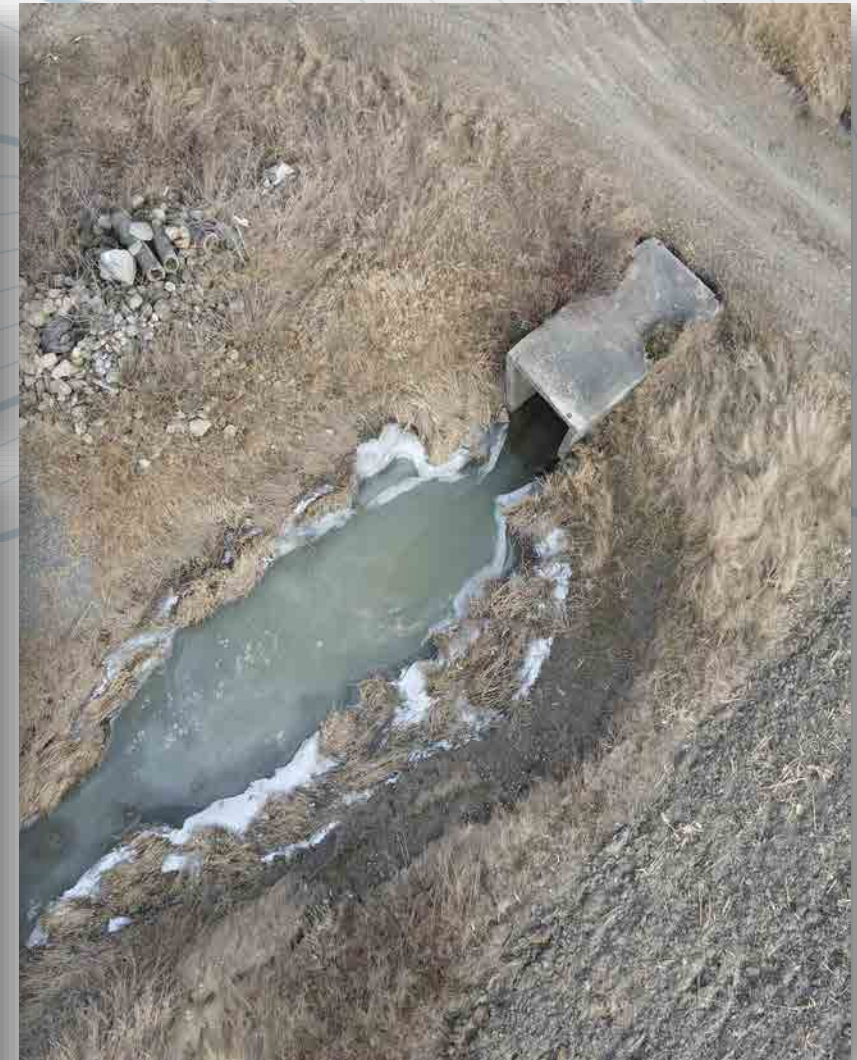
Christian Boyaud, Ing., M. Sc.



En collaboration avec

Jean-Philippe Marchand, M. Sc.

Pascale Biron, Ph. D.



Traverses en milieu agricole
Souvent artisanales et vieillissantes

Exemple de traverse adéquate (ponceau en arche)



Les ponceaux SOUS- dimensionnés



(a)



(b)



(c)



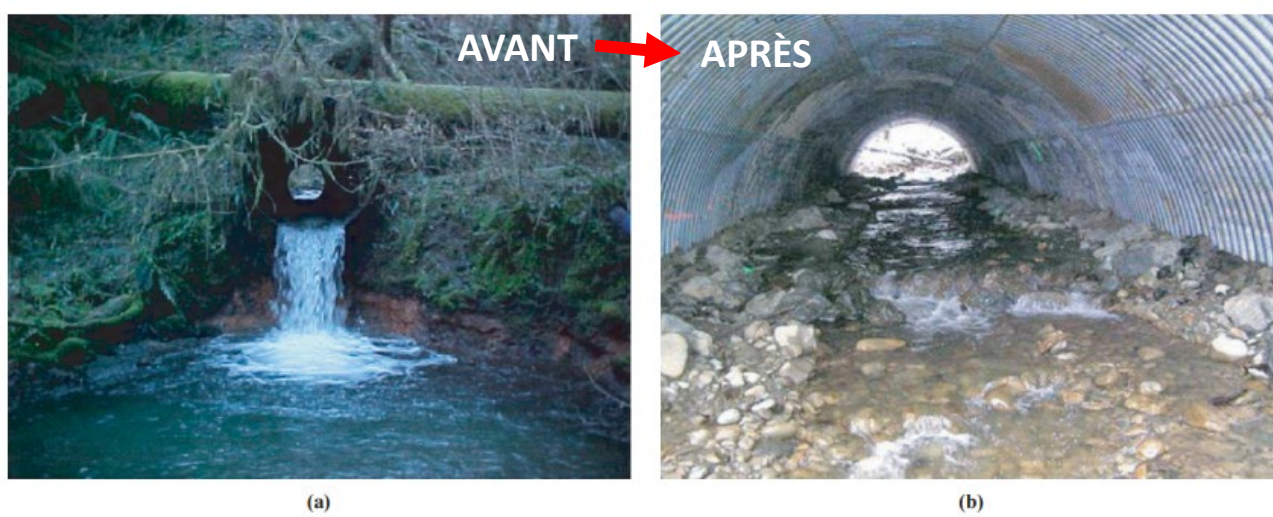
(d)

FIGURE 1 Effects of undersized culverts on channel morphology and fluvial processes: (a) upstream view of 6-ft (1.8-m) diameter culvert on Save Creek (Olympic National Forest, Washington), (b) downstream view of 3-ft (0.96-m) diameter culvert on North Thompson Creek (White River National Forest, Colorado), (c) upstream view of 6-ft (1.8-m) diameter culvert on unnamed stream (White Mountain National Forest, New Hampshire), and (d) upstream view of 9-ft (2.7-m) diameter culvert on Peavine Creek (Tahoe National Forest, California).

Cenderelli et coll. (2011)

Effet aval- vitesses de sorties
élevées, érosion du lit et des berges

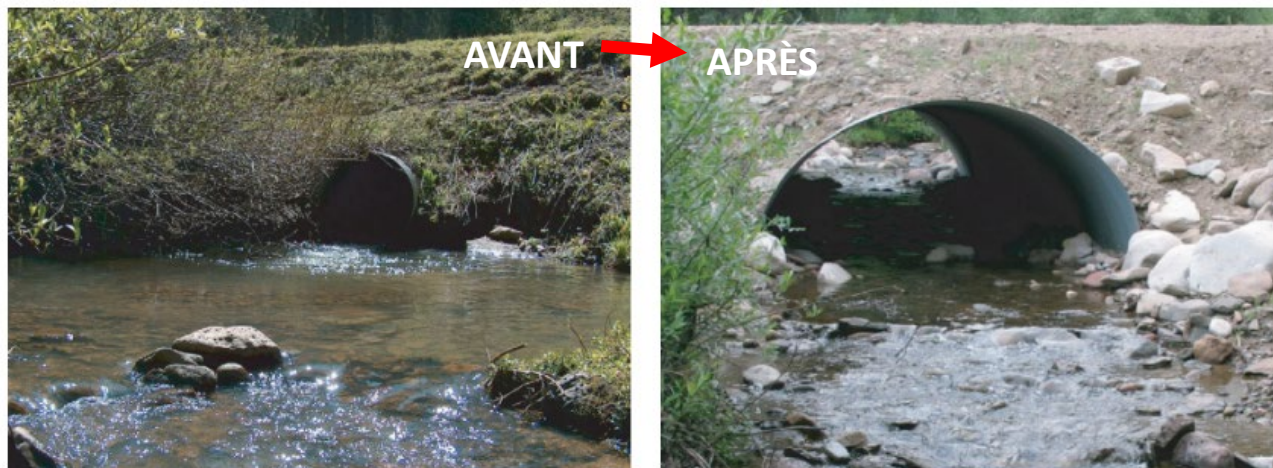
Effet amont – création d'une
retenue, diminution des vitesses



(a)

(b)

Les ponceaux Sous- dimensionnés



(c)

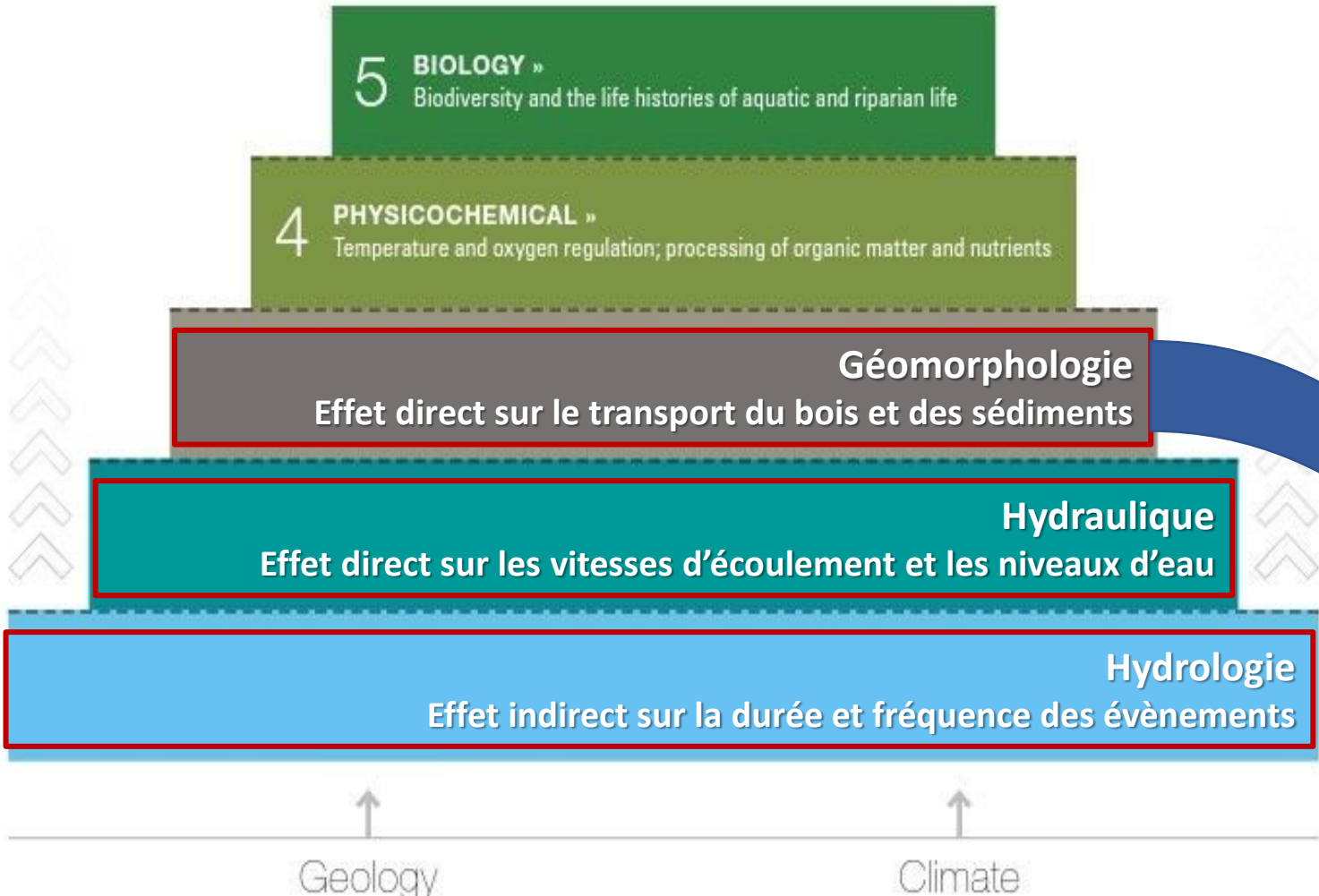
(d)

FIGURE 2 Road-stream crossings: (a) culvert built in late 1950s with diameter of 6 ft (1.83 m), length of 90 ft (27.4 m), and gradient of 2.1% before replacement along tributary to Middle Fork Salmon River, Washington; (b) same site as in (a) after the culvert was replaced using stream simulation design approach with open-bottom arch built in late 2005 with span of 18 ft (5.5 m), height of 9 ft (2.7 m), length of 95 ft (28.9 m), and gradient of 4.0%; (c) culvert built in late 1960s with diameter of 3 ft (0.96 m), length of 48 ft (14.6 m), and gradient of 2.0% before replacement along North Thompson Creek, Colorado; and (d) same site as in (c) after culvert was replaced using stream simulation design approach with pipe-arch culvert built in late 2008 with span of 12.2 ft (3.7 m), height of 8.5 ft (2.6 m), length of 48 ft (14.6 m), and gradient of 2.5%.

Cenderelli et coll. (2011)

Exemples de réfection

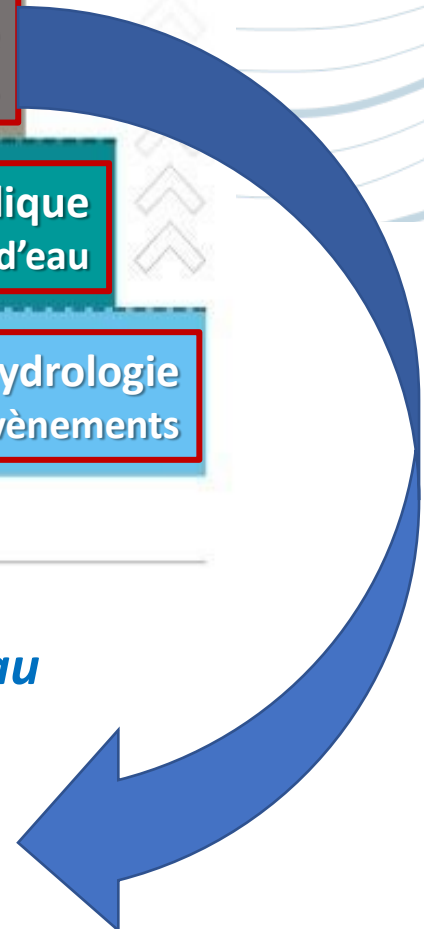
- Rétablissement de la connectivité hydrosédimentaire



Réflexion de traverse - Approches

Design classique – Basée sur une étude hydraulique au droit de la traverse

Design basé sur la dynamique hydrogéomorphologique du cours d'eau



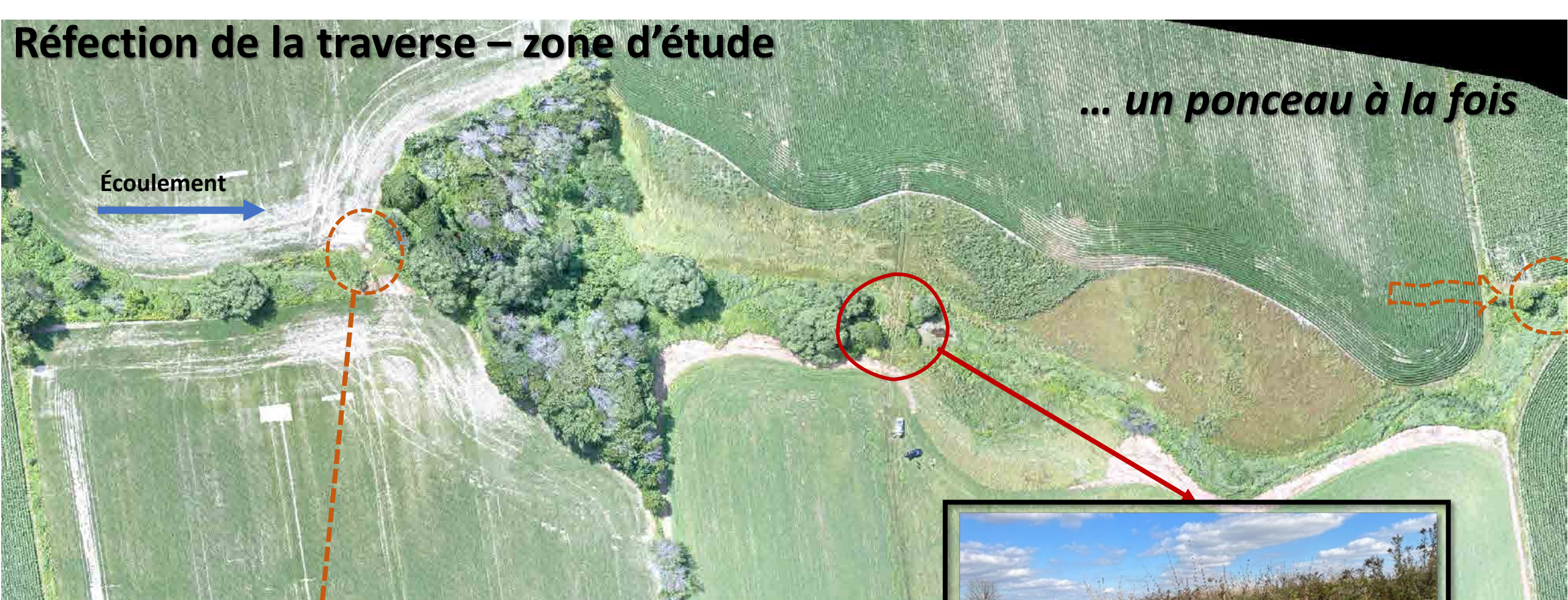
Hiérarchie du bon fonctionnement des cours d'eau

- Transport de sédiments (Capacité et compétence)
- Forme du chenal (migration latérale diversité des formes)
- Évolution du chenal (profil en long)
- Bande riveraine
- Transport et stockage du bois

Réfection de la traverse – zone d'étude

... un ponceau à la fois

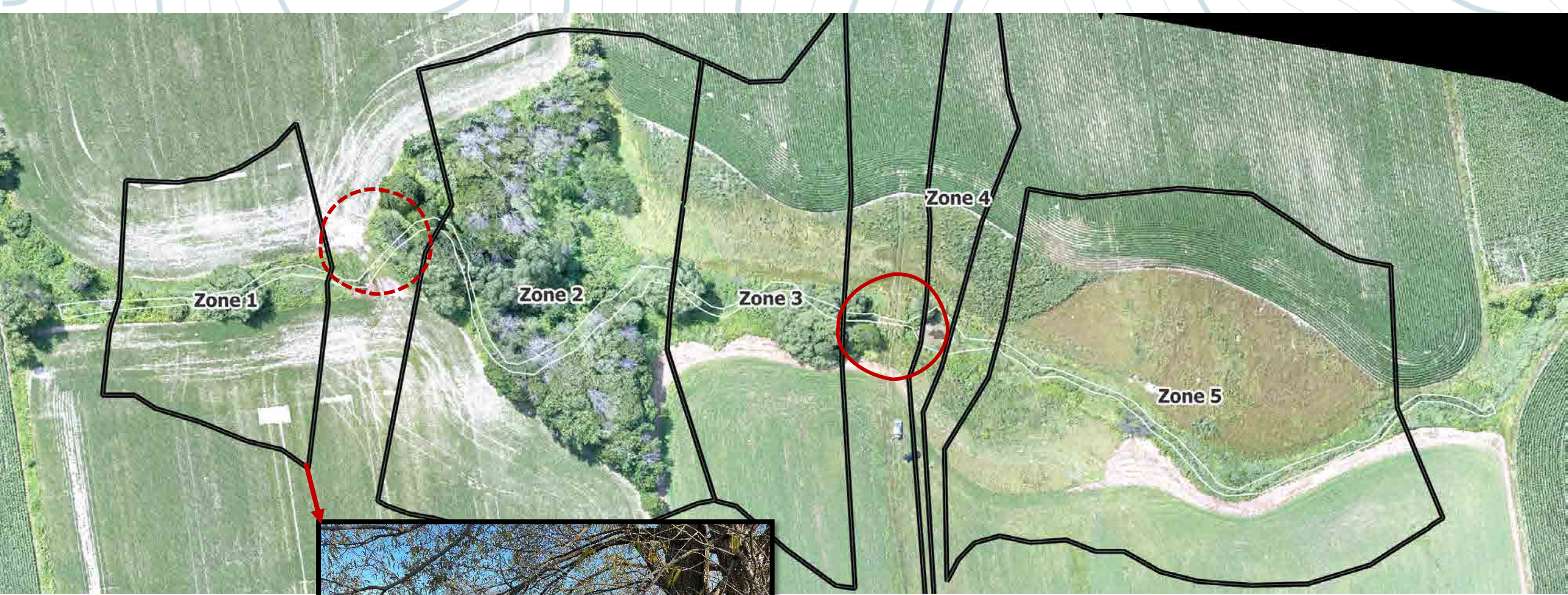
Écoulement



Ponceau amont



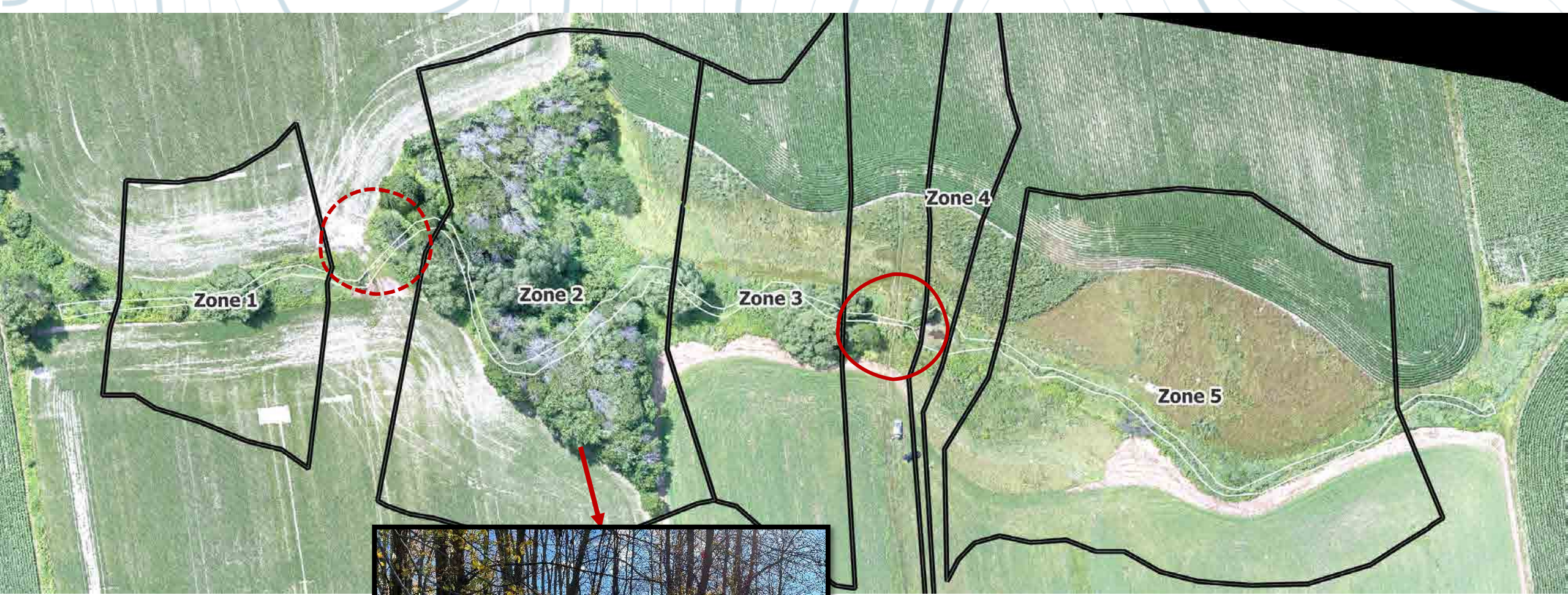
Ponceau aval (vue vers l'aval)



Zone 1 (vue vers l'amont)

Segment encaissé dans la vallée

Niveaux d'eau contrôlés par le ponceau

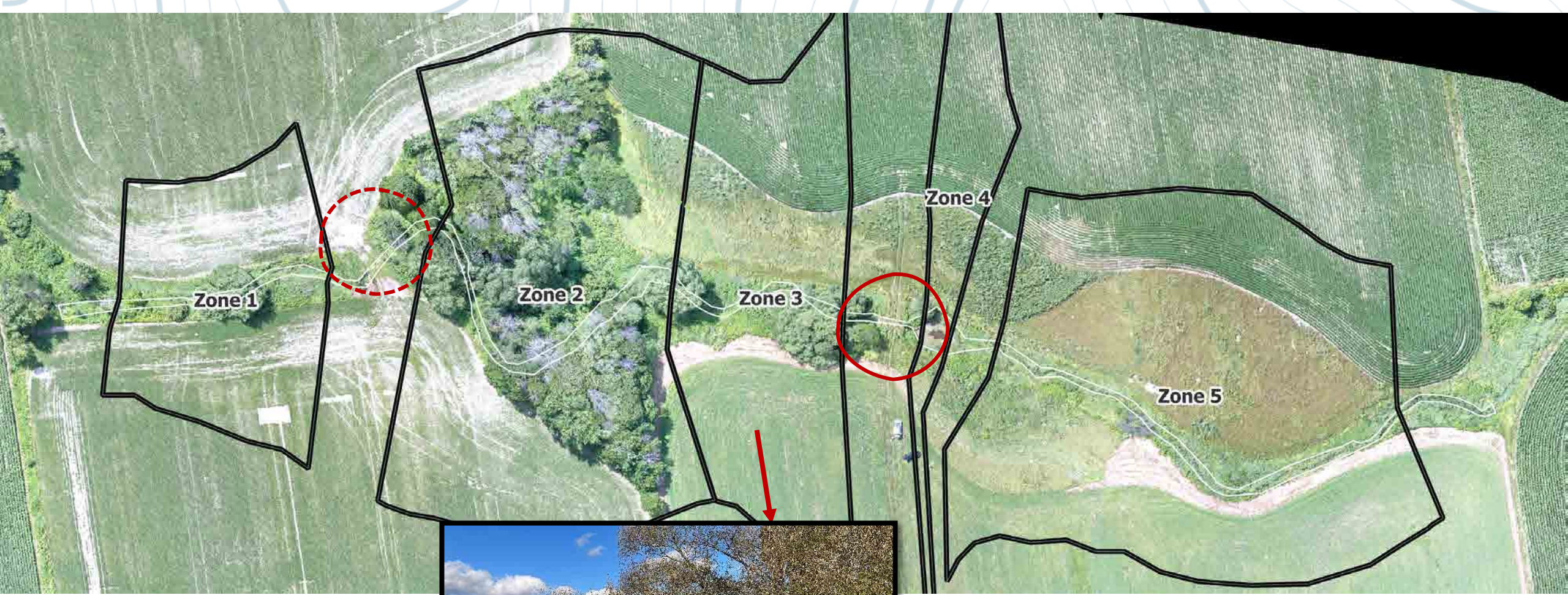


Zone 2 (vue vers l'aval)

Secteur de « référence » ou « analogue »

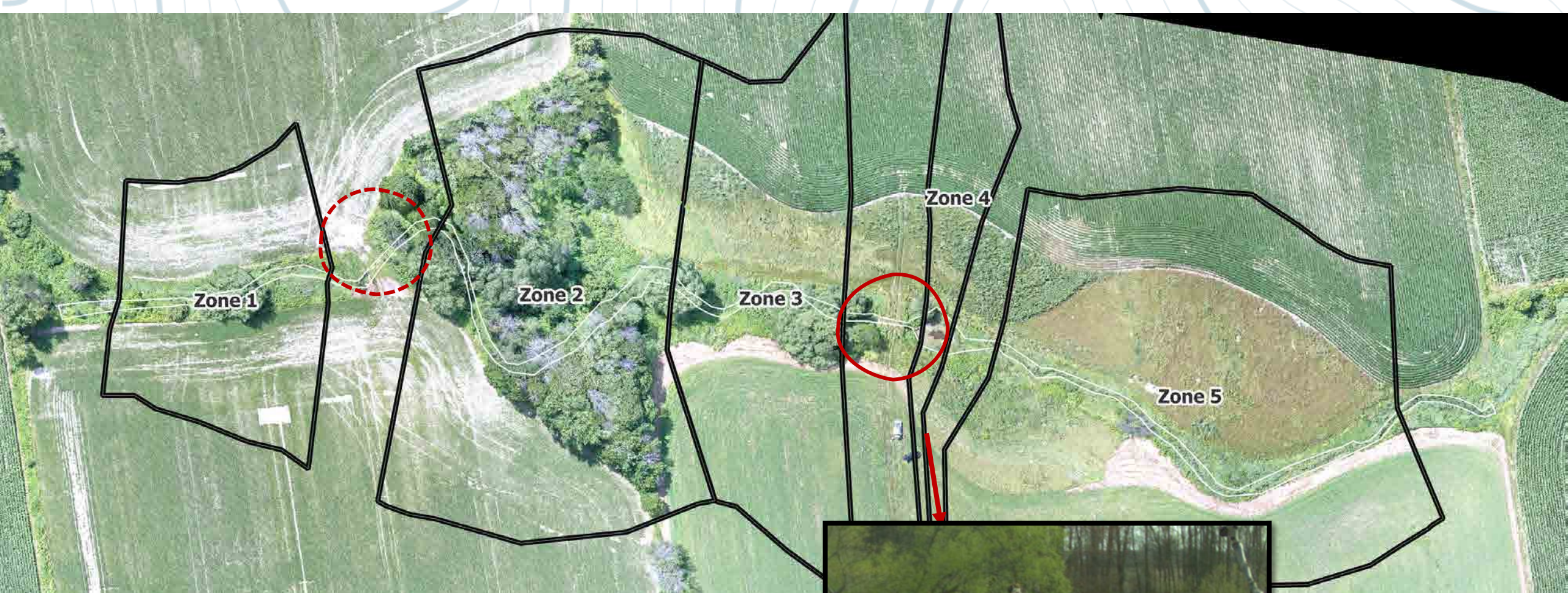
Bande riveraine boisé

Méandres, plaine alluviale avec formes
(méandre abandonné)



Zone 3 (vue vers l'amont)

Zone de transition vers le ponceau à remplacer
Chenal rectiligne, étroit, peu de variété de formes



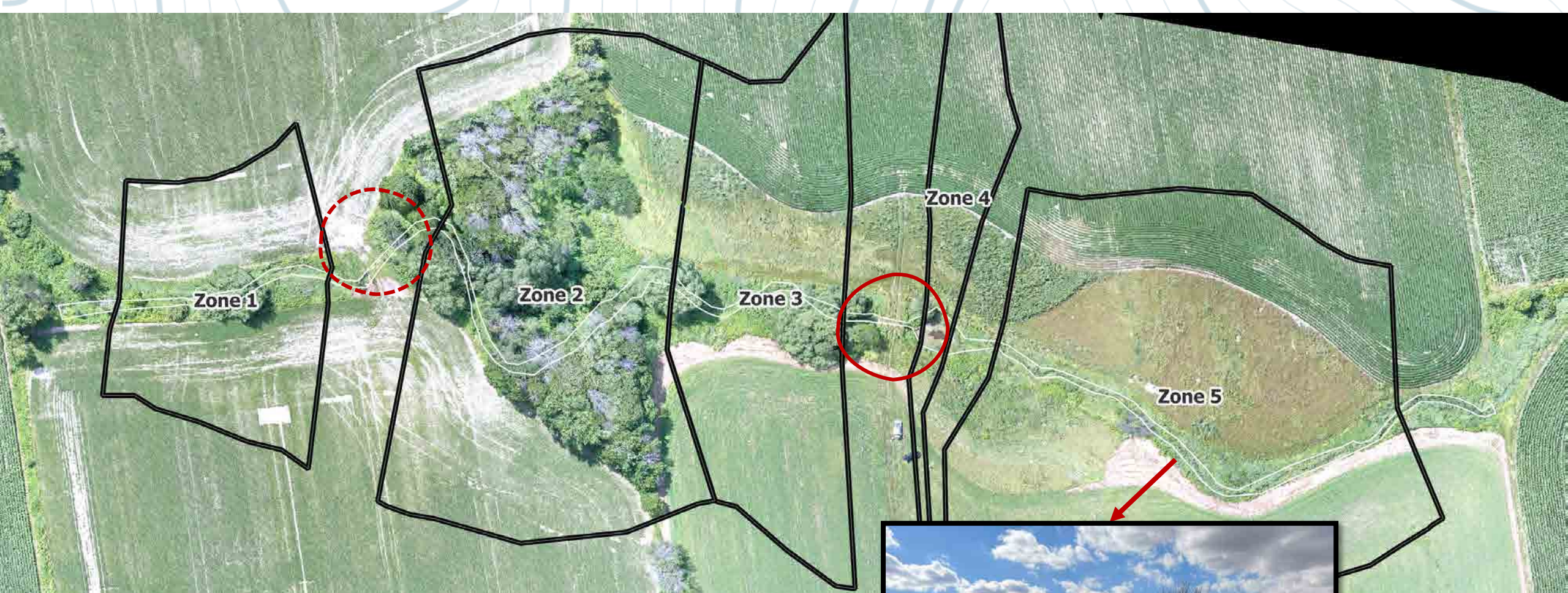
Fosse d'affouillement du ponceau,

Surcreusement de 1.15 m

Largeur du chenal doublée sur environ 15 m



Zone 4 (vue vers l'aval)



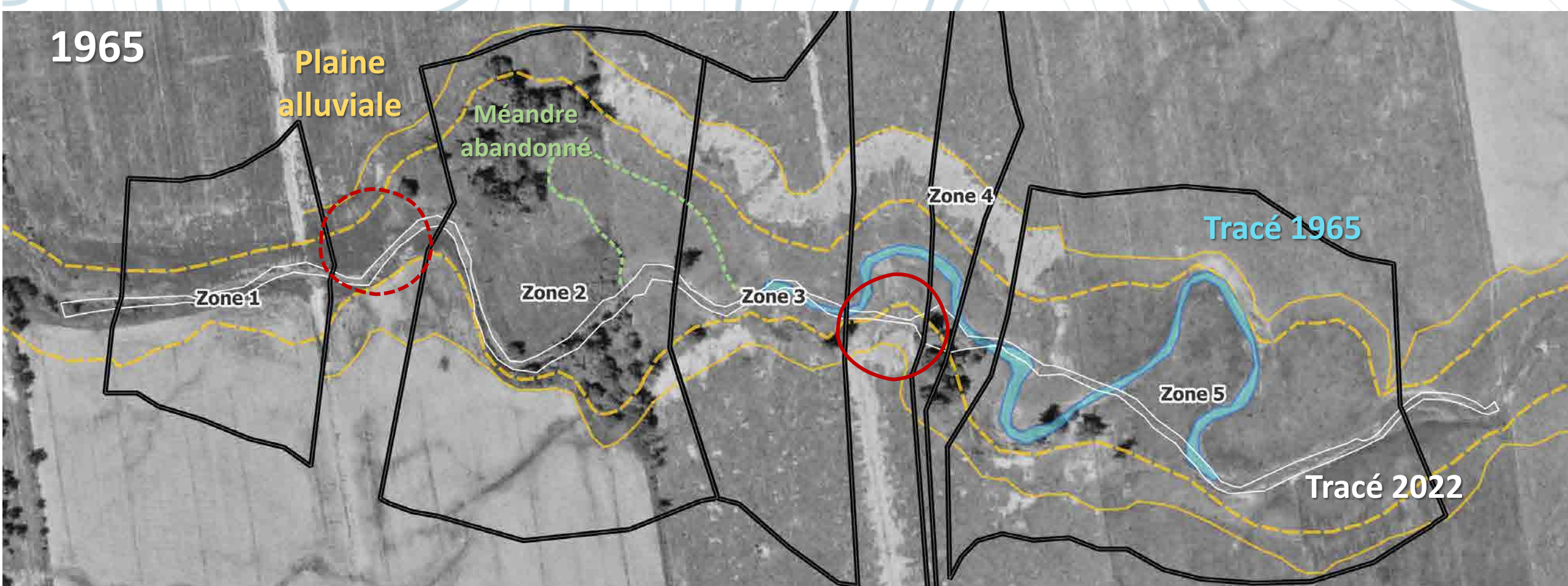
Zone de restauration passive (retrait des cultures)

Chenal linéarisé et remblayé

Ratio largeur/profondeur faible



Zone 5 (vue vers l'amont)

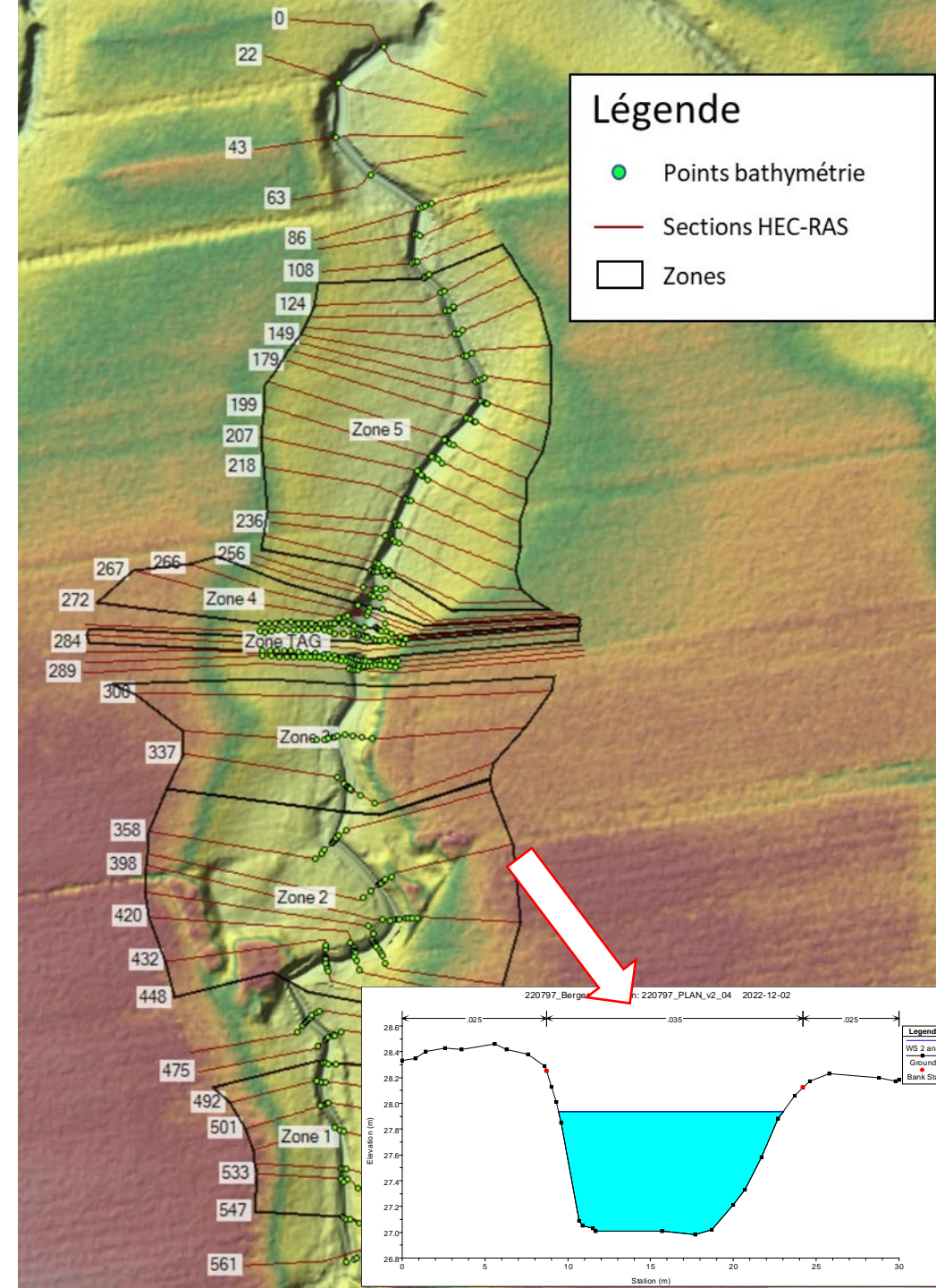


Conception basé sur la dynamique hydrogéomorphologique du cours d'eau

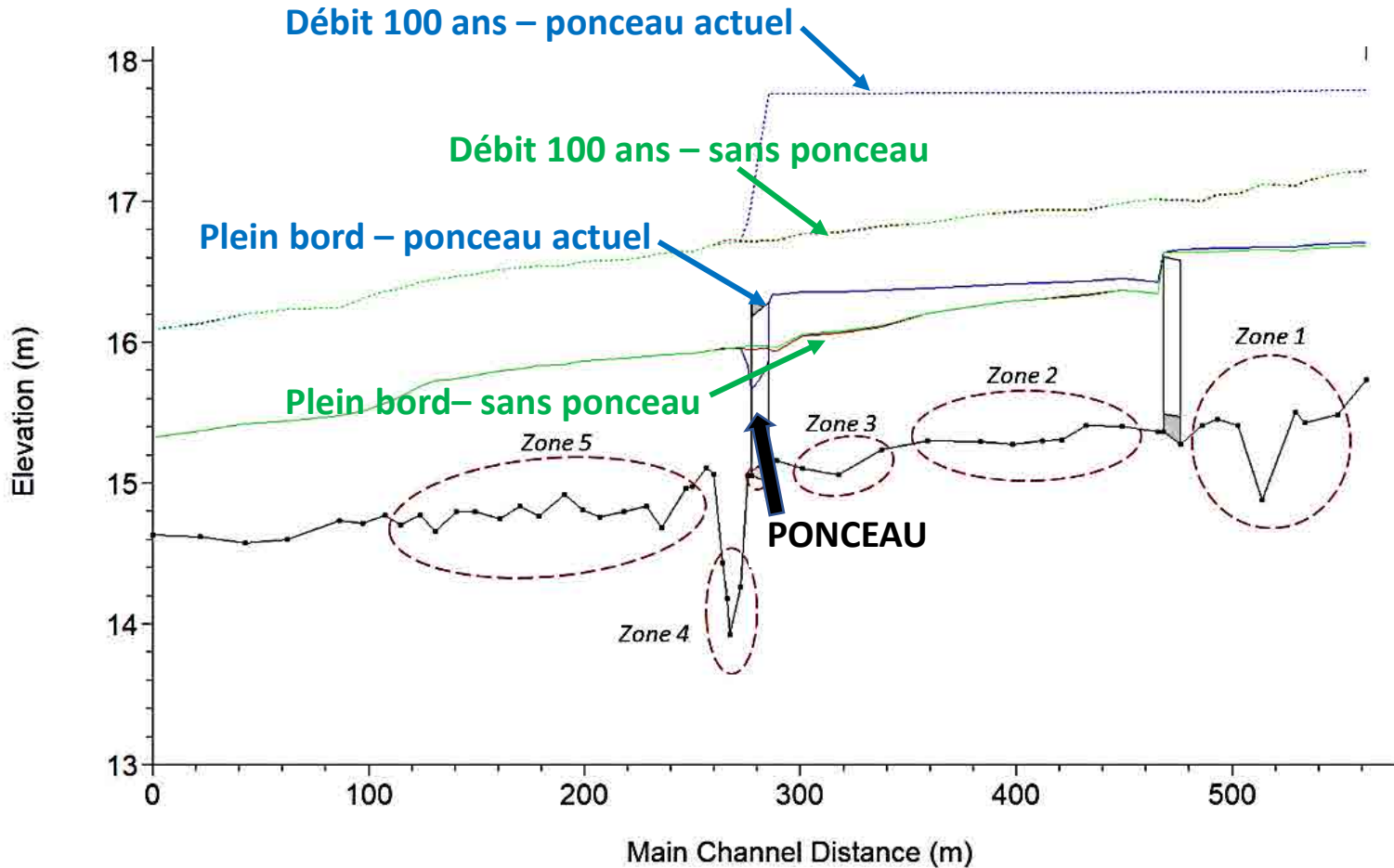
- Prise en compte de l'historique
- Prise en compte de la trajectoire géomorphologique
- Prise en compte des sédiments

Méthodologie

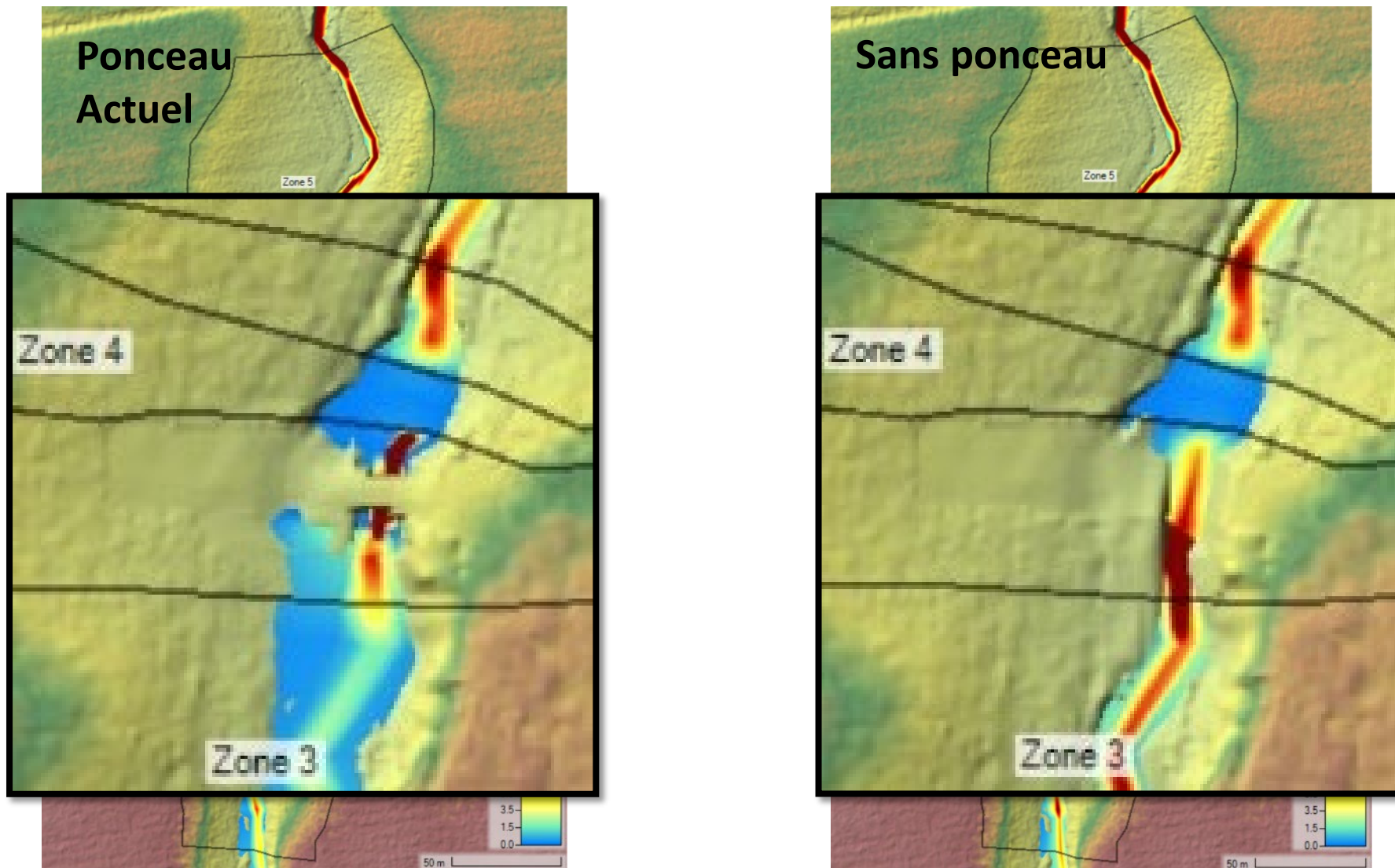
- Modélisation hydraulique (Hec-Ras)
 - Estimation des niveaux d'eau, des vitesses d'écoulement et des cisaillements pour une 50aine de sections transversales
 - Moyennes des résultats par zone
 - Simulations de débits différents (plein bord, 2 ans, 20 ans, 100 ans)
- Permet d'évaluer la dynamique actuelle
- Permet aussi de simuler
 - des scénarios de réfection de traverses ET
 - de modifications du terrain



Effet du ponceau actuel VS SANS PONCEAU sur les niveaux d'eau



Cisaillement (force de l'écoulement) au débit plein bord



Titre de section

Critères

Usager (producteur)

- Usage peu fréquent
- Machinerie lourde (30 000 kg)
- Faucheuse de 15 m de large
- Entretien faible ou nul
- Coûts raisonnables

Ingénierie

- Pérennité de l'ouvrage
- Dimensionnement crue 2 ans
- Faible complexité de mise en place
- Respect des règles de bonnes pratiques
- Libre passage du poisson

Hydrogéomorphologie

- Impact minimal de la traverse sur les niveaux d'eau, les vitesses et les cisaillement
- Continuité hydrosédimentaire

Scénarios de traverses

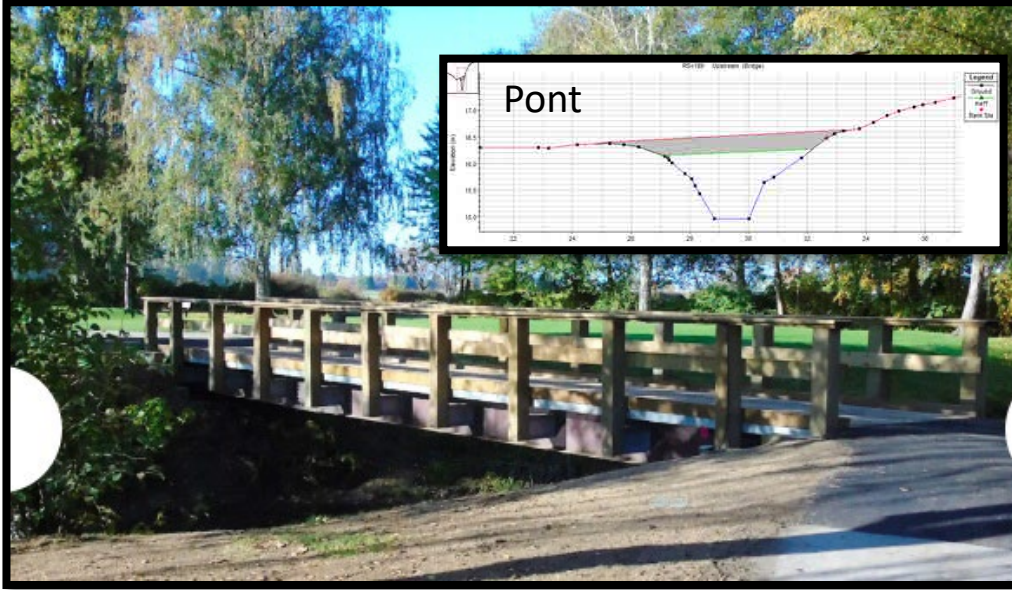
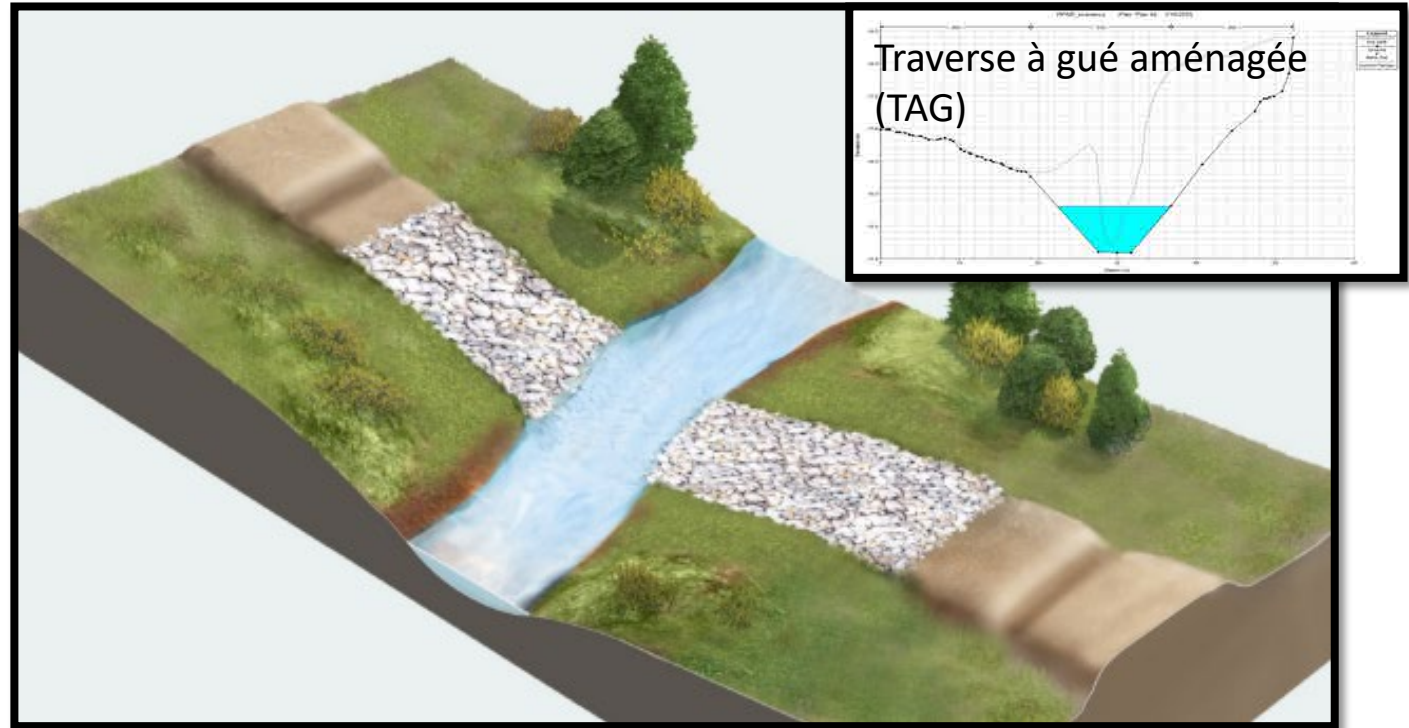
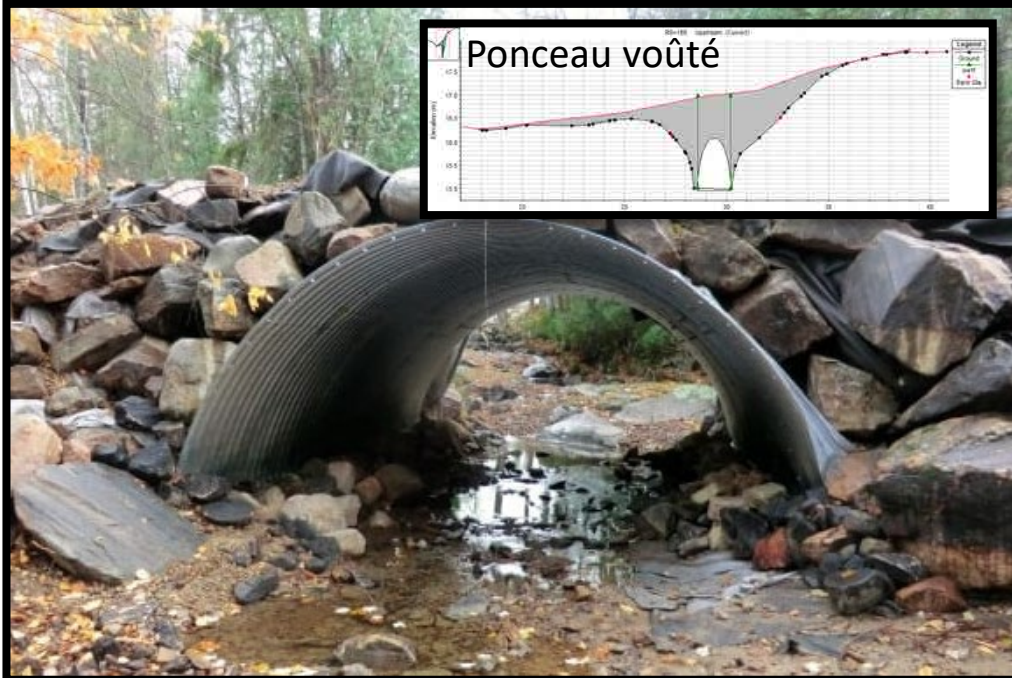
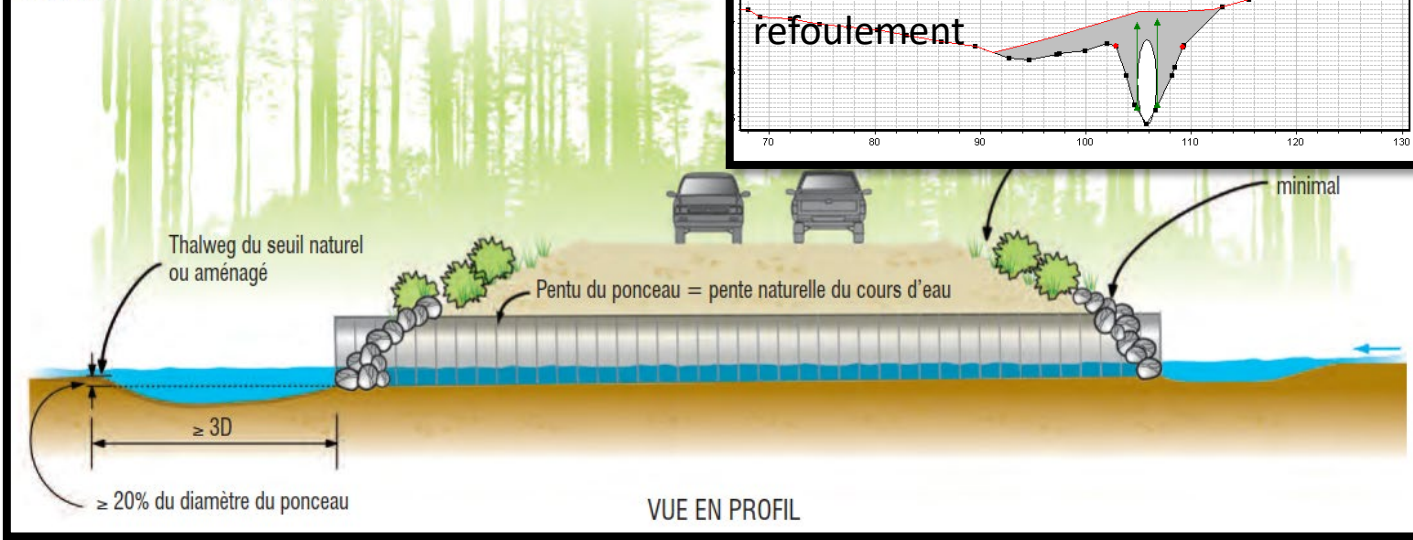
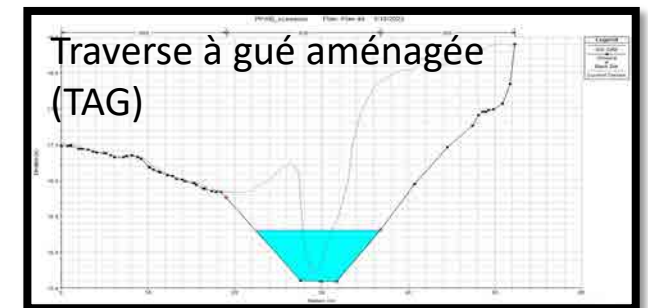
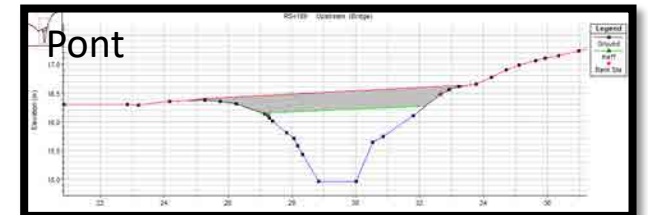
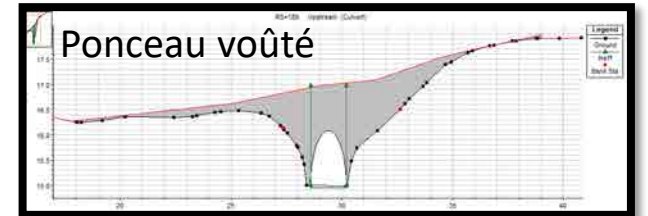
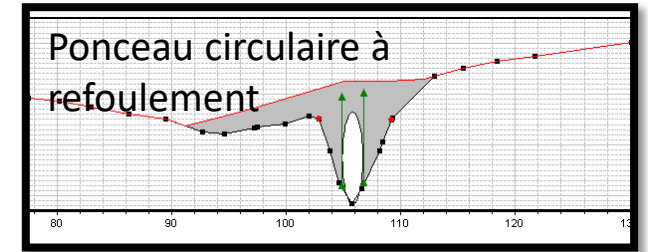
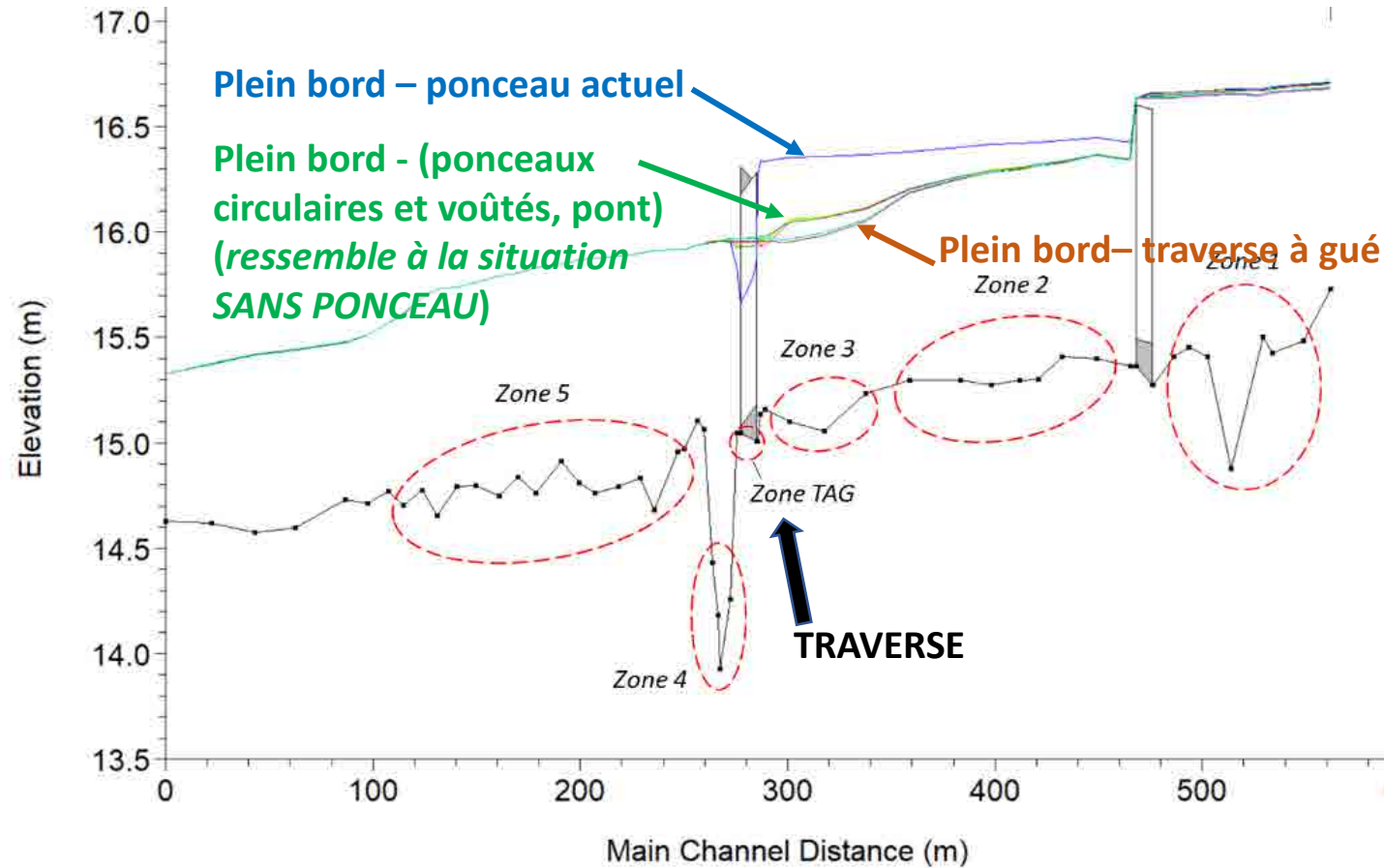


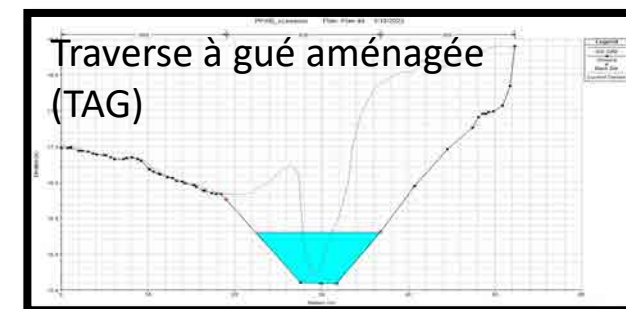
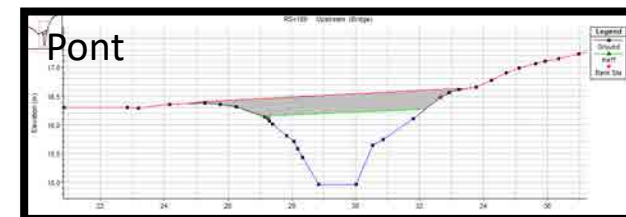
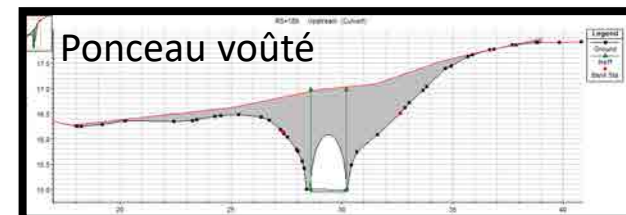
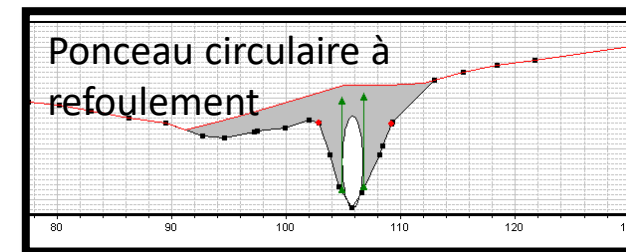
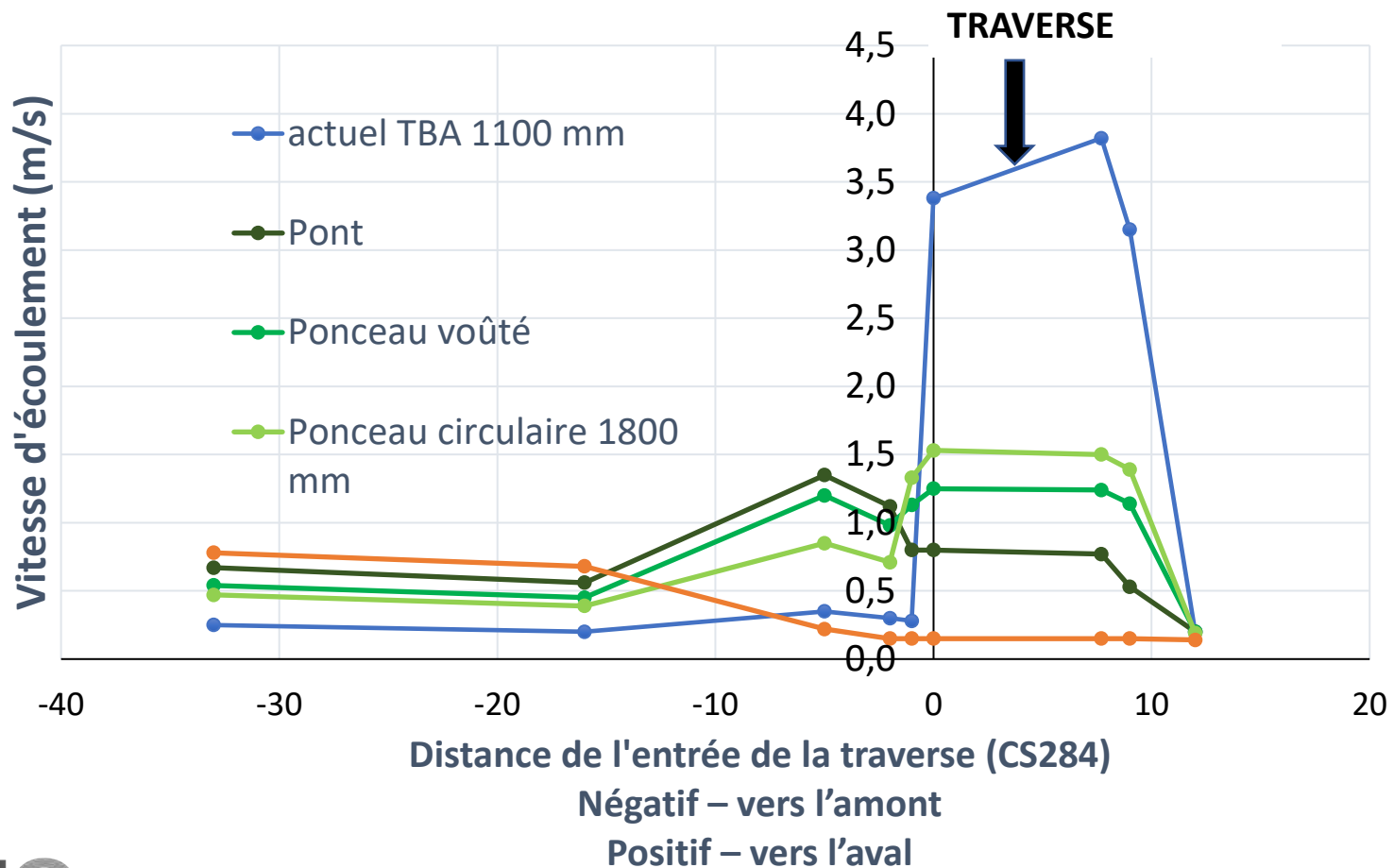
FIGURE 3.10 - PONCEAU À REFOULEMENT



Effet du ponceau actuel VS SCÉNARIOS DE TRAVERSE sur les niveaux d'eau

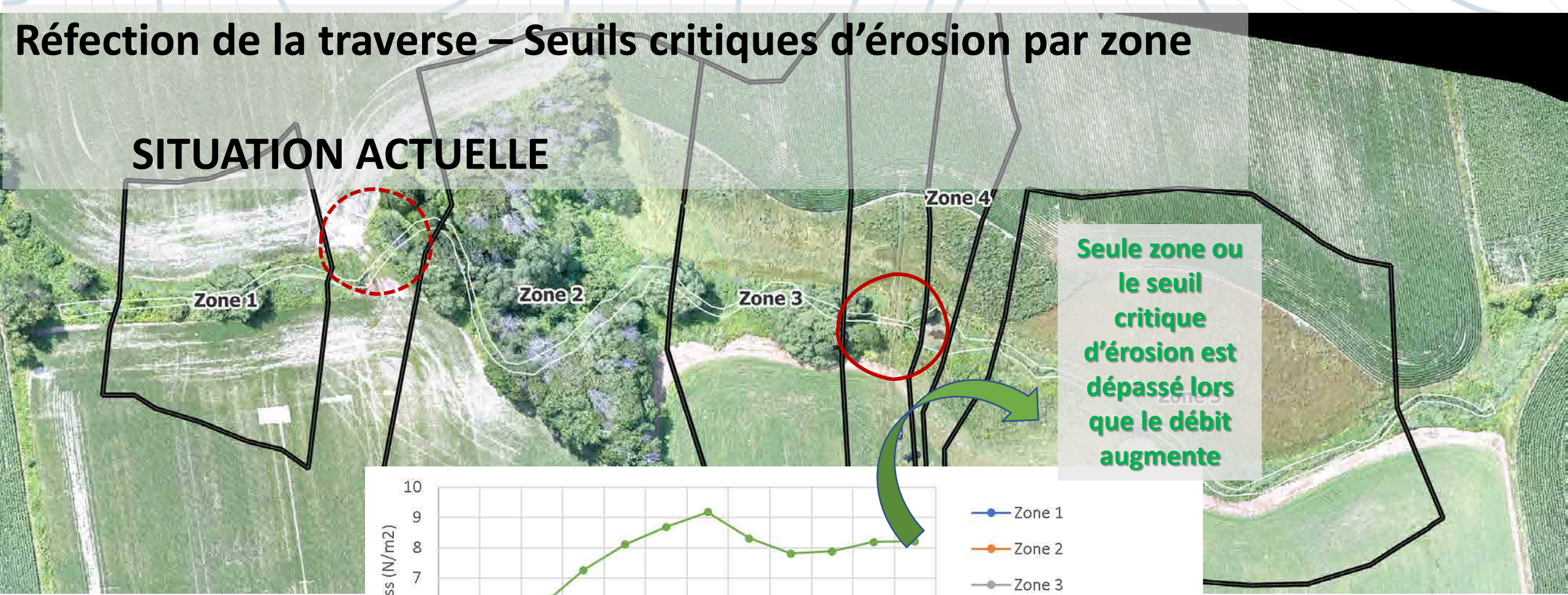


Effet du ponceau actuel VS SCÉNARIOS DE TRAVERSE sur les vitesses de sortie pour un débit 2 ans

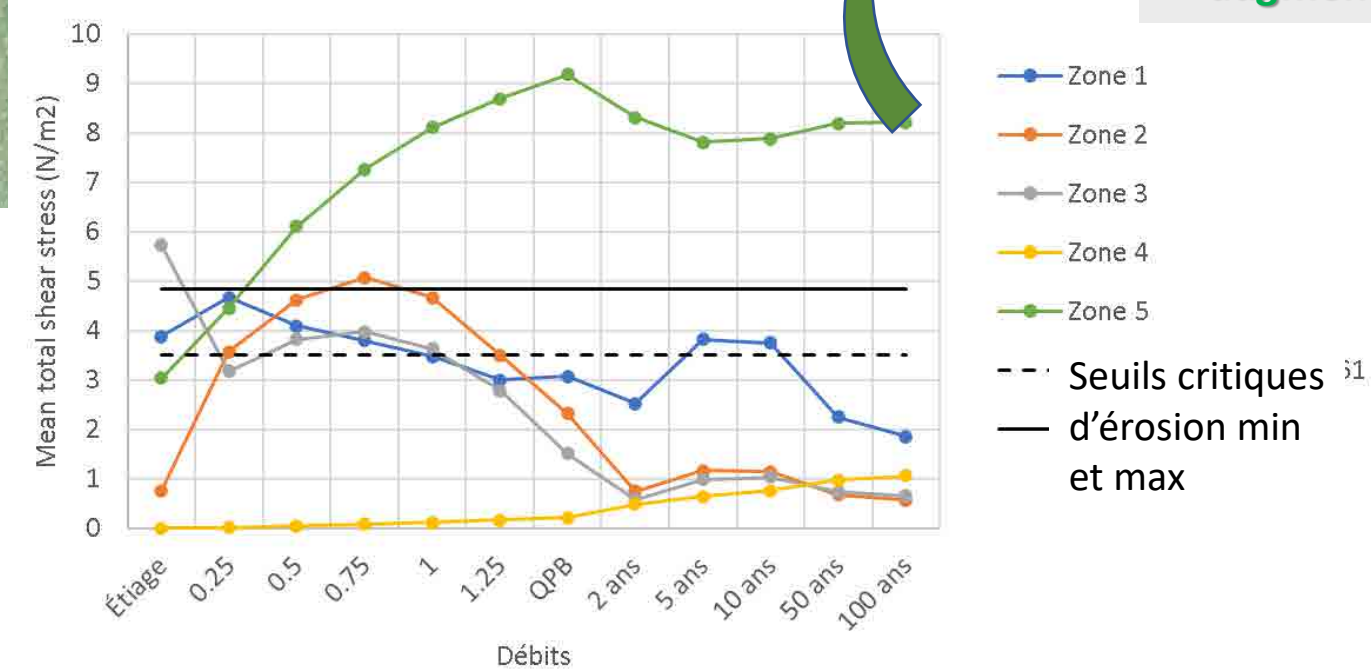


Réfection de la traverse – Seuils critiques d'érosion par zone

SITUATION ACTUELLE



Seule zone ou le seuil critique d'érosion est dépassé lors que le débit augmente



Réfection de la traverse – Seuils critiques d'érosion par zone

SITUATION POST RÉFECTION



Restauration du dépassement du seuil critique d'érosion, surtout pour les grand débit

Restauration du dépassement du seuil critique d'érosion

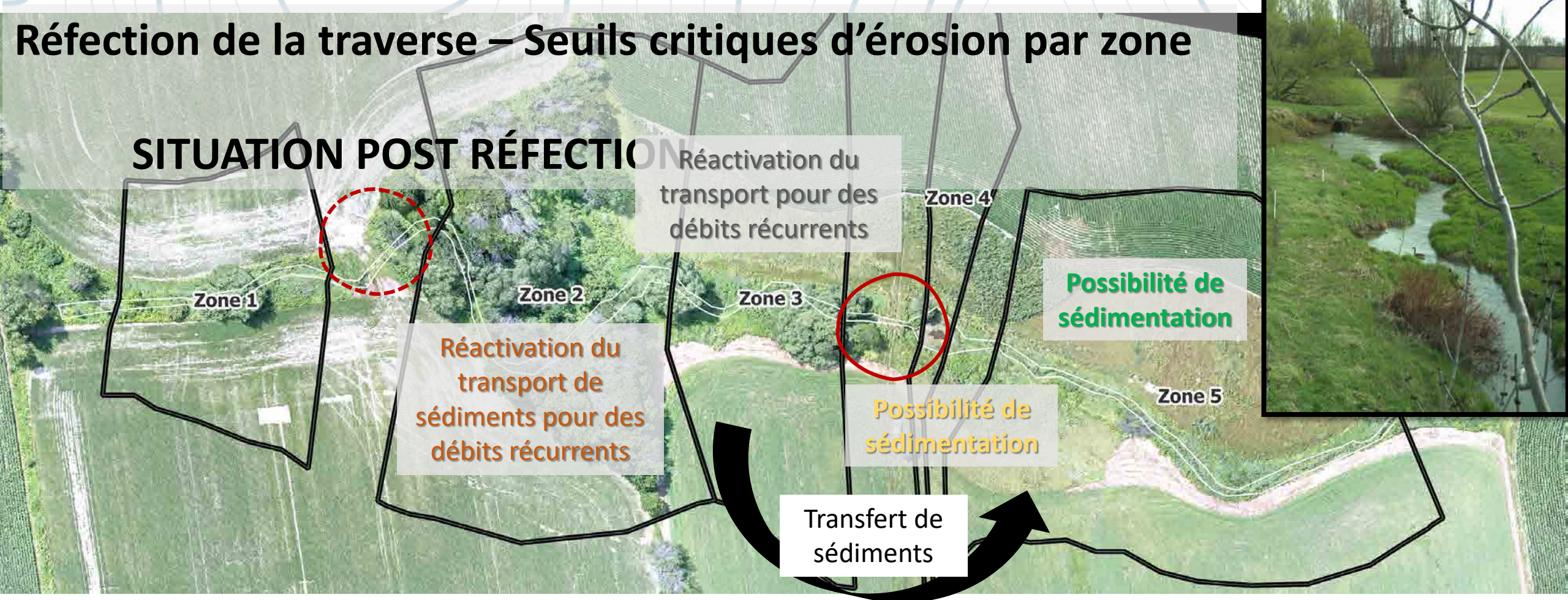
Restauration du dépassement du seuil critique d'érosion

Pas de changements

Pas de changements

S'il n'y a pas de changements dans la zone de restauration (5), quel est l'intérêt de changer la traverse ?

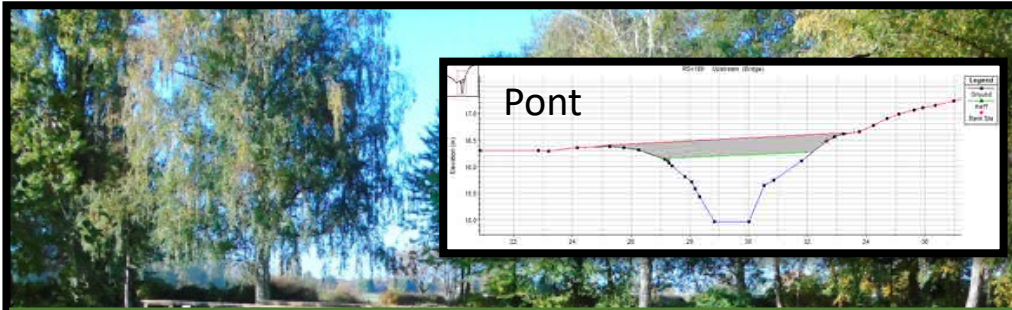
Réfection de la traverse – Seuils critiques d'érosion par zone



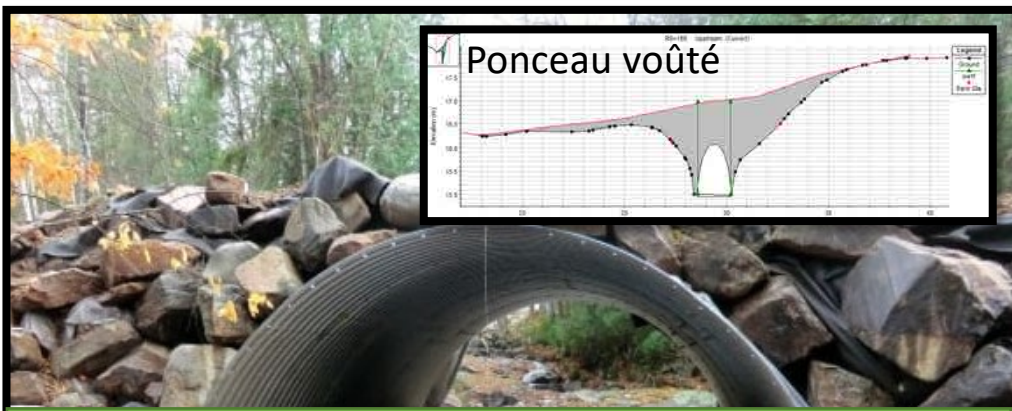
Restauration des dynamiques de transport de sédiments

- Ajustement du profil en long
- Restauration de la migration latérale
- Transport et stockage du bois

Scénarios de traverses



- Très bon choix pour les dynamiques hydrosédimentaires
 - OK pour l'utilisateur
 - Ok pour l'ingénierie
 - Installation facile
- Prix déraisonnable (200 000 \$ et +)



- Bon choix pour les dynamiques hydrosédimentaires
 - OK pour l'utilisateur
- Ingénierie risquée en milieu argileux,
 - Installation invasive (semelles)
 - Prix élevé (75 000 \$)

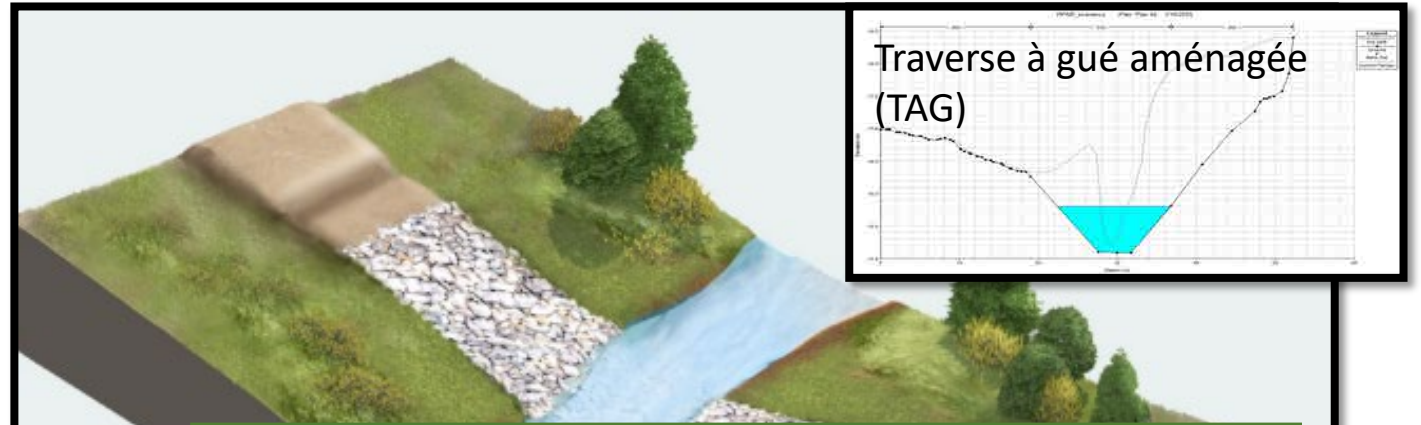
FIGURE 3.10 - PONCEAU À REFOULEMENT

Thalweg du seuil naturel

minimal

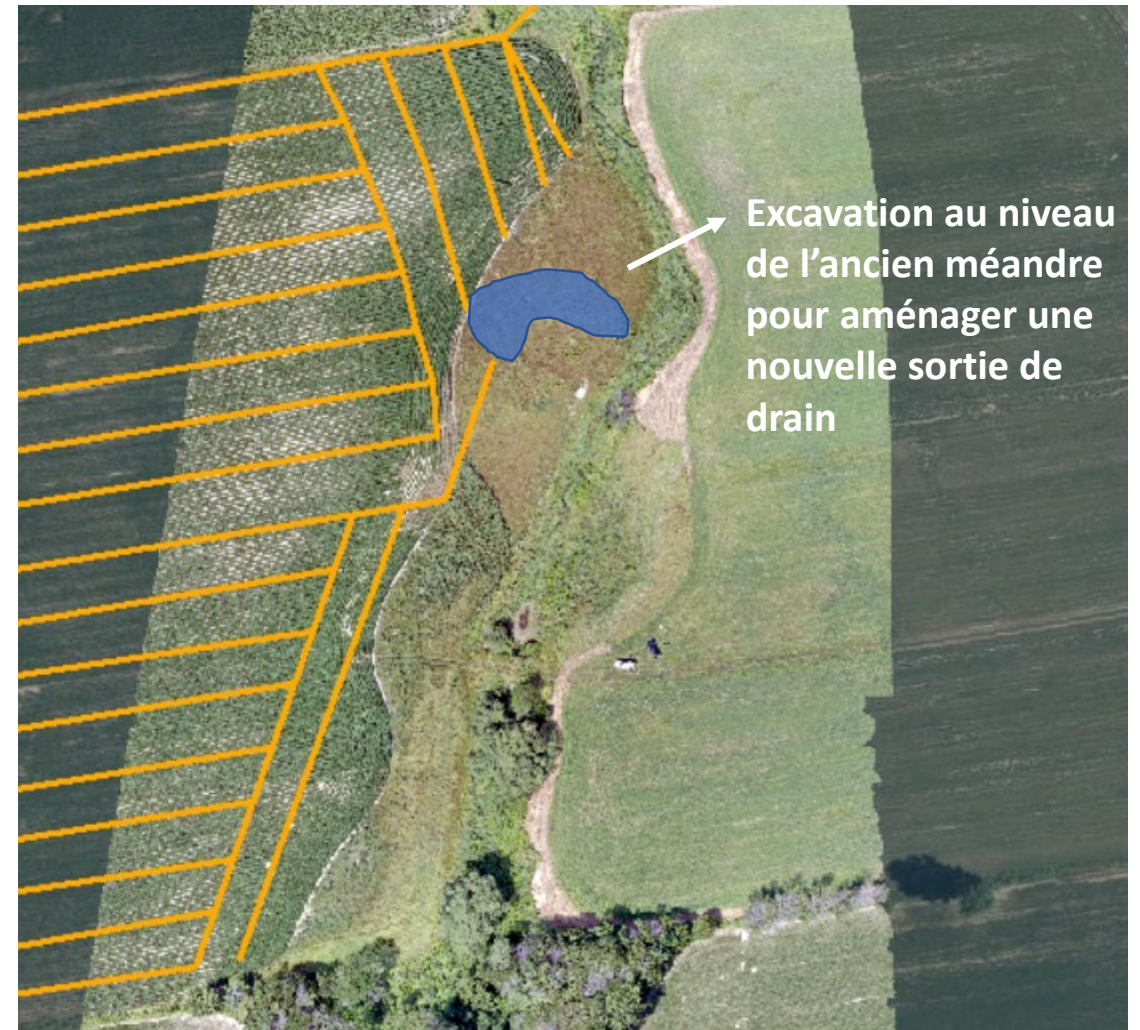
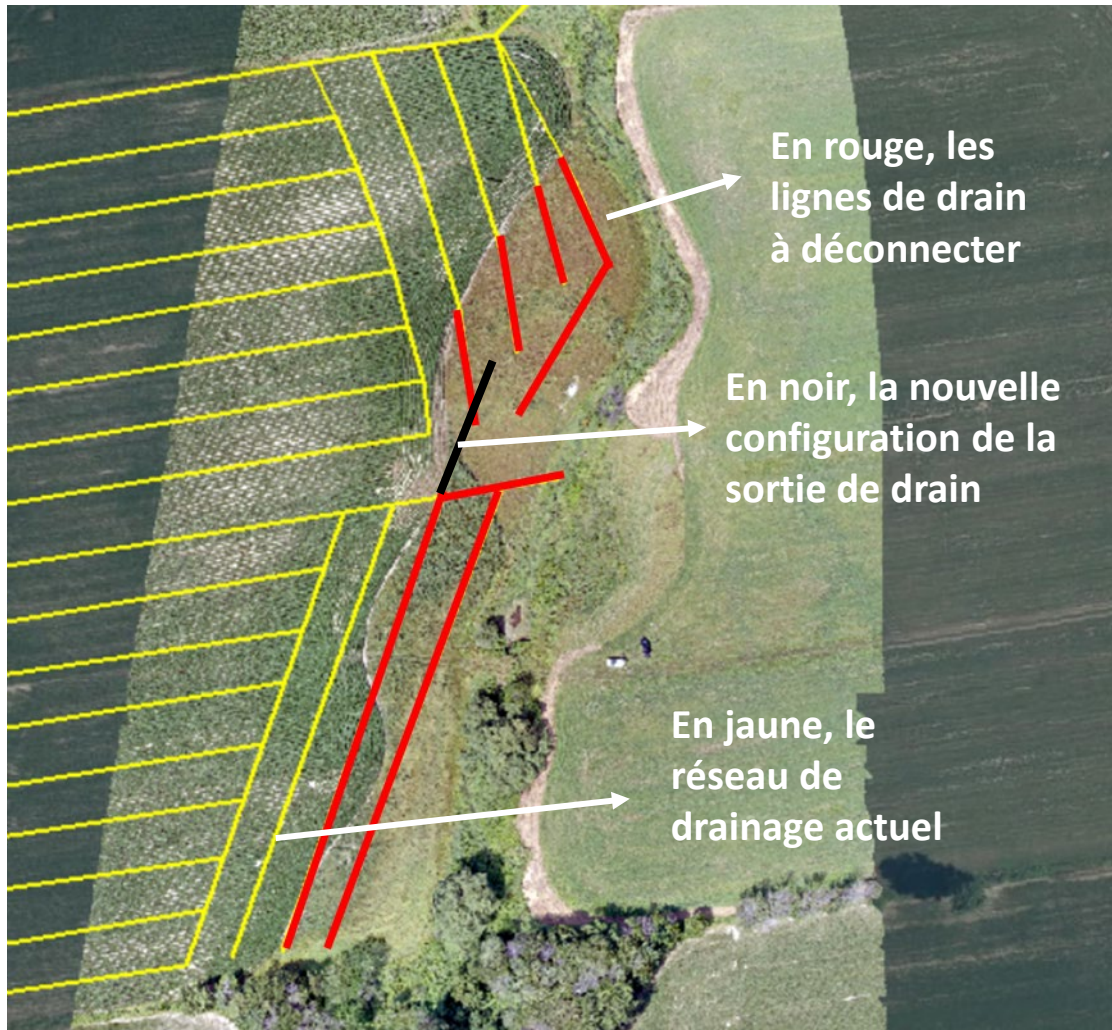
≥ 20%

- Choix correct pour les dynamiques hydrosédimentaires
 - OK pour l'utilisateur
 - OK pour l'ingénierie
 - Installation simple
 - Prix correct (40 000 \$)

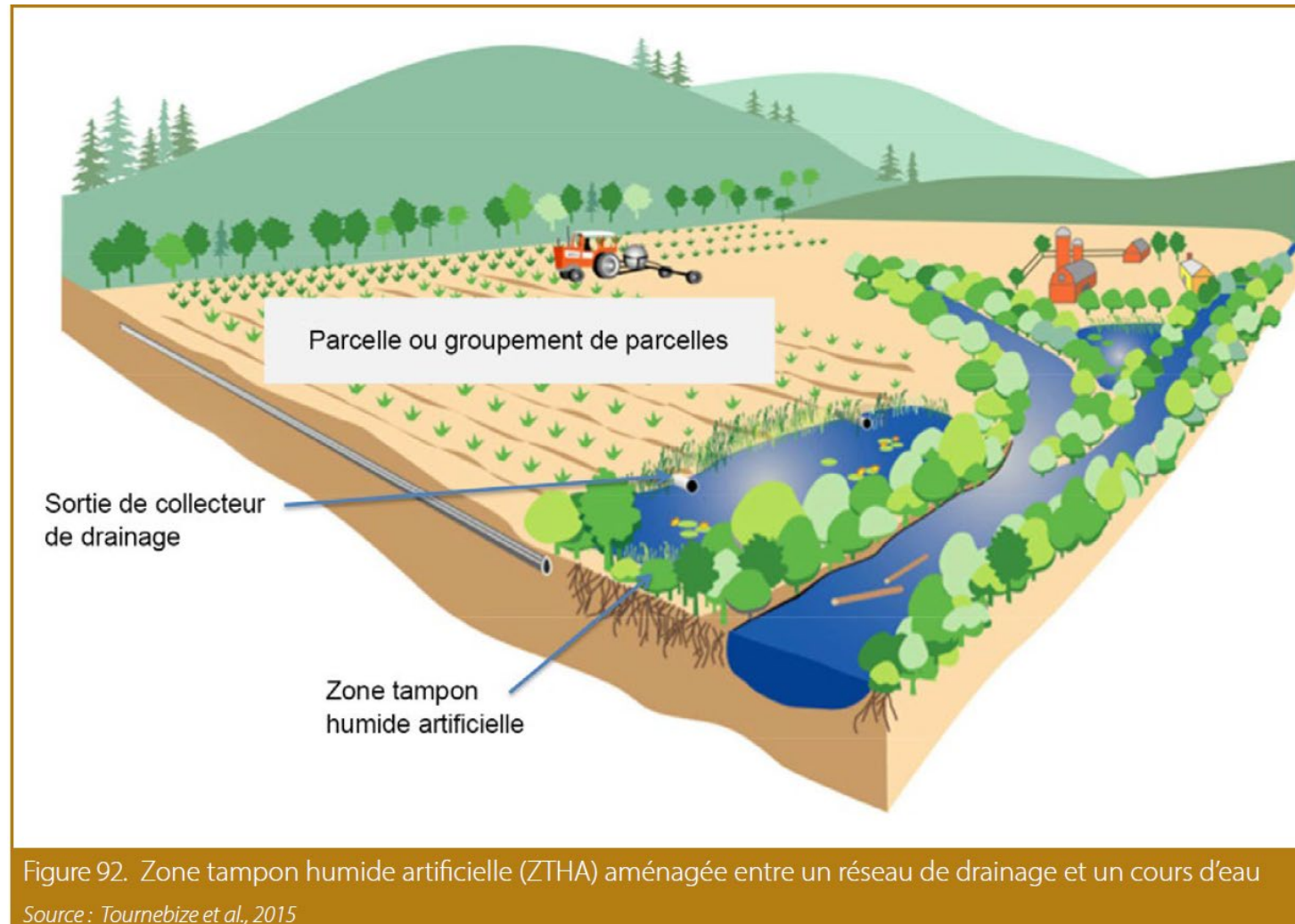


- Bon choix pour les dynamiques hydrosédimentaires
 - Inconvénients pour l'utilisateur
 - Ok pour l'ingénierie
 - Installation facile
 - Pas de retrait nécessaire si passage abandonné
 - Faibles coûts si déblais traités sur place (20 000 \$)

Mesure additionnelle dans une potentielle phase 2: Modification du réseau de drainage



Zones tampons humides artificielles



Les défis de la pérennisation

- Définition de pérennisation

Entreprendre des actions à travers une démarche (de restauration) en vue de fournir un niveau approprié de bénéfices tout en ayant la capacité que la démarche se poursuive au-delà du cycle de vie des ressources investies.

- Plusieurs types de modalités:

- Technique
- Économique
- Réglementaire
- Humain

Mesures de pérennisation

• Modalités techniques

Quel soutien technique doit-on fournir pour maintenir un niveau d'engagement élevé de la part des producteurs et des organismes subventionnaires envers la démarche de restauration?

Exemple de modalités:



- Établir un protocole de suivi et de gestion des espèces envahissantes nuisibles (plantes, ravageurs, etc.)
- Établir un protocole de suivi écologique efficace et pertinent
- Taille de la végétation en bordure dans la zone de retrait de cultures

Mesures de pérennisation

- **Modalités économiques**

Quel soutien financier (type, montant, durée) doit permettre de ne pas impacter négativement la rentabilité de l'entreprise agricole tout en restant acceptable d'un point de vue sociétal?

Exemple de modalités:



- Privilégier le financement de certaines mesures passives de restauration à celles actives.
- Programme d'allègement fiscal et de rétributions financières pour les bénéfices environnementaux engendrés.
- Évaluation de l'impact des mesures de restauration sur la rentabilité de l'entreprise ou sur la valeur marchande de la propriété

Mesures de pérennisation

- **Modalités réglementaires**

Quelles mesures réglementaires ou légales peuvent assurer une distribution des responsabilités juste et durable entre le propriétaire terrien, l'organisme subventionnaire (et un tiers, le cas échéant)?

Exemple de modalités:



- Choix d'un modèle de conservation: rachat de terres, servitude environnementale, obligation contractuelle sans transfert des droits de propriété, etc.
- Arrimage avec le cadre légal existant (ex. autorisation de la CPTAQ, autorisation environnementale, régime d'entretien des cours d'eau)

Mesures de pérennisation

• Modalités sociales

Quels sont les organismes ou acteurs de confiance pour accompagner les producteurs agricoles tout au long du processus administratif de planification, implantation et suivi des mesures de restauration?

Exemple d'acteurs:



- MRC/Municipalité
- Organisme de bassin versant
- Club-conseil en agronomie
- Firme de génie-conseil
- Syndicat de producteurs

Un questionnaire pour connaître la perception d'autres producteurs agricoles

- Objectif: analyser les modalités d'un projet de restauration de cours d'eau en milieu agricole pour le rendre attrayant et acceptable pour des producteurs agricoles.
- Précédé d'une présentation sur les fondements de l'hydrogéomorphologie
- 90 minutes
- Choix de réponses





Merci de votre écoute!

