

Club des gestionnaires des levées et du lit du bassin de la Loire

influence de la dynamique hydro-sédimentaire et
des travaux d'entretien du lit
sur les populations de Peupliers noirs et Saules
blancs en Loire Moyenne.

Coraline Wintenberger

Direction : J.G. Bréhéret
Co-direction : S. Rodrigues, M. Villar

➤ Introduction

- ❖ Contexte général
- ❖ Objectifs

➤ Problématique et approches

- ❖ Axes de recherche
- ❖ Intérêts
- ❖ Matériels et méthodes

➤ Présentation des sites

- ❖ Choix des sites
- ❖ Sites potentiels pour l'étude
- ❖ Détail sur le 1^{er} site retenu : Mareau-aux-Près

An aerial photograph of a wide river system. A large, light-colored sandbar or point bar dominates the lower right and center of the frame, partially separating the main river channel from a smaller, more turbulent section on the left. The riverbanks are lined with dense green forests. Beyond the river, the landscape consists of a patchwork of agricultural fields in various shades of green and brown, interspersed with small clusters of buildings and more forested areas. The overall scene depicts a natural riverine environment in a rural setting.

Introduction

Enjeux de gestion du lit de la Loire

Incision du lit de la Loire et conséquences environnementales et socio-économiques

- gestion de la ligne d'eau de crue
- remobilisation des sédiments
- maintien d'un bon état écologique

Retour d'expérience et efficacité à long terme des travaux d'entretien

- efficacité relative
- interrogation sur les pratiques

Enjeux environnementaux globaux

- régression des espèces à bois tendre (renouvellement)
- diversité d'habitats
- influence de l'évolution morphologique des cours d'eau

Fondamentaux

Apporter des connaissances dans les thématiques suivantes :

- Adaptation du système fluvial aux pratiques sur les sédiments
- Adaptation des peupliers noirs et saules blancs (stade juvénile) aux contraintes de l'écoulement
- Impact de gestion sur le renouvellement des populations de peupliers noirs et de saules blancs et sur leur diversité génétique

Appliqués

Apporter des réponses au problème de végétalisation

- Compréhension de l'impact des pratiques de gestion
- Conseils de gestion adaptée pour différents enjeux

An aerial photograph of a river landscape. The river flows from the top left towards the bottom center. To the left of the river, there are several small, light-colored ponds or wetlands. The right bank of the river is characterized by a wide, sandy or silty area with sparse vegetation. Beyond this, there are green agricultural fields and a small village with several buildings. The background shows more fields and a line of trees under a clear sky.

Problématique et approches

3 axes principaux

Axe 1 : Impact scarification sur dynamique hydro-sédimentaire

→ Hétérogénéité des corps sédimentaire et potentialité de colonisation

Axe 2 : Impact des travaux d'entretien (pratiques et période) sur la reproduction des *Salicaceae*

→ Stimulation reproduction sexuée ou végétative

Axe 3 : Impact contraintes sur installation et maintien

→ Adaptations des *Salicaceae* et rétroaction entre hydraulique et transport sédimentaire

Axe 1

Impact scarification sur
dynamique hydro-
sédimentaire

Interrogation

Quelles sont les caractéristiques des nouvelles unités morphologiques créées suite aux travaux de scarification ?

Hypothèses de travail

Influence rugosité + vitesses d'écoulement

↳ modification localisation et mobilité des sédiments

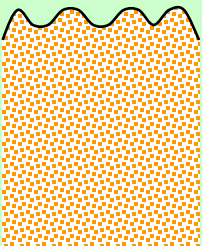
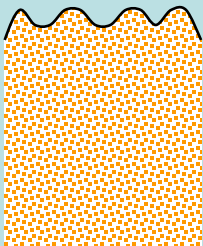
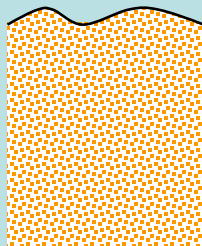
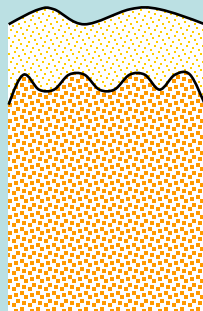
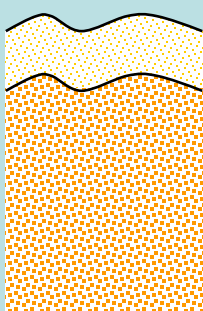
Morphologie initiale influence microtopographie

↳ spécifique pour les travaux de scarification

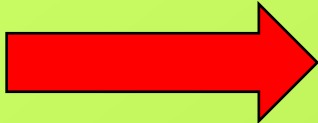
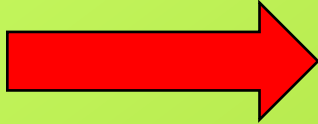
Interrogation

Quelles sont les caractéristiques des nouvelles unités morphologiques créées suite aux travaux de scarification ?

Evolution des corps sédimentaires

Année n	Année n+1			
	Pas de dépôt		Dépôt	
				
Scarification	Pas de modifications	Façonnement surface topographique (avec ou sans érosion)	Conservation de la structure de l'année n sous les dépôts de n+1	Façonnement de la surface scarifiée (avec ou sans érosion) avant dépôt n+1

Objectifs

-  Comprendre l'adaptation de la morphologie fluviale
-  Obtenir un retour d'expérience de la pratique de scarification : atteinte de l'objectif de remobilisation et quantification
-  Evaluer l'influence sur installation potentielle de nouveaux semis

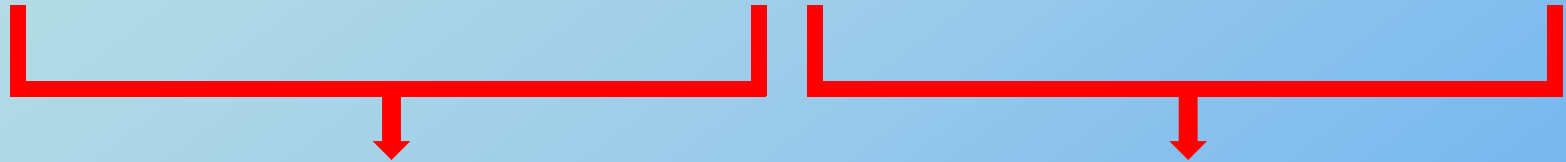
Suivi d'évolution

Eté

Automne

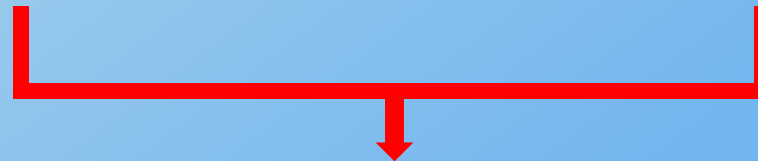
Hiver

Printemps



**Suivi morphologique et
sédimentologique**

**Suivi de la dynamique
hydro-sédimentaire en crue**



BILAN + PROCESSUS

Matériels et méthodes

Etat initial après travaux

A
P
P
R
O
C
H
E
S

Topo et micro-topographie
Scan laser, DGPS (MNA)



Granularité

analyses granulométriques *in situ*
et *ex situ*, surface et profondeur



Mareau-aux-Près

Structure sédimentaire
coupe et cartographie des
corps sédimentaires



Coupe stratigraphique : site de Bréhémont

Dynamique en crue

Direction et vitesse d'écoulement
mesures ADCP

Axe de charriage
bathymétrie mono-multifaisceaux

Evolution (n+1 et n+2)

Topographie
bilans de stock, évolution morphologique

Mobilité des sédiments
chaînes d'érosion



Mareau-aux-Près



Mareau-aux-Près

Granularité et répartition spatiale des sédiments

Axe 2

Impact des travaux
d'entretien sur la
reproduction des
Salicaceae

Interrogation

Pratiques d'entretien favorables au renouvellement des populations de *Salicaceae* ?

- ➔ Effet direct : formation d'environnement propice à l'installation de semis
- ➔ Effet indirect : formation de structures sédimentaires permettant le maintien à $n+1$

Hypothèses de travail

Certaines pratiques + favorables reproduction végétative
VS reproduction sexuée

Objectifs

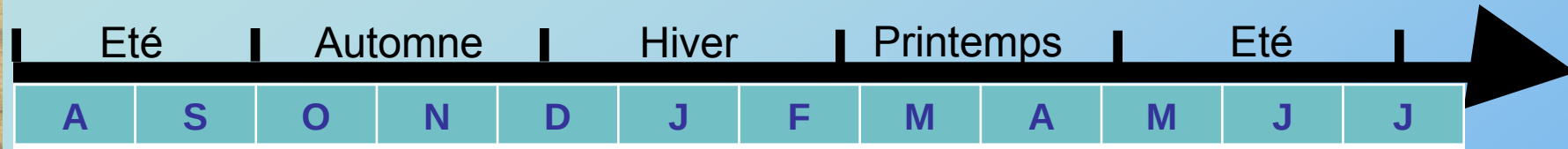
➔ Estimer l'importance de chaque type de reproduction

➔ Déterminer des fréquences de travaux et logistique associée

➔ Déterminer influence sur diversité génétique



Suivi recolonisation



Repousses
après travaux ?

Repousses
après crues ?

Installation de semis ?

Oui

**Cartographie
DGPS**

**Nb populations
observations terrain**

**Cartographie et localisation précise
scan Laser et DGPS**



Proportion semis / repousses végétatives
observations présence de dicotylédones
taille et vitesse de croissance



Renouvellement génétique

Analyses et comparaison de populations avant/après travaux

Diversité génétique

Comparaison de la diversité génétique des populations avant/après travaux

Axe 3

Impact des contraintes
sur l'installation et le
maintien des nouveaux
semis

Interrogation

Comment la morphologie fluviale influence-t-elle le maintien des populations de l'année n à $n+1$?



Macro-formes = support issues et soumises à des contraintes spécifiques

Hypothèses de travail

Structures sédimentaires influencent ancrage et maintien

Topo et microtopographie influence structuration spatiale

Influence scarification sur ces 3 facteurs

Objectifs

- ➔ Connaissance développement des semis
- ➔ Déterminer existence adaptation phénotypique (système aérien et racinaire)
- ➔ Evaluer rapport contraintes / spécificité semis et déterminer des seuils de tolérances

Vitesse de croissance
Structure
Architecture
Capacité de pénétration



Contrainte de cisaillement
Enfouissement
Type de substrat (granularité et porosité)

Matériels et méthodes

Suivis *in situ* : semis + multiplication végétative

Système aérien : conservatif



M. Villar, INRA Orléans

Structure et architecture

scan laser

Croissance

rapport hauteur

émergente/altitude à n et $n+1$

Capacité d'émergence

rapport croissance/enfouissement
(granularité/hauteur)

Système racinaire : destructif



M. Villar, INRA Orléans

Structure

nb, longueur, diamètre racines

Architecture

direction, profondeur racines

Croissance

longueur fin saison étiage

Capacité de pénétration

rapport croissance/substrat

Matériels et méthodes

Suivis *in situ* : semis + multiplication végétative

Paramètres environnementaux

Dynamique hydro-sédimentaire de surface

matériels et méthodes axe 1

Disponibilité et qualité eaux sub-surface et souterraine

sondes multi-paramètres (T , oxygène dissous, humidité sédiments, pH)
piézomètres

A
P
P
R
O
C
H
E
S

Matériels et méthodes

Suivis *in situ* : semis + multiplication végétative

Paramètres environnementaux

Dynamique hydro-sédimentaire de surface
matériels et méthodes axe 1

Disponibilité et qualité eaux sub-surface et souterraine
sondes multi-paramètres (T , oxygène dissous, humidité sédiments, pH)
piézomètres

Expérimentation *ex situ* : semis en pépinière

Typologie structure et architecture système racinaire et aérien



Mesure caractéristiques morphologies
système aérien et racinaire



Mesure rapport
biomasse système
aérien/racinaire

Expérimentation *ex situ* : semis en pépinière

3 Variables étudiées

- ➔ Espèce : *Populus nigra*, *Salix alba*
- ➔ Phénologie *Populus nigra*
- ➔ Substrat : unités morphologiques en Loire Moyenne
 - Charge de fond : sablo-graveleux (63µm – 2 cm)
 - Dunes : sables (63µm – 2 mm)
 - Simulation scarification : couches < sablo-graveleuses et > sableuse

3 Expériences

- ➔ Témoin
- ➔ Résistance au déracinement
- ➔ Résistance à l'enfouissement

An aerial photograph of a wide river system. A large, light-colored sandbar or gravel bar dominates the lower right and center of the frame, partially dividing the river. The river flows from the top left towards the bottom center. The surrounding landscape is a patchwork of green fields, dense forests, and small clusters of buildings, likely a rural or semi-rural area. The text "Présentation des sites" is overlaid in large, bold, black letters across the middle of the image.

Présentation des sites

Choix des sites

Critères de choix

1

Réalisation de travaux

Création de sites potentiels
d'installation de semis

Diversité des travaux

Fréquence des travaux

2

Sites représentatifs de la Loire Moyenne

Contextes morphologiques variés

Evolution morphologique
(Latapie, 2011)

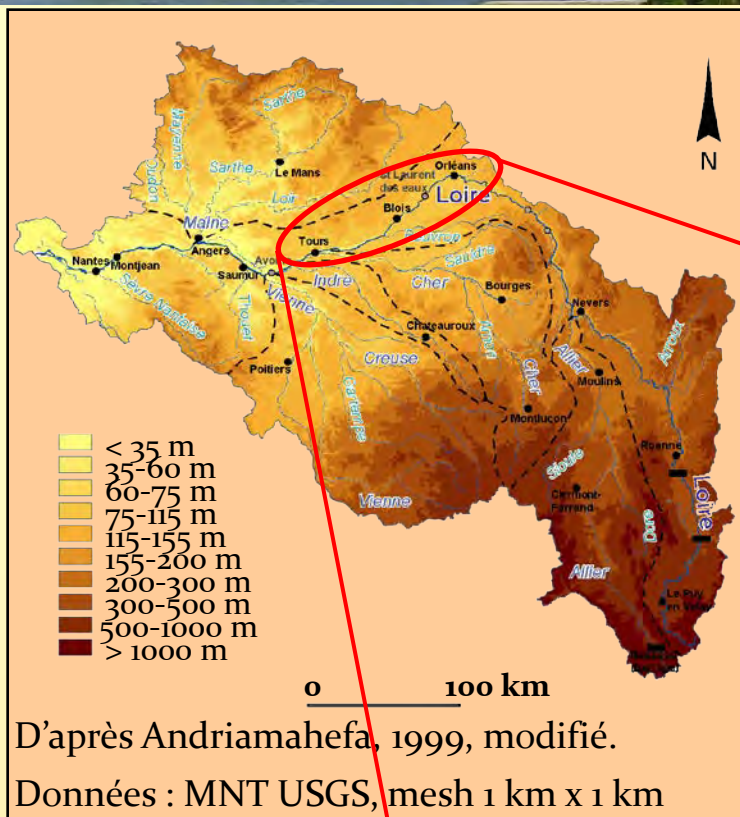
3

Proximité des structures
de recherches

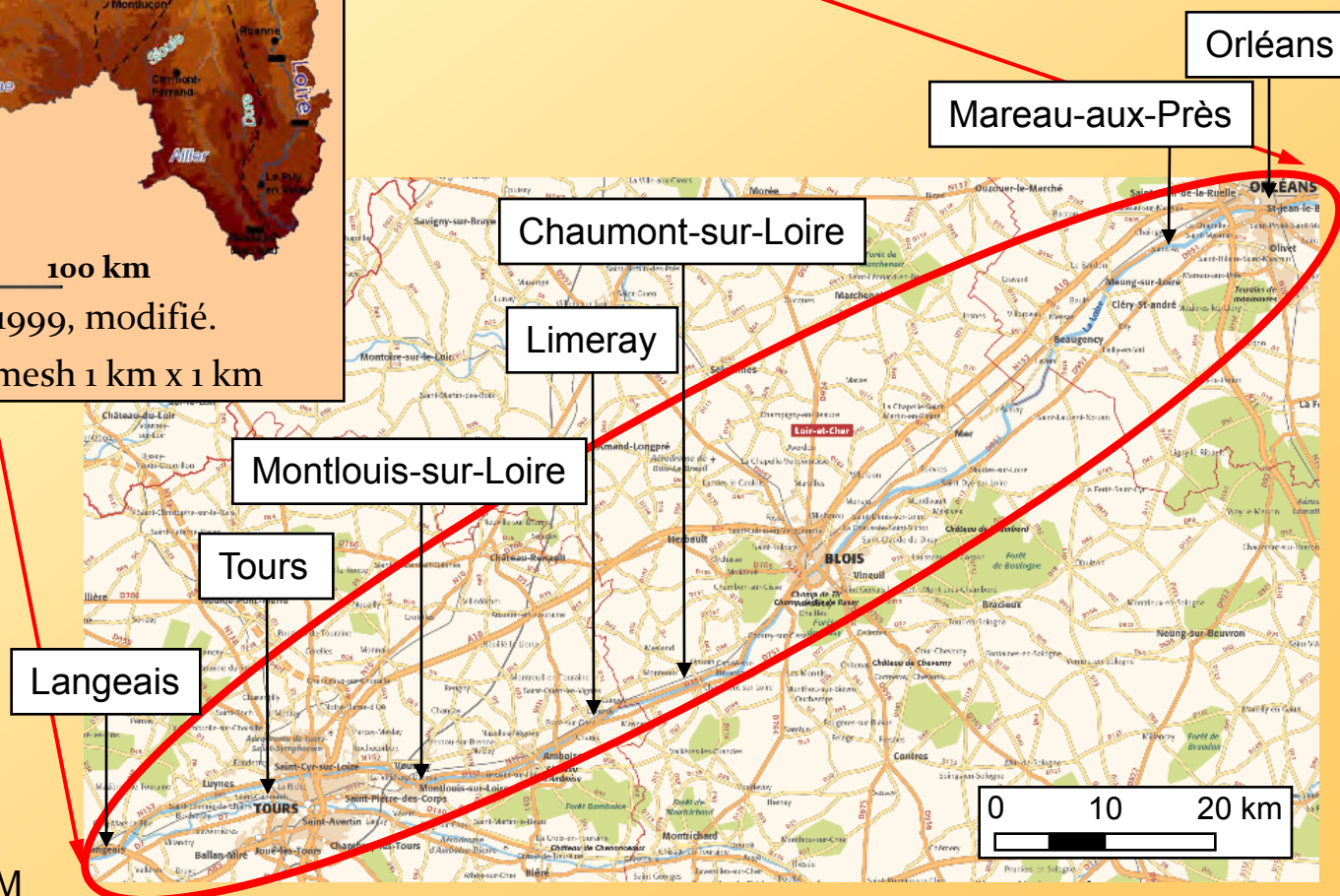
4

Accessibilité à l'étiage et
fréquentation par le public

Localisation sur le bassin versant



7 sites potentiels entre Orléans et Langeais



Entrée de chenal secondaire



Dimensions du site

Superficie : 3,7 ha

Longueur : 225 m

Largeur : 103 m

Dépôt de « barre alterne »



→ Orientation des prises de vue

Dimensions du site

Superficie : 2,95 ha

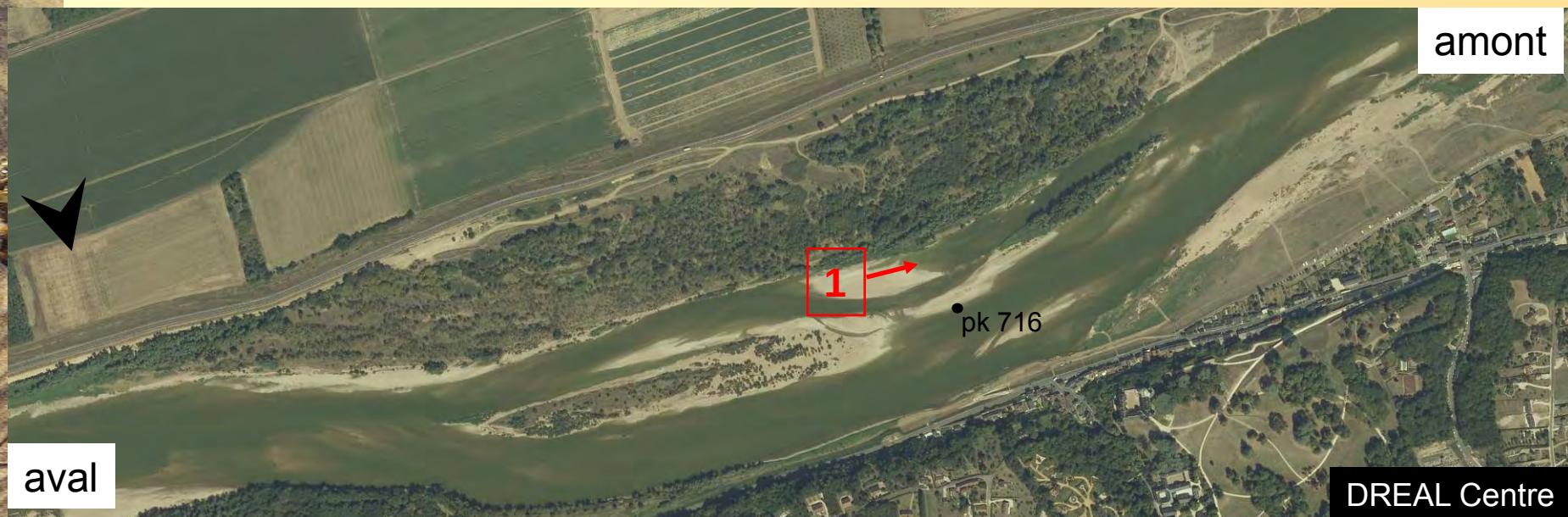
Longueur : 750 m

Largeur : 30-80 m



DREAL Centre

Barre chenal secondaire



→ Orientation des prises de vue

Dimensions du site

Superficie : 0,82 ha

Longueur : 180 m

Largeur : 50 m



Site retenu : Mareau-aux-Près

Barre de centre de chenal

Dimensions du site

aval

amont

Superficie : 2,2 ha
Longueur : 264 m
Largeur : 133 m

pk 649

DREAL Centre

Objectifs fondamentaux

- Objectif 1 Comprendre les **mécanismes** d'évolution d'une barre sédimentaire de centre de chenal en île
- Objectif 2 Evaluer les **vitesses** de transformation /archivage sédimentaire
- Objectif 3 Quantifier l'**impact** de la végétation dans cette évolution



Travaux 2003

Suivi végétation 2005

Suivi sédimentologique 2007

Suivi morphologique et sédimentologique

- Evolution en plan et en coupe (topographie),
- bilan de stock sédimentaire (cubature),
- processus d'érosion-dépôt (chaînes d'érosion)

Analyse granulométrique

- Evolution spatio-temporelle de la granularité des sédiments (tamisage),
- force nécessaire de mise en mouvement des sédiments (force tractrice critique)

Cartographie et analyse de la végétation ligneuse

- Répartition spatiale (localisation DGPS),
- frein à l'écoulement (coefficient de rugosité de Manning Strickler n_{veg})

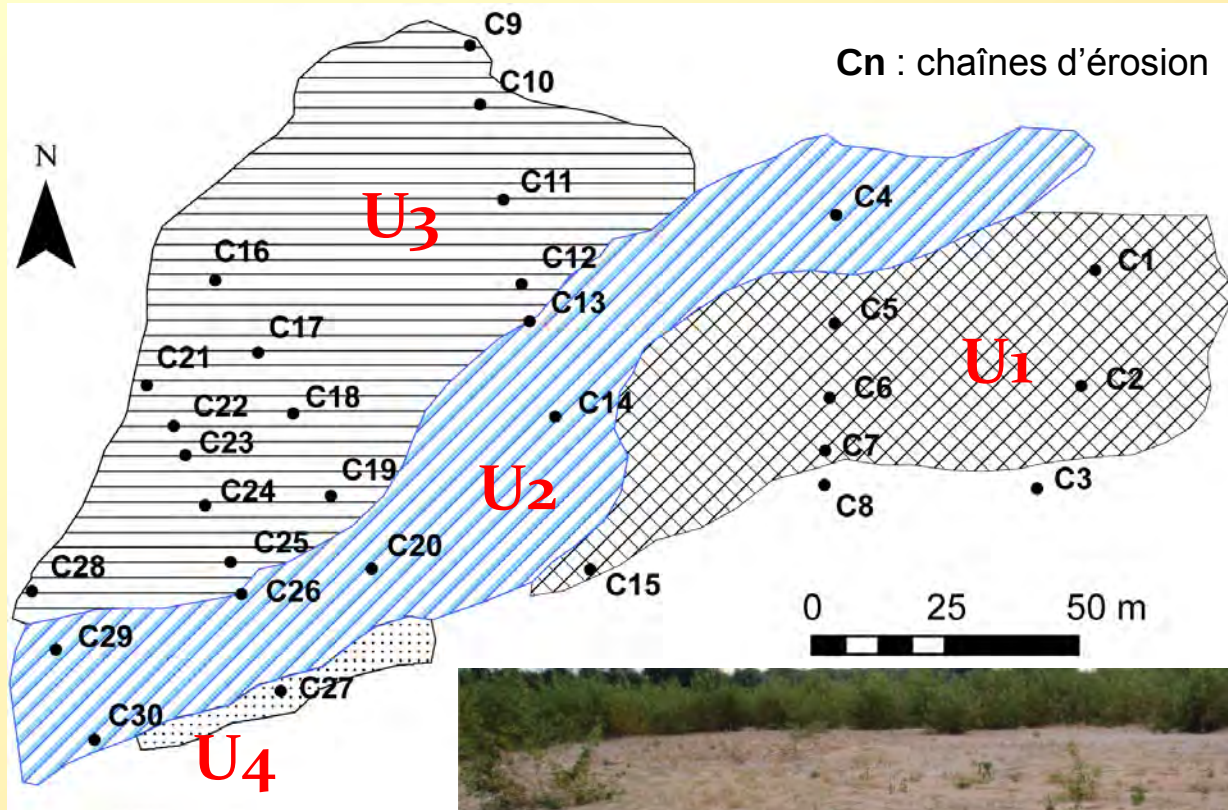
Paramètres hydrauliques

- Seuil de mise en mouvement des sédiments (force tractrice)

Mareau-aux-Près : morphologie 2011

33

PRESENTATION SITES

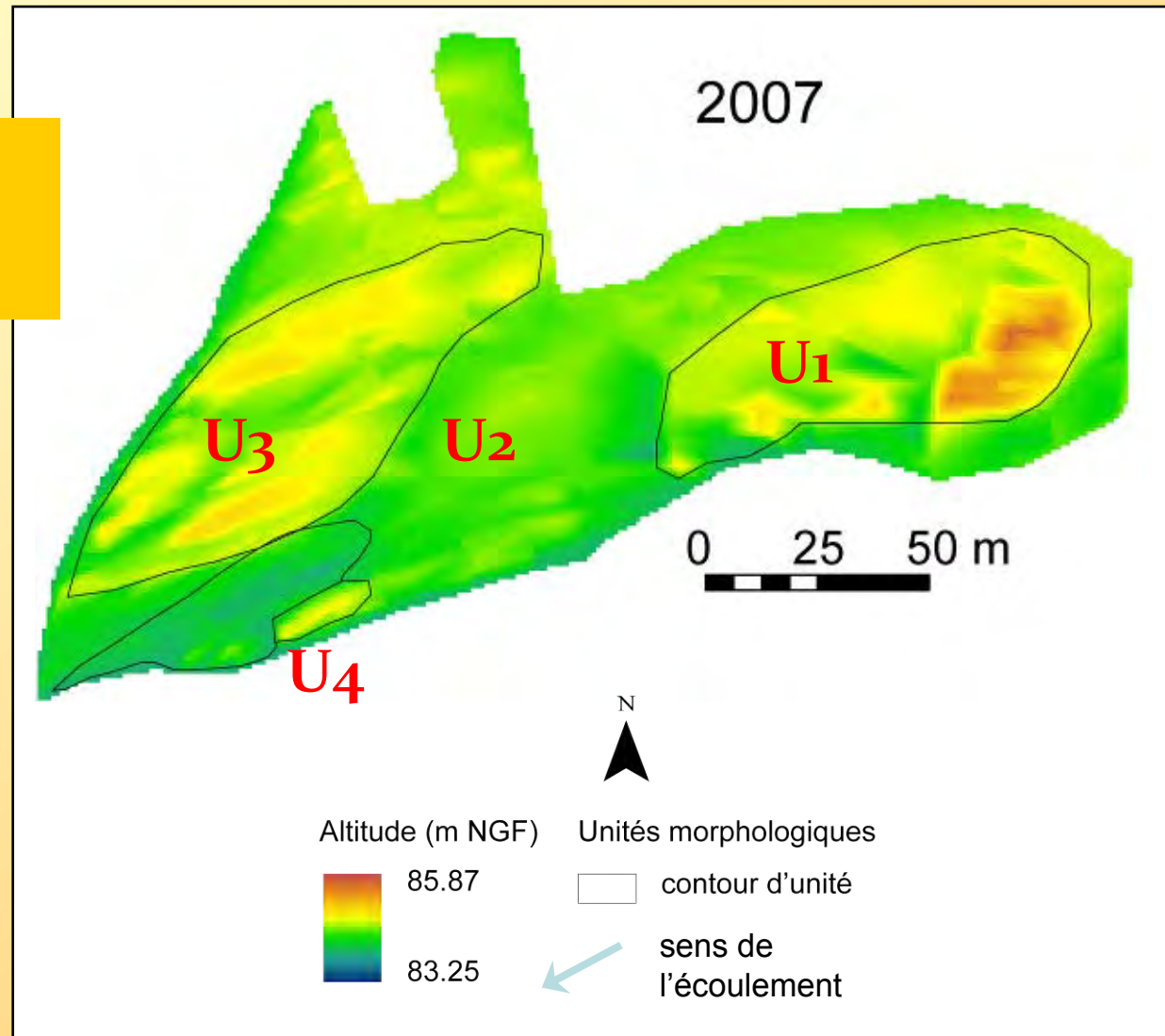


4 macro-formes

$\uparrow$
 U_3
 $\leftarrow U_2$

Evolution morphologique en plan

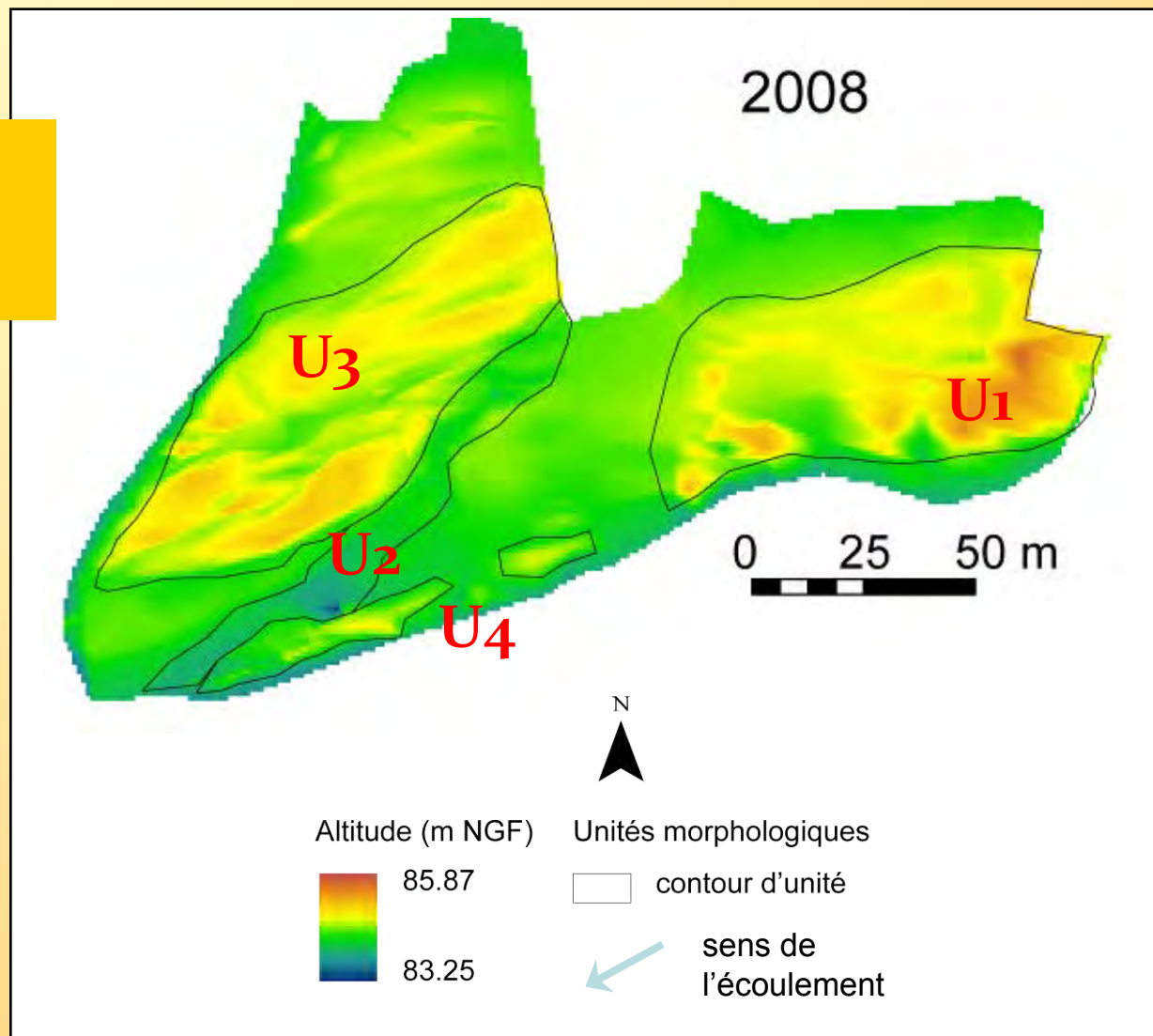
développement de
trainées
sédimentaires



Evolution morphologique en plan

développement de
trainées
sédimentaires

accroissement
des traînées

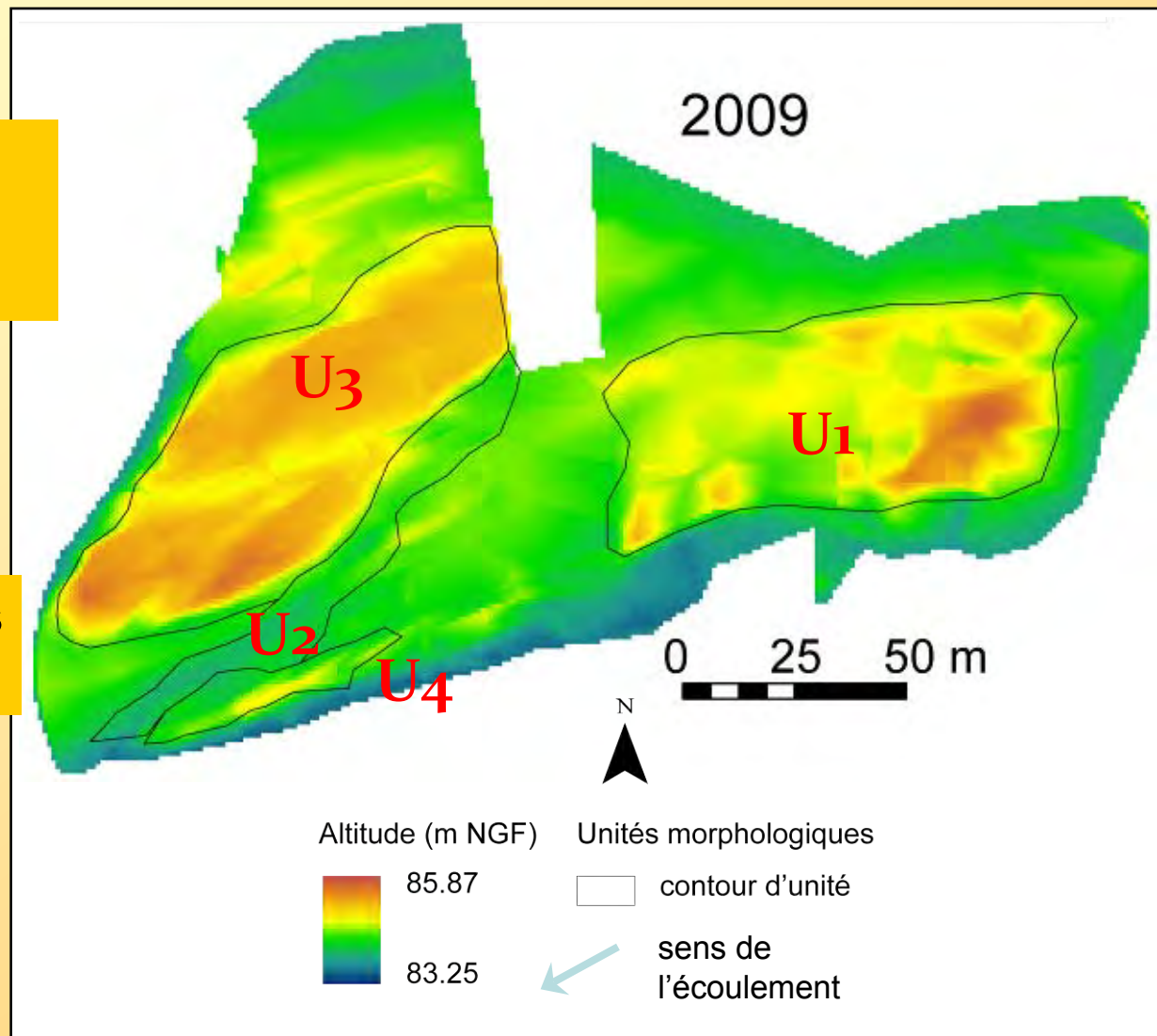


Evolution morphologique en plan

développement de
trainées
sédimentaires

accroissement
des traînées

fusion des trainées
sédimentaires



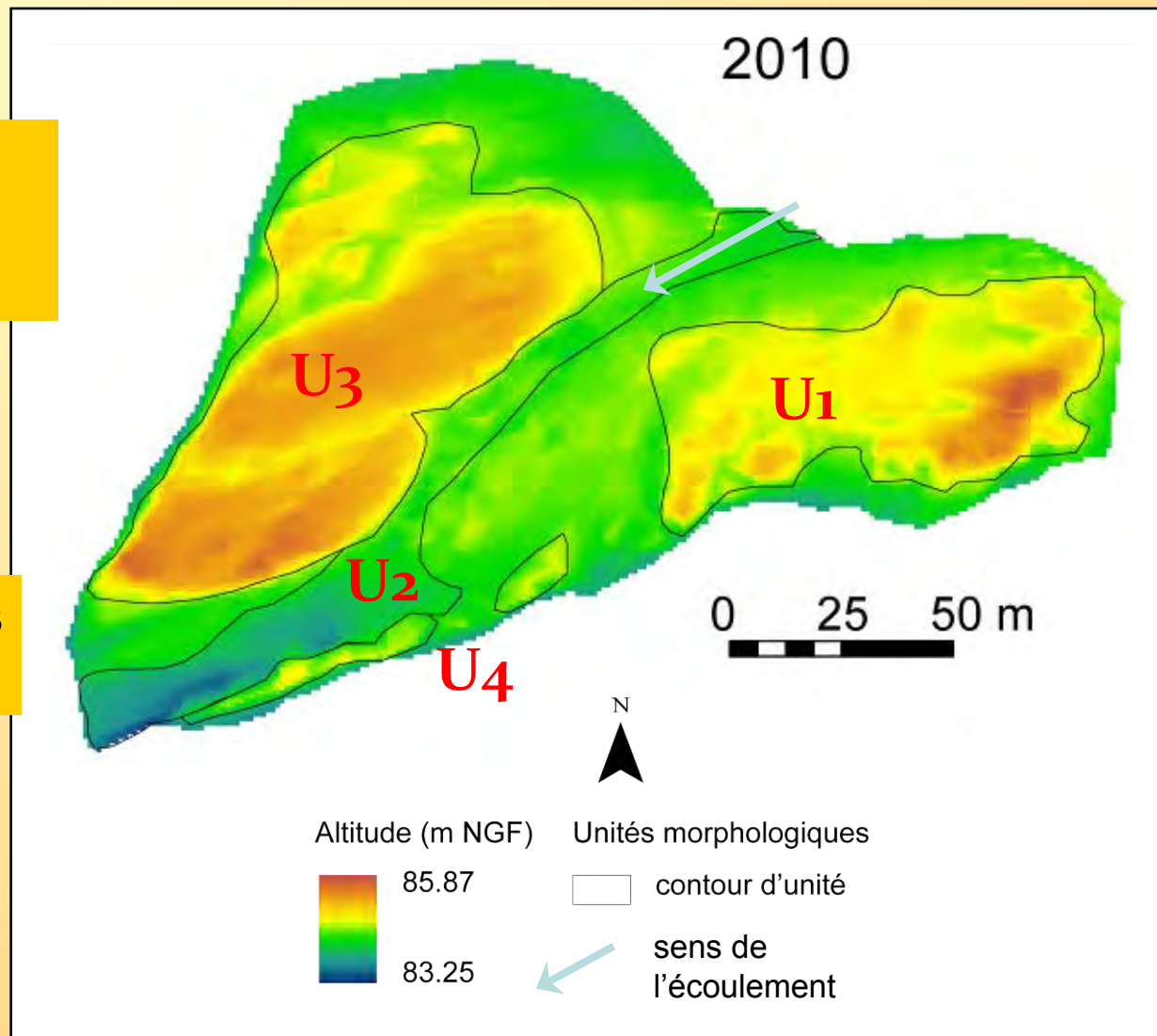
Evolution morphologique en plan

développement de
trainées
sédimentaires

accroissement
des traînées

fusion des trainées
sédimentaires

accrétion des
macro-formes



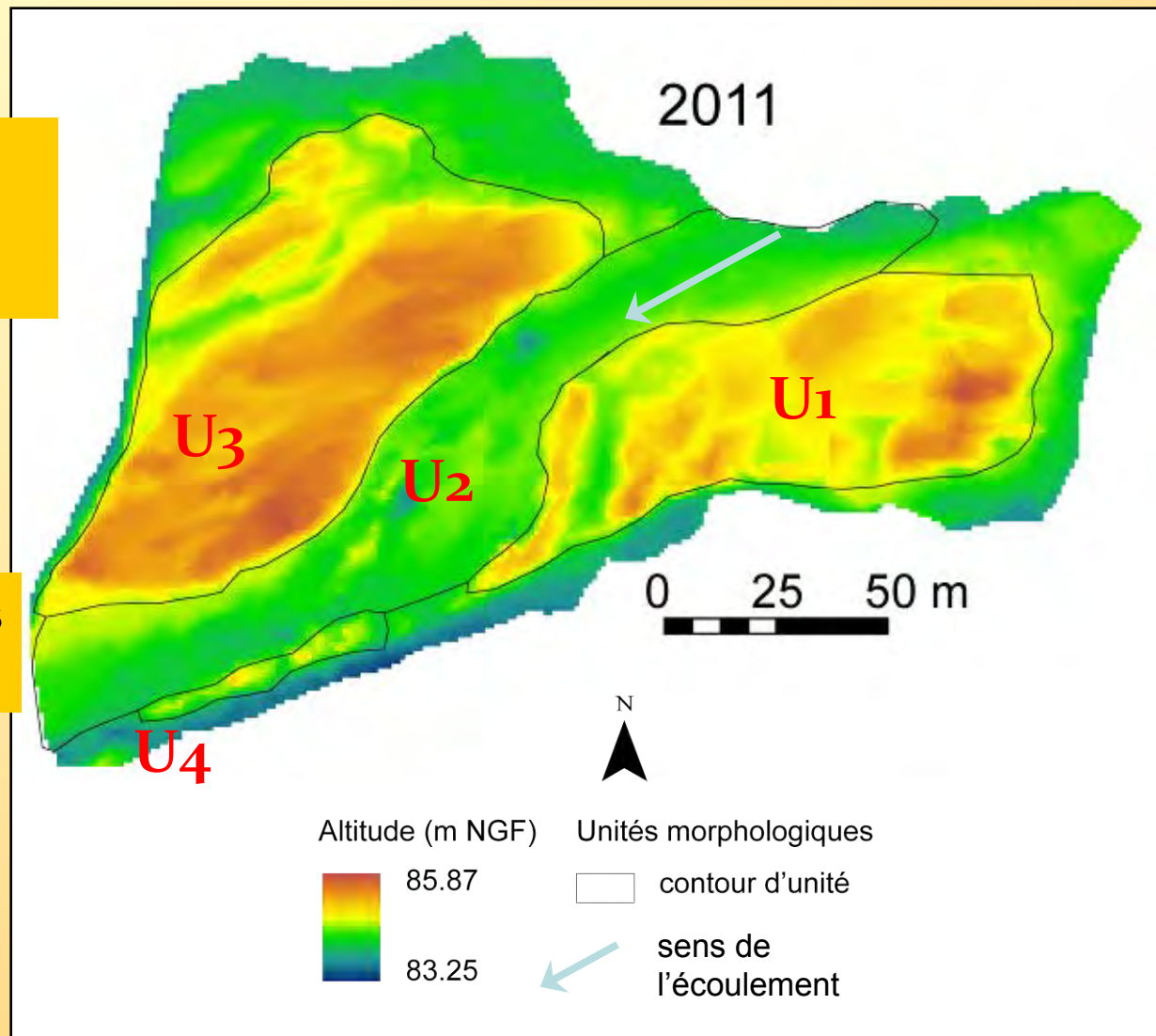
Evolution morphologique en plan

développement de
trainées
sédimentaires

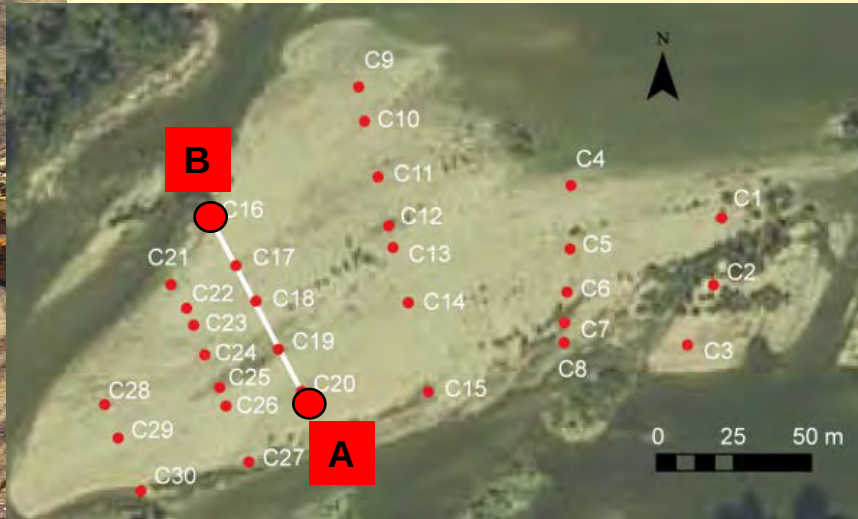
accroissement
des traînées

fusion des trainées
sédimentaires

accrétion des
macro-formes



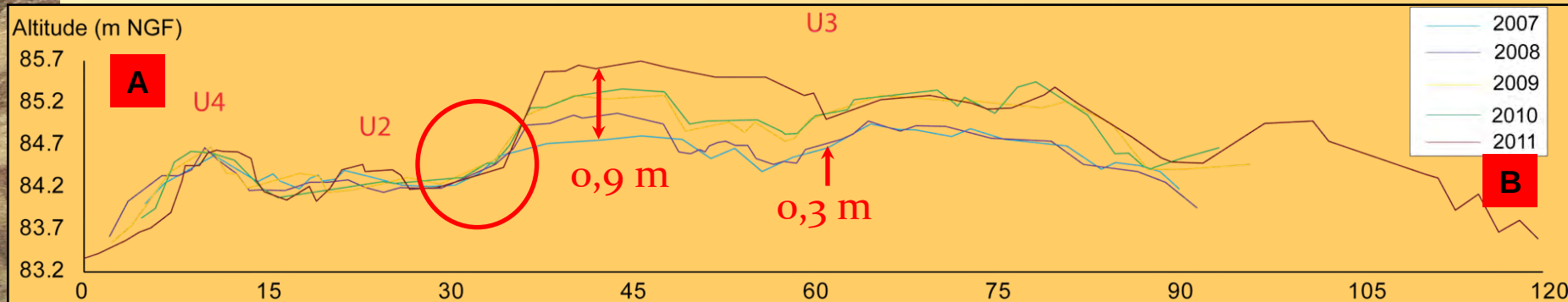
Evolution en coupe et vitesse d'accrétion



accrétion des macro-formes

Non uniforme et vitesses différentes

Stabilité du sous-chenal
mais mobilité sédiments

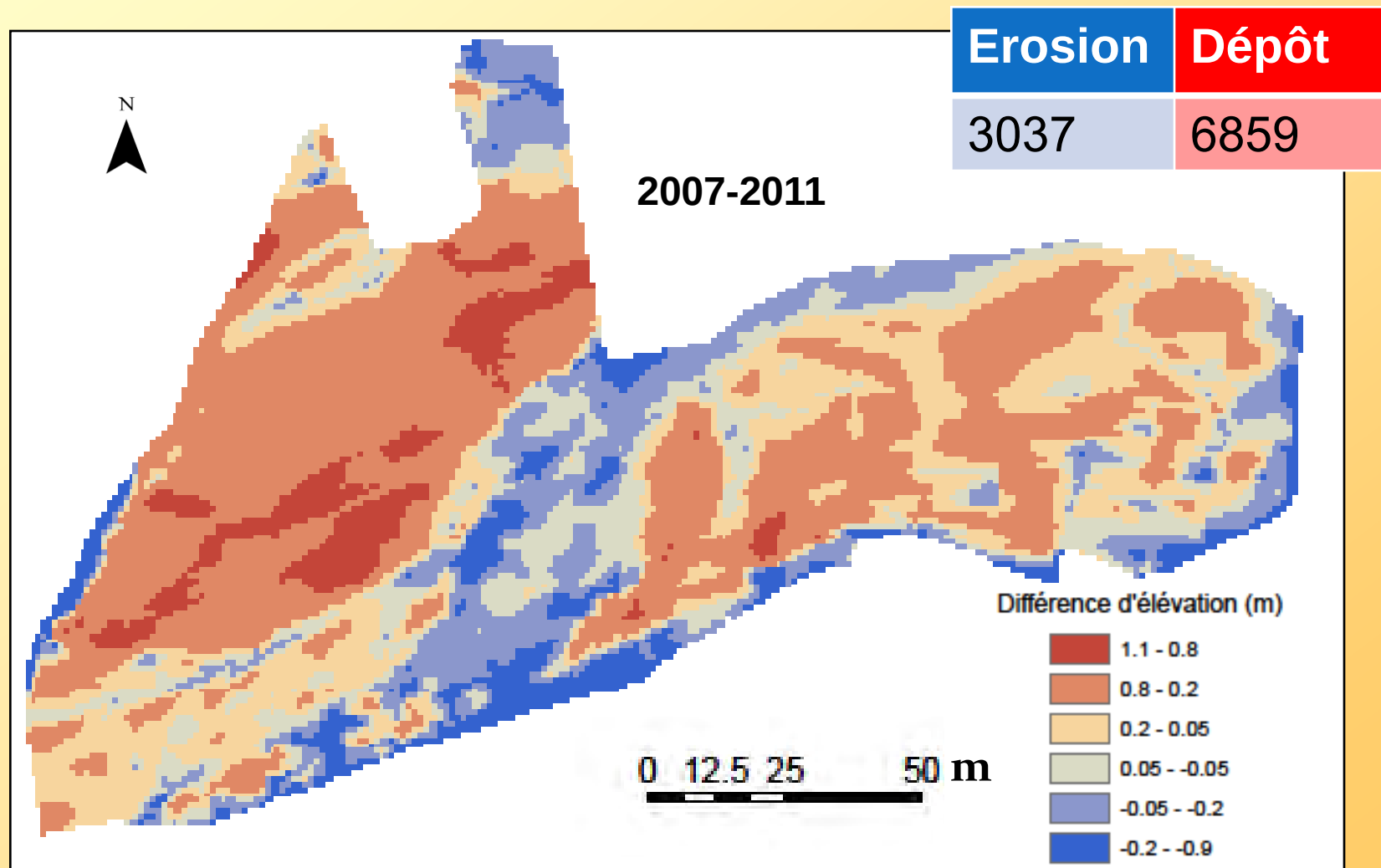


Mareau-aux-Près : résultats

40

Quantification des stocks sédimentaire

hauteurs de sédiment (m) et volumes associés (m³)



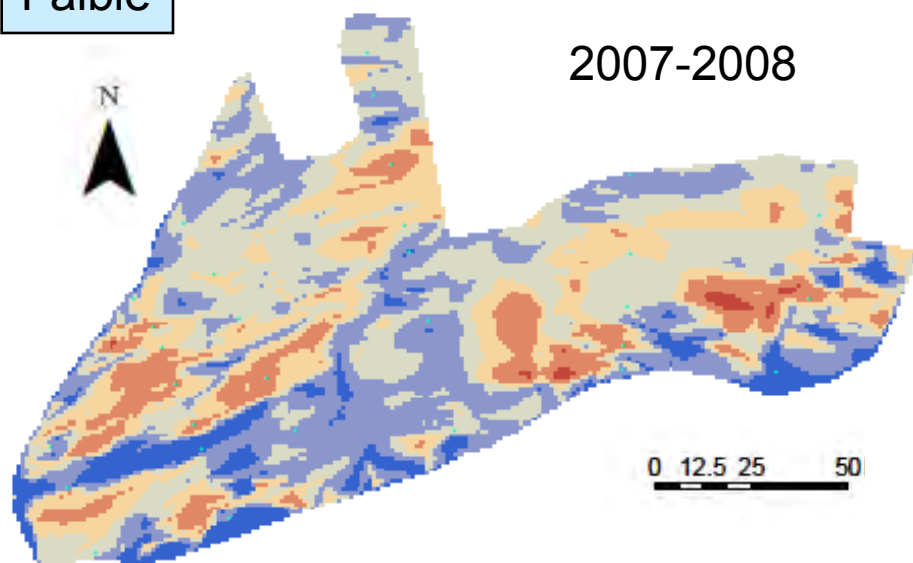
Mareau-aux-Près : résultats

Quantification des stocks sédimentaire

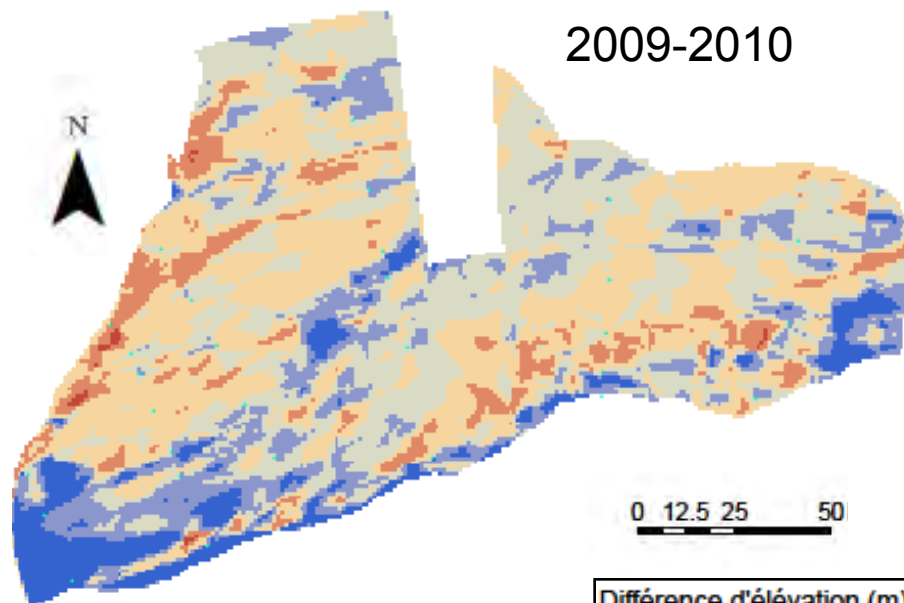
2 dynamiques sédimentaires en fonction du régime hydrologique

Faible

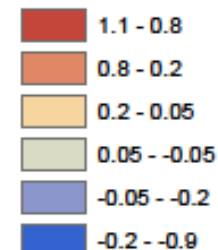
2007-2008



2009-2010



Différence d'élévation (m)

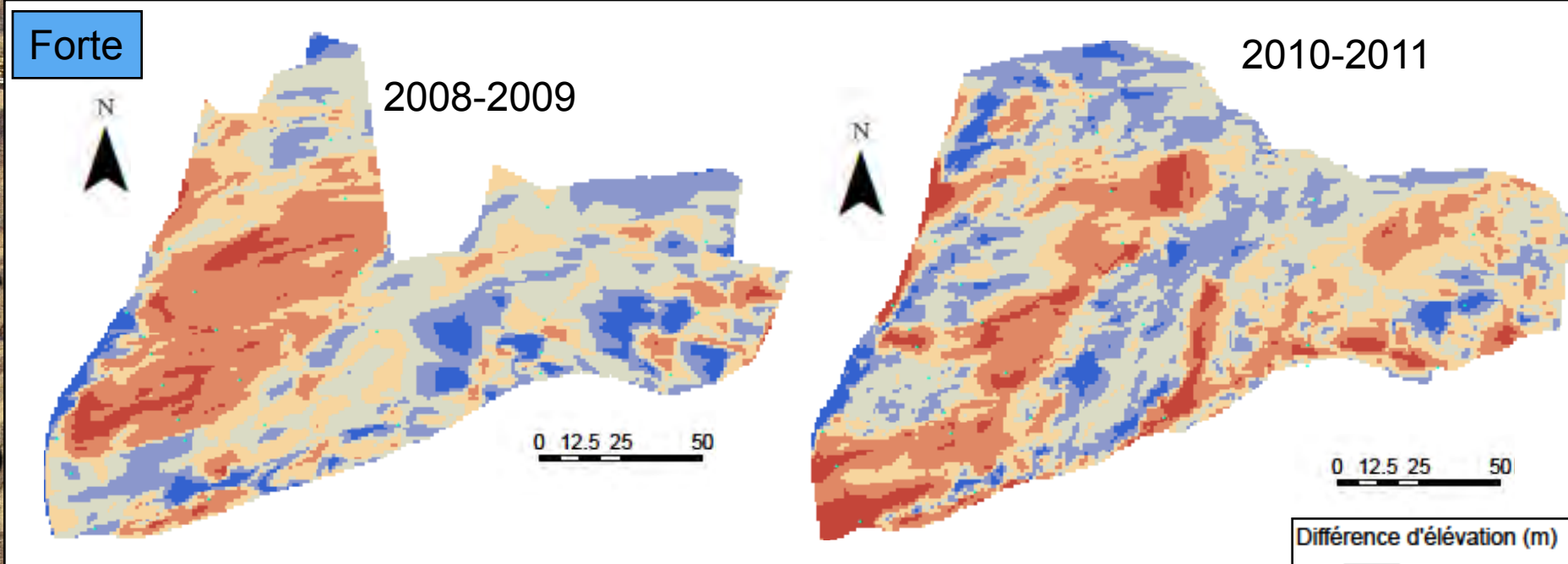


Intensité de crue	Erosion (m ³)	Dépôt (m ³)
Faible	850	1000

Mareau-aux-Près : résultats

Quantification des stocks sédimentaire

2 dynamiques sédimentaires en fonction du régime hydrologique



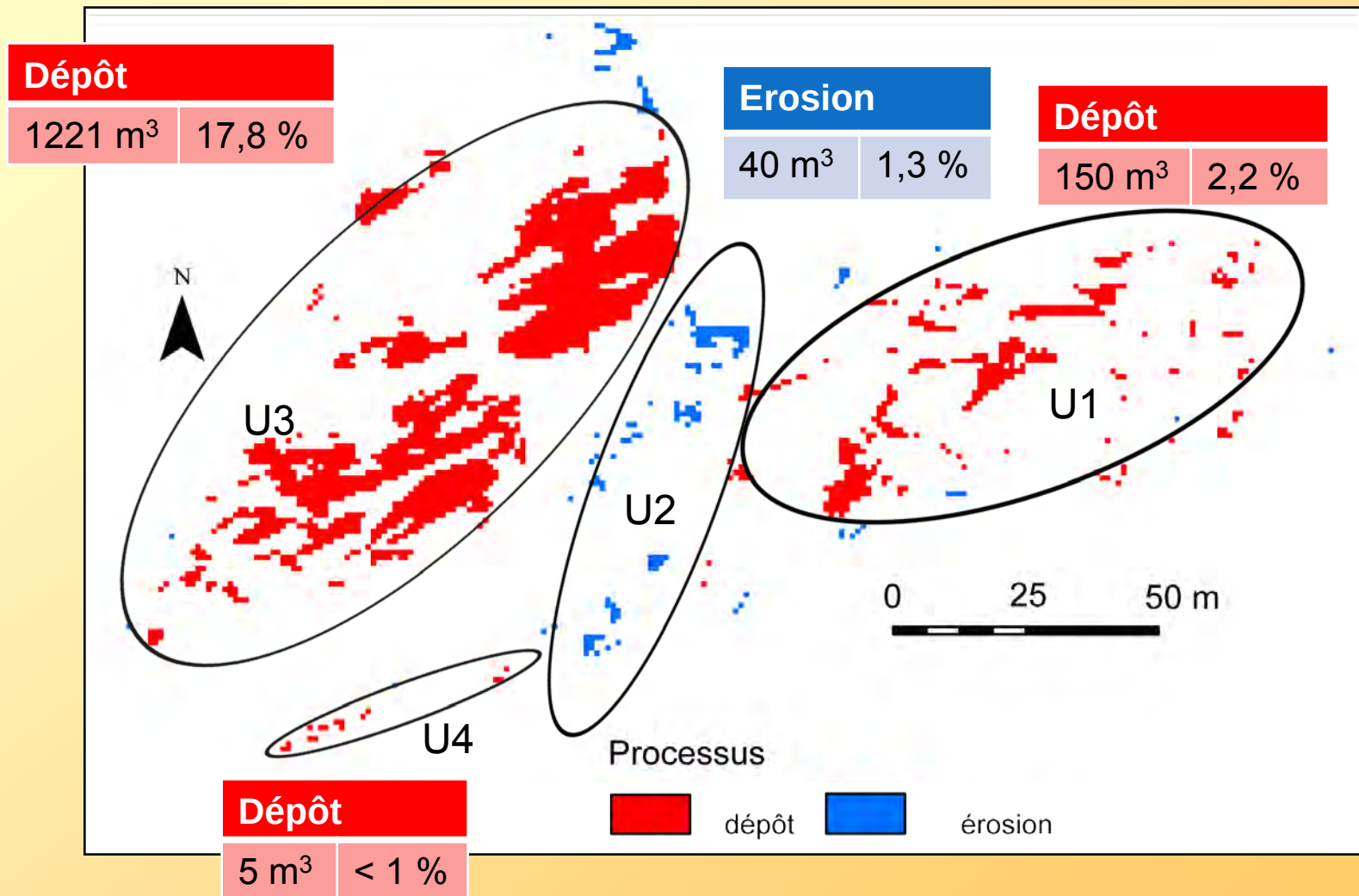
Intensité de crue	Erosion (m ³)	Dépôt (m ³)
Faible	850	1000
Forte	650	2300

Mareau-aux-Près : résultats

43

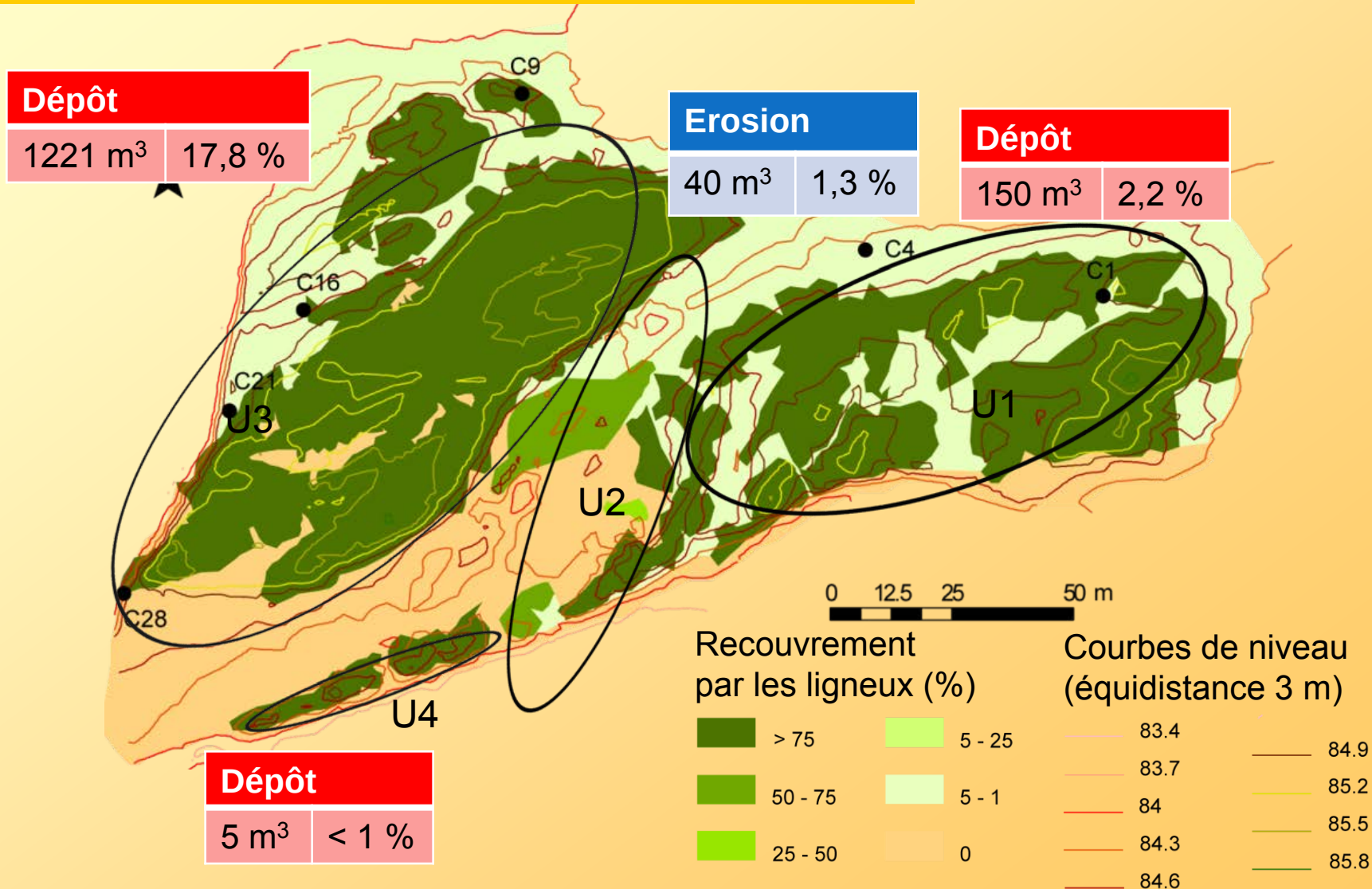
Quantification des stocks sédimentaire

Zones à processus univoque sur 4 années



Végétation et stabilisation des sédiments

stockage des sédiments dans les îlots végétalisés



Mécanismes de transformation de la barre en île

Développement végétation

Formation de trainées sédimentaires

Création des macro-formes

Accrétion latérale et verticale des îlots, incision du sous-chenal amont

Vitesse de transformation et d'archivage sédimentaire en lien avec la végétation

Zone de transfert

20 % des apports sédimentaires stockés dans la végétation

Accrétion max : + 1,1 m

Incision max: -0,9 m

Rôle de la végétation

≠ coefficient de rugosité/vitesse accrétion = importance direction et quantité des apports amont



Merci de votre attention

Principe chaînes d'érosion

