

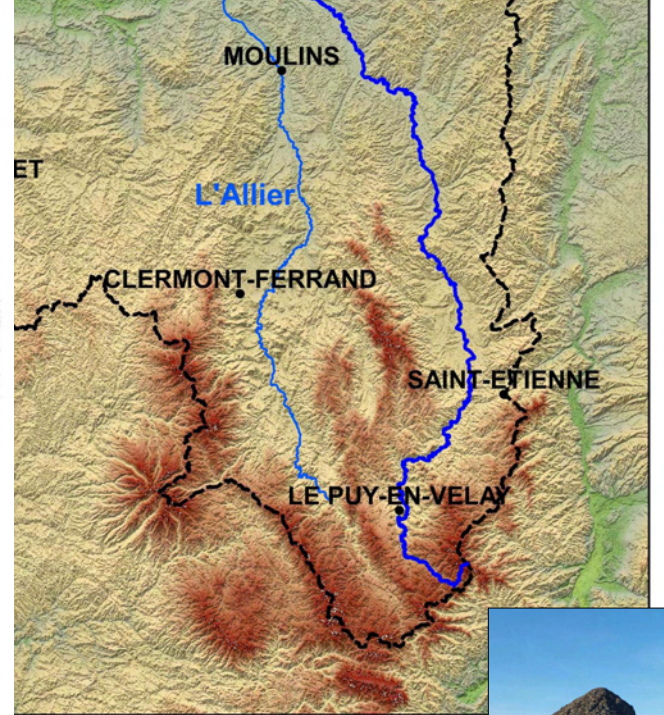
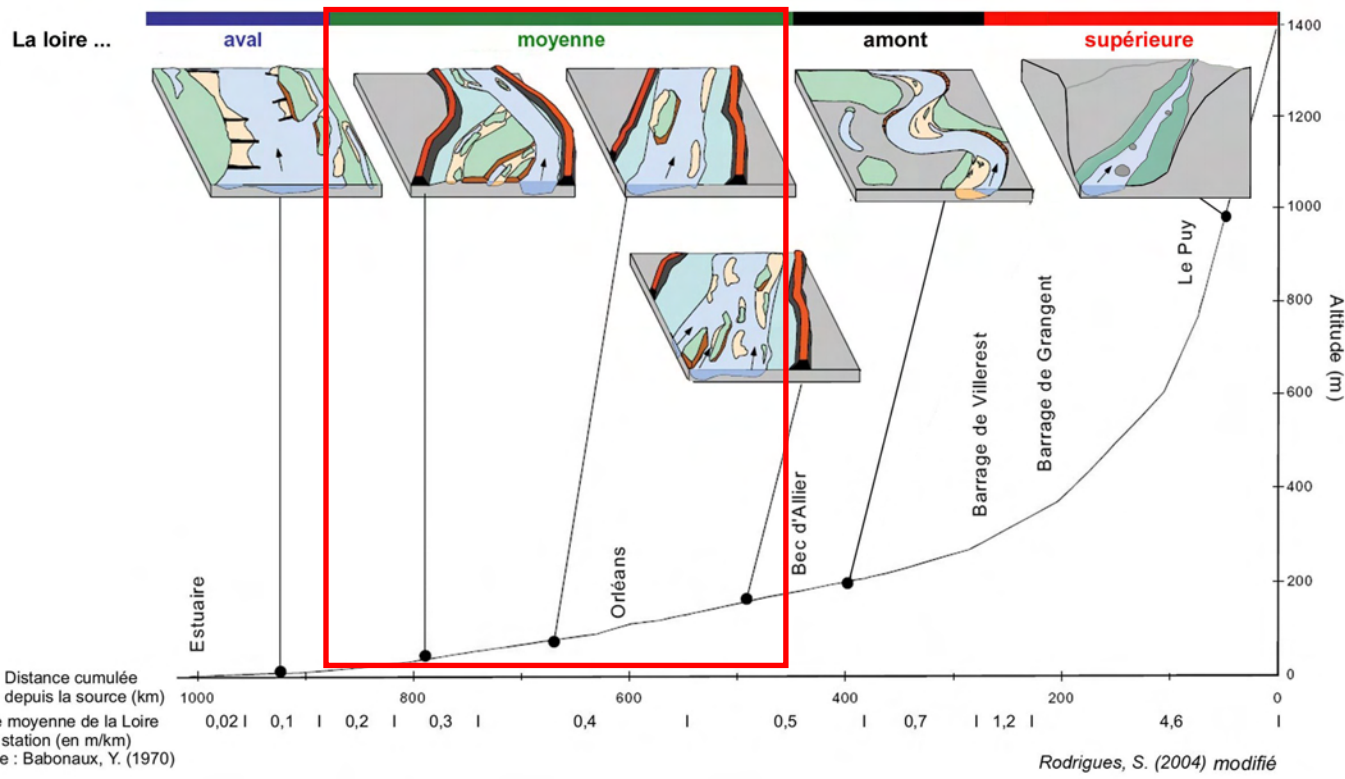
La Loire moyenne : Rythme d'évolution et enjeux de gestion *(titre très inspiré de S. Grivel, 2008)*

Stéphane BRAUD (DREAL Centre-Val de Loire)

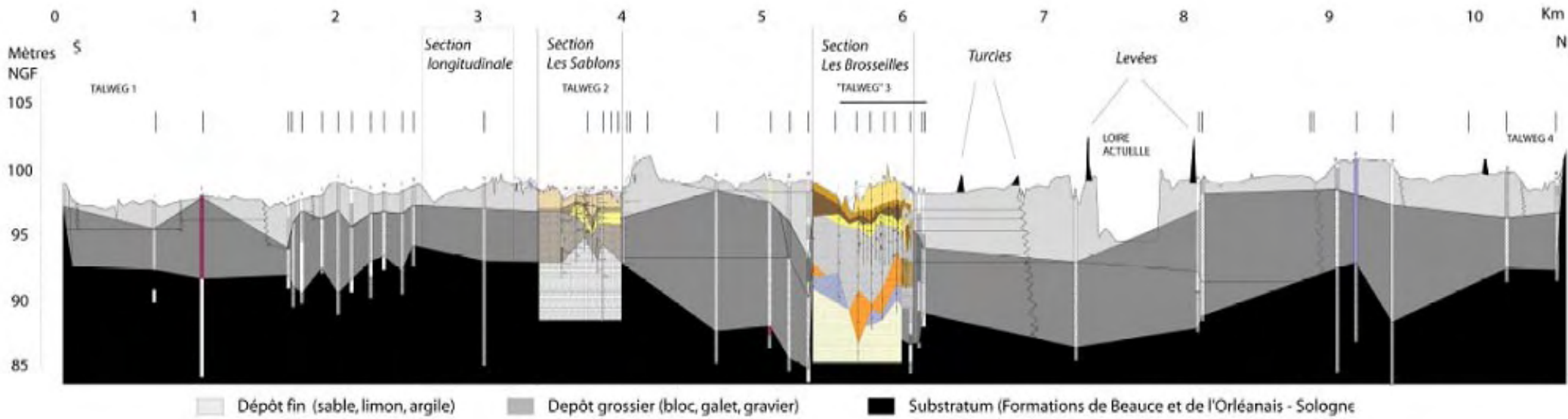


PLAN

- Diagnostic
- Stratégie de gestion
- Méthodes de priorisation
- La gestion (hors restauration)

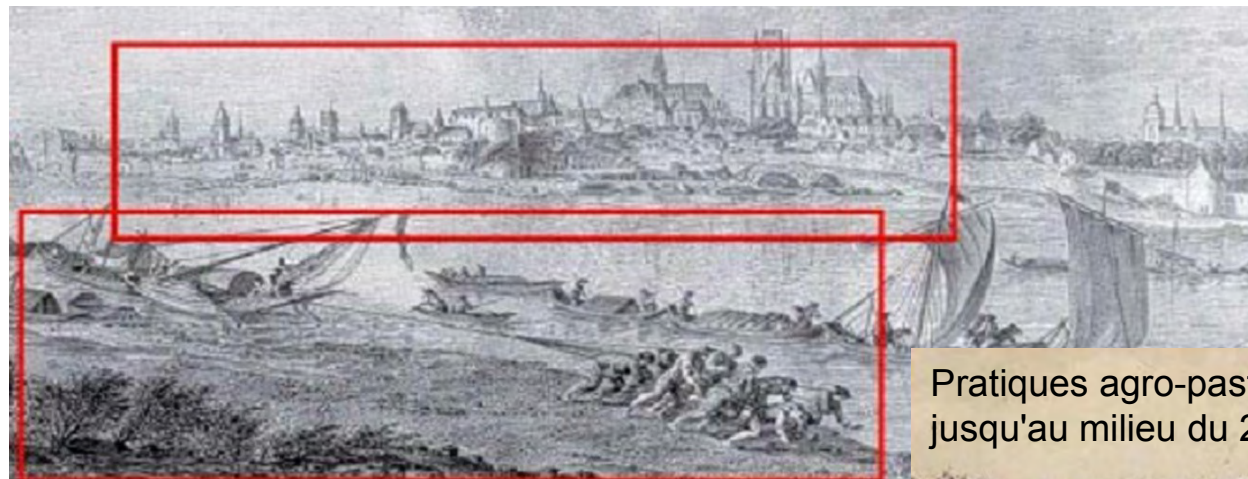


Diagnostic : les causes



Coupe reconstituée de la section de Sandillon.

CASTANET, C. (2008)



Les usages

Pratiques agro-pastorales jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle

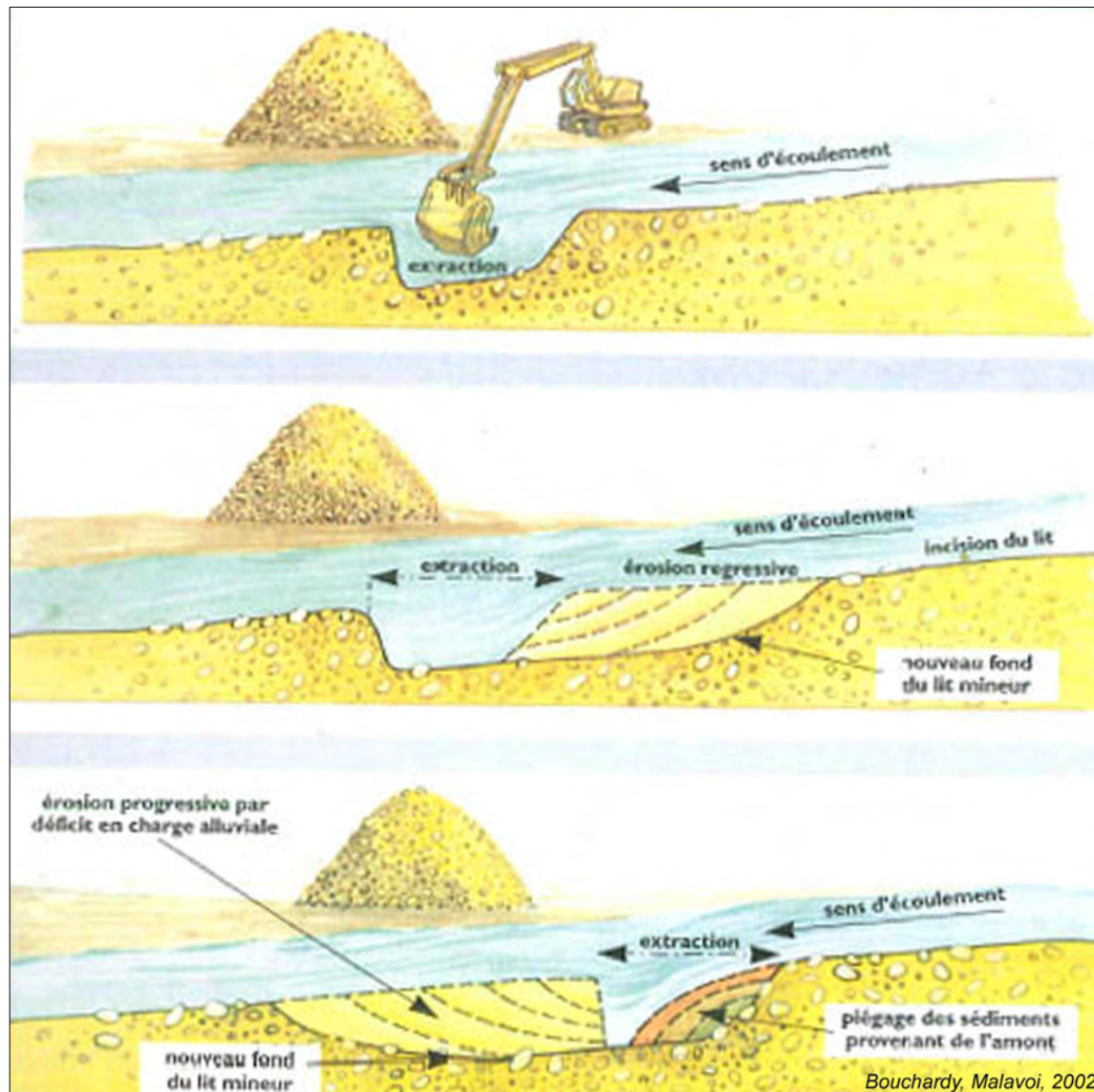
Entretien du lit pour la navigation jusqu'à la fin du 19^e siècle (Chemin de halage, végétation des îles, etc.)



BRIÈRE (Loire) - 21 - La Loire, entre Poitiers et Angoulême (1865) - IN-O.S. - S.P. P&A

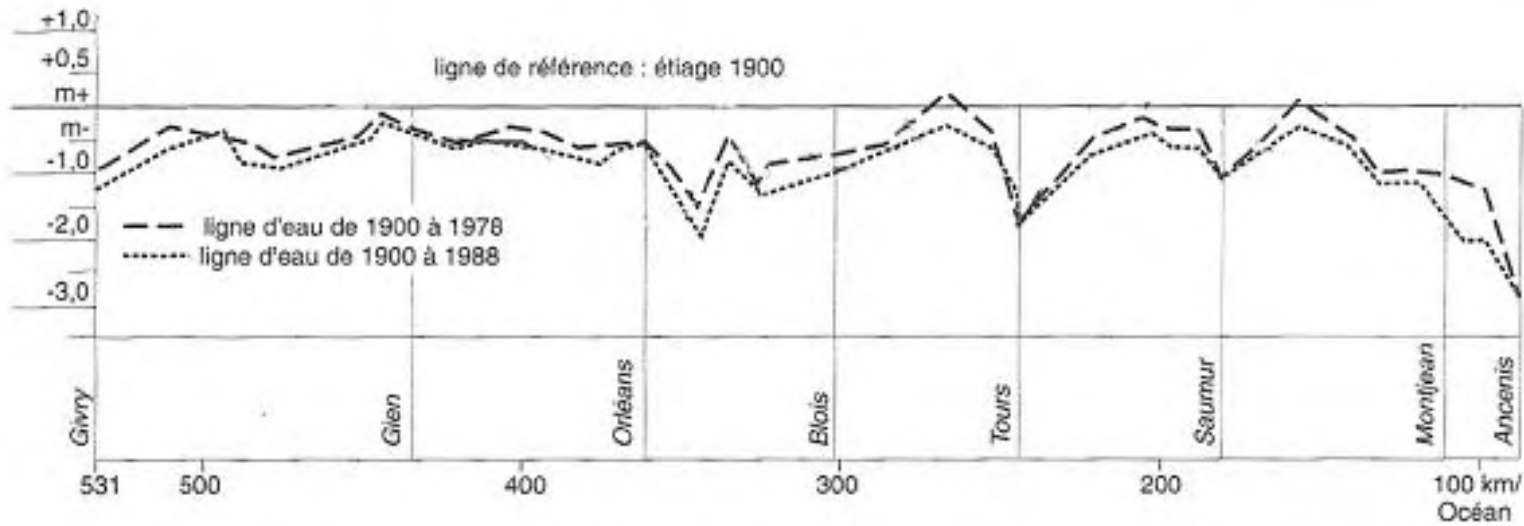
Ouvrages de navigation

Diagnostic : les causes

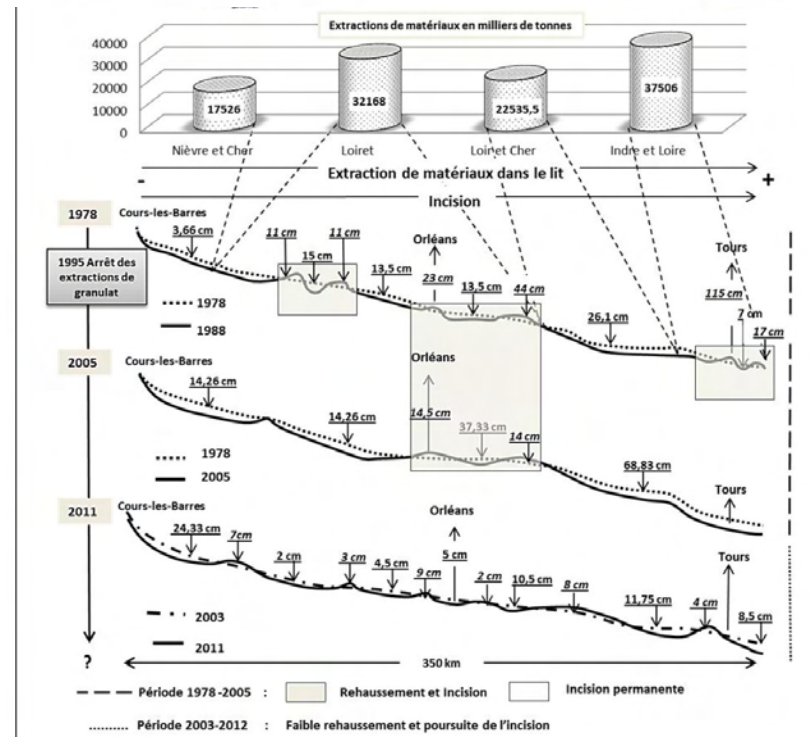
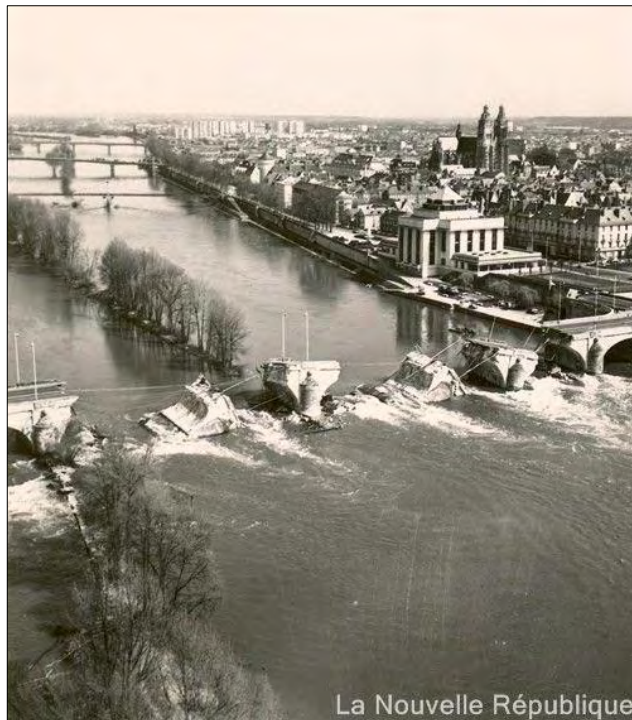


Processus conduisant à l'abaissement du lit mineur, de part et d'autre des zones d'extraction (Bouchardy, Malavoi, 2002).

Diagnostic : conséquences

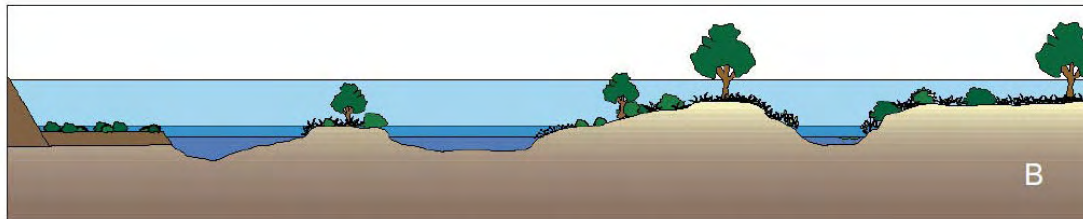
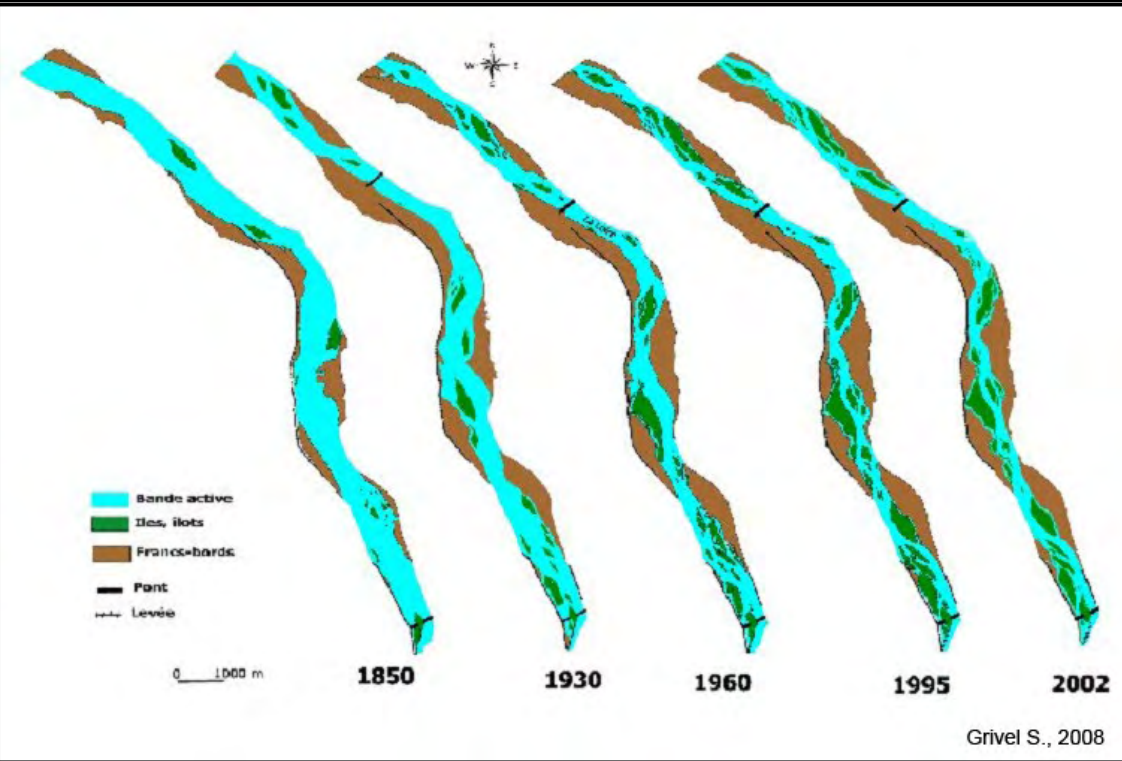


Evolution de la ligne d'eau de la Loire - Revue de géographie de Lyon, Gasowski, Z.(1994) (modifié)

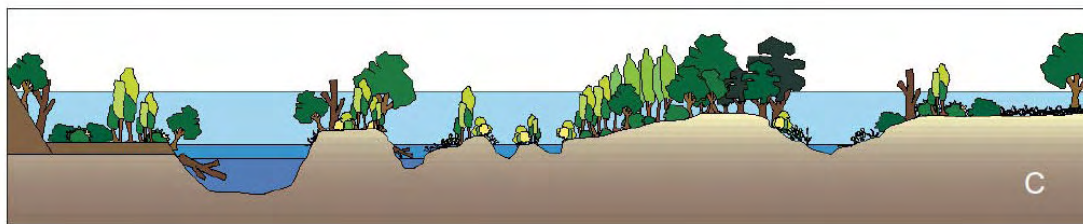


Mise en relation des zones d'extractions de granulats et du mode d'ajustement du fond du chenal principal de la Loire moyenne (F. Nabet, 2013)

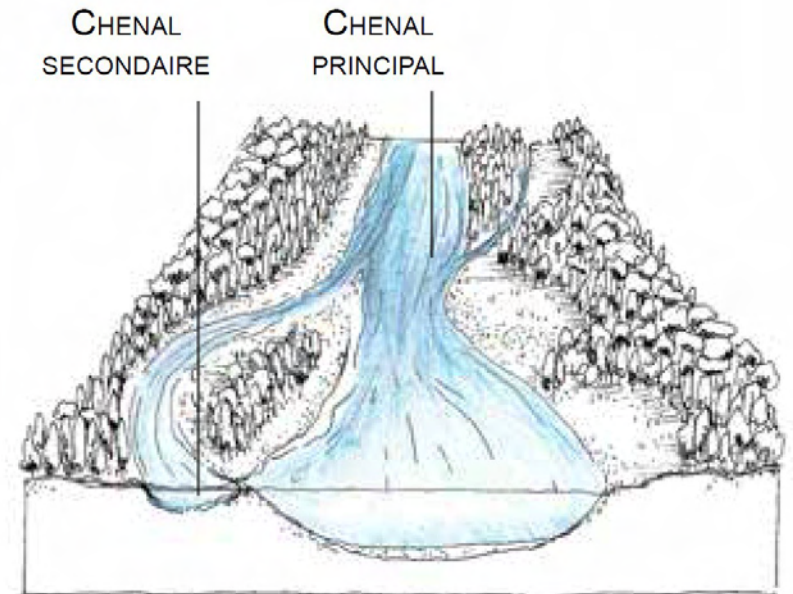
Diagnostic : conséquences



1850 : Implantation des ouvrages destinés à favoriser la navigation

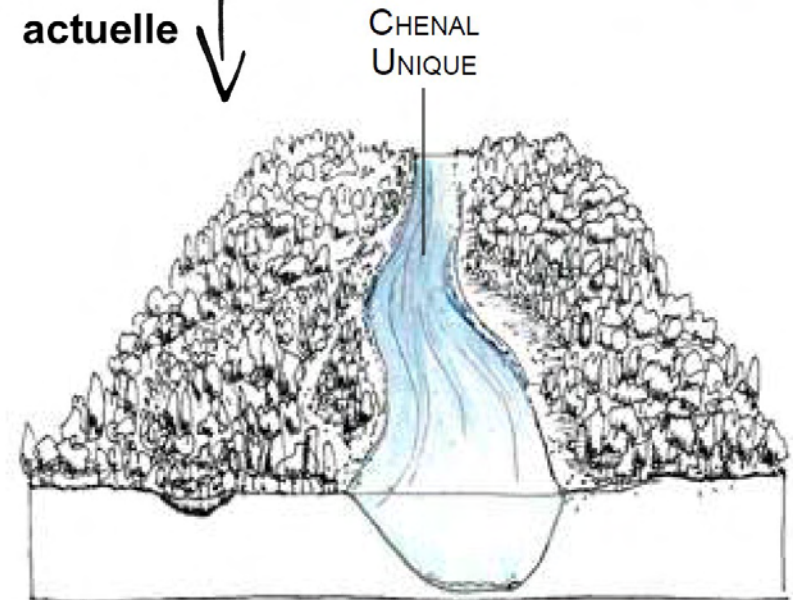


1993 : État du lit de la Loire avant le Plan Loire Grandeur Nature
 L'évolution du lit de 1850 à nos jours (d'après Bacchi et Berton, 1998)



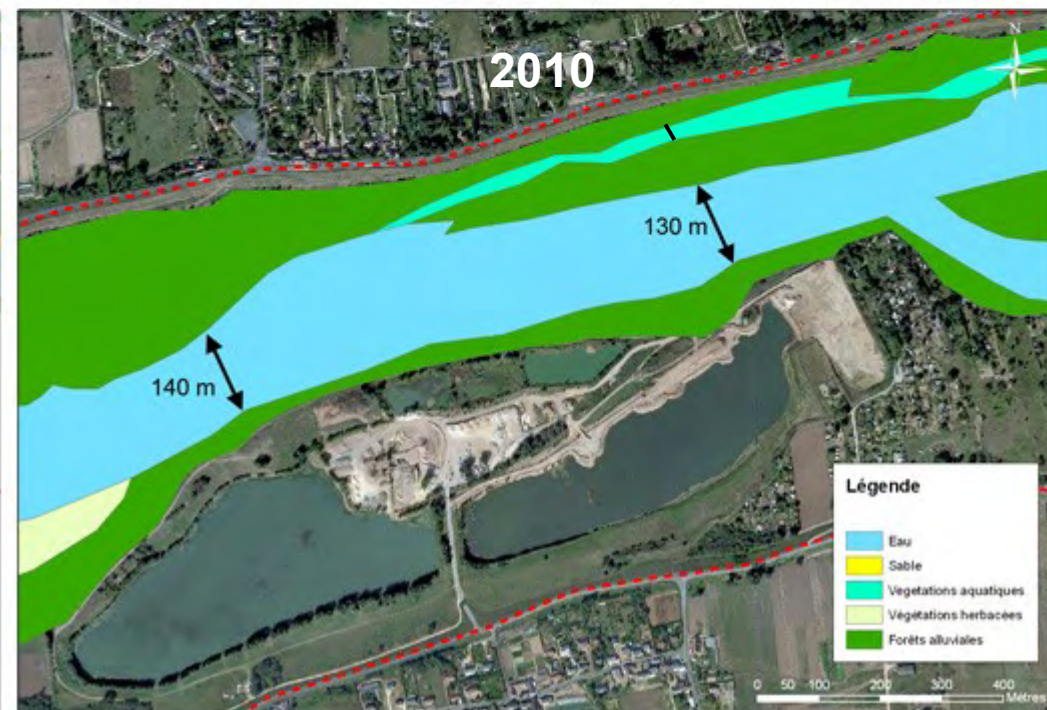
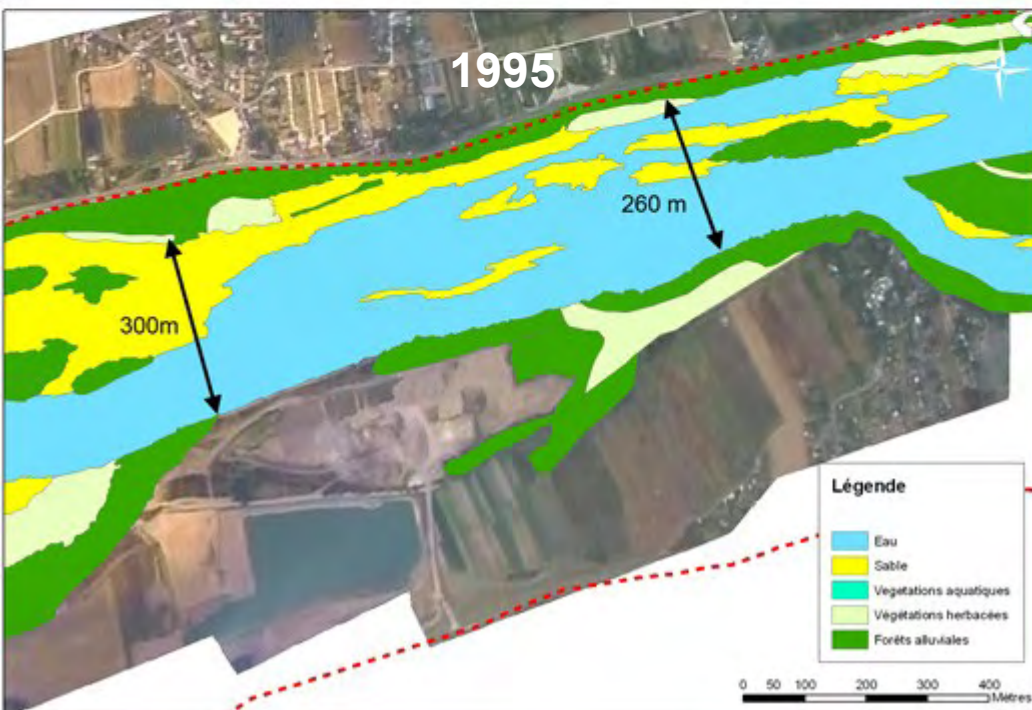
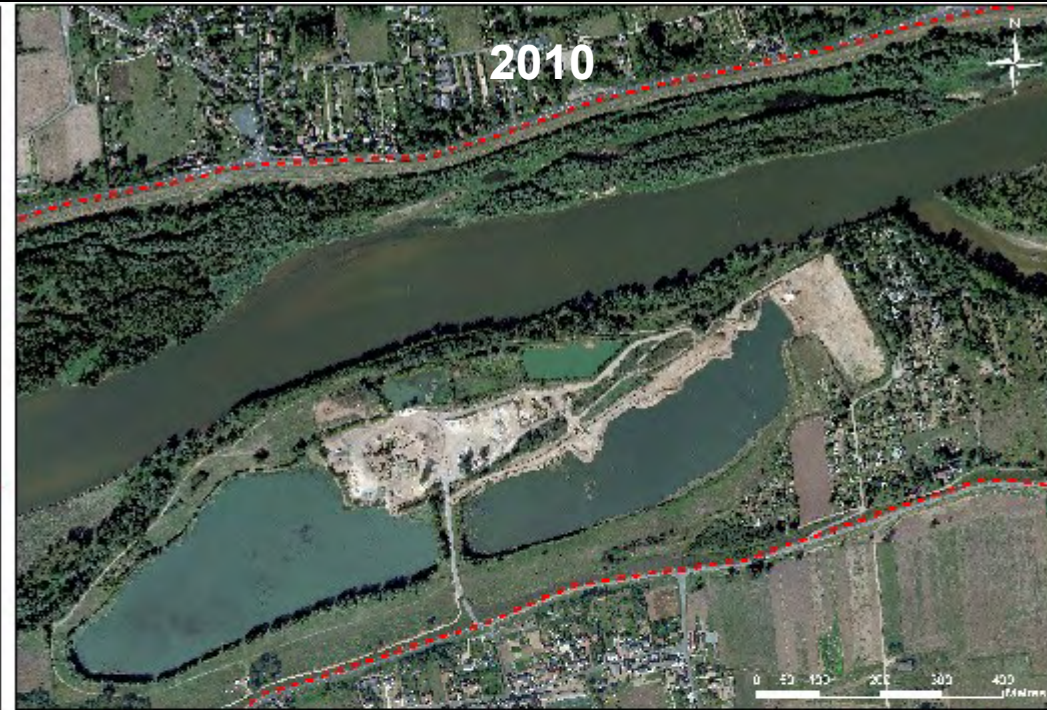
chenaux multiples - bande active large

Tendance
actuelle



chenal unique - bande active réduite

Diagnostic : évolution récente



Diagnostic : les enjeux (la biodiversité)

Rappel : la forêt alluviale est un réservoir de biodiversité, un lieu de reproduction et d'alimentation pour de nombreuses espèces, qu'elle constitue un espace tampon entre la rivière et les zones cultivées ou urbanisées et que pour toutes ces raisons et bien d'autres, elle est un écosystème qu'il convient de préserver.



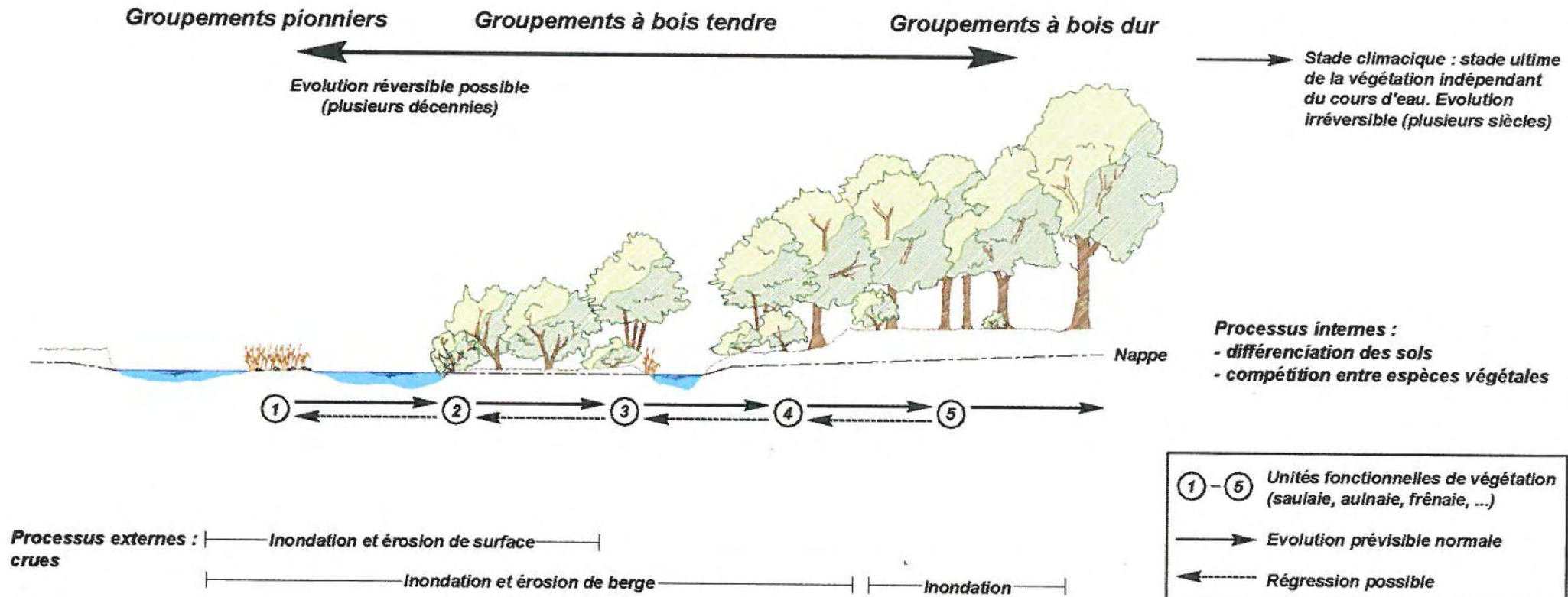
Le Castor est strictement végétarien. Les Salicacées (saules, peupliers) constituent l'essentiel de son alimentation hivernale.



Programme de conservation des ressources génétiques du peuplier noir engagé depuis 1991

« présent dans presque toute l'Europe, le peuplier noir est pourtant aujourd'hui une des espèces d'arbres les plus menacées de la forêt alluviale » (M. Villar)

Diagnostic : les enjeux (la biodiversité)



**Transect de végétation et succession d'unités fonctionnelles de de végétation
Evolution et régression sur un secteur où la dynamique fluviale est active (d'après M. Boyer, 1998)**

« Les crues sont des phénomènes non seulement tolérés par les groupements végétaux alluviaux, mais nécessaires, étant donné le processus de rajeunissement qu'elle induit.

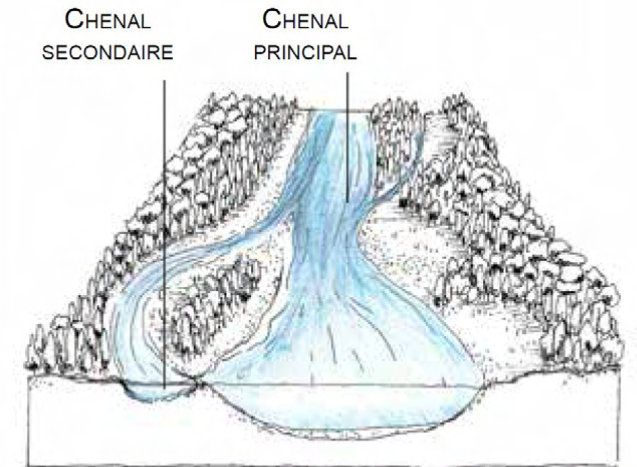
La richesse biologiques de la Loire est intimement liée à son fonctionnement morphodynamique. »

Mais : Loire moyennne « corsetée », tarissement des événements hydrologiques exceptionnels, etc.

Diagnostic : les enjeux (la biodiversité)

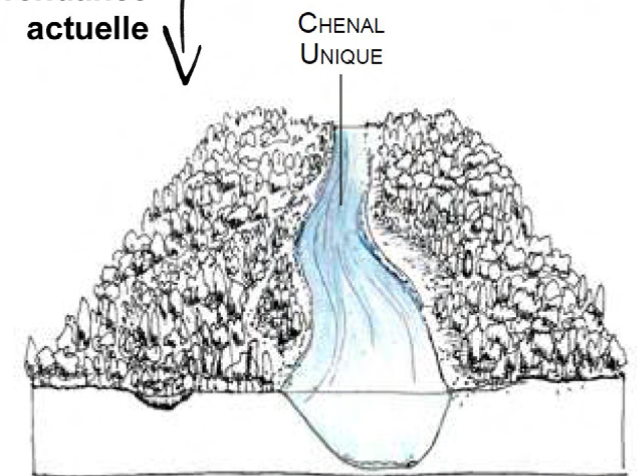
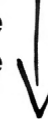


Source : <http://www.lpotouraine.fr>



chenaux multiples - bande active large

Tendance actuelle



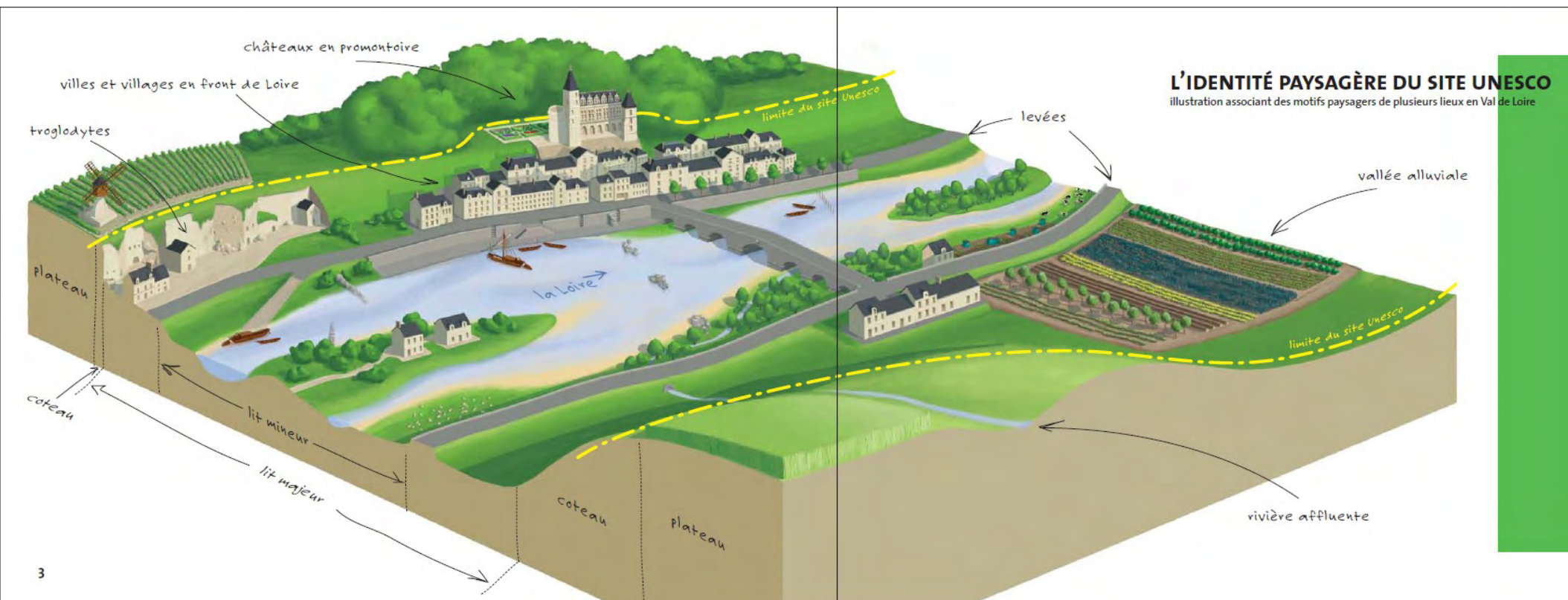
chenal unique - bande active réduite

Diagnostic : les enjeux (les paysages)

Le Val de Loire est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO depuis le 30/11/ 2000.

Critères de sélection :

- « témoignage sur un échange d'influences, de valeurs humaines et sur le développement harmonieux d'interactions entre les hommes et leur environnement sur 2000 ans d'histoire.
- ... illustre à un degré exceptionnel les idéaux de la Renaissance et du siècle des Lumières.
- ... qualité de son patrimoine architectural ».



Diagnostic : les enjeux (les paysages)

Début XIX^{ème} siècle



Jacques SALMON - 1807

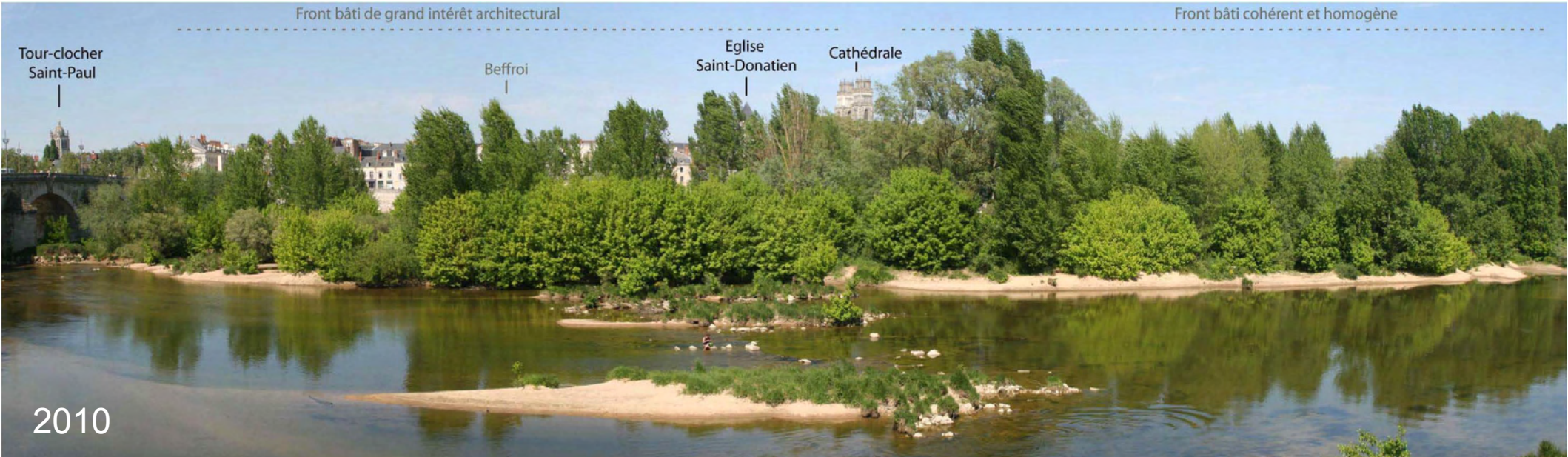
XX^{ème} siècle



Yves Montand dans *Police Python 357* - 1976.

Front bâti de grand intérêt architectural

Front bâti cohérent et homogène



2010

Evolution du lit de la Loire à Orléans, en amont du pont Georges V, de 1800 à 2010.

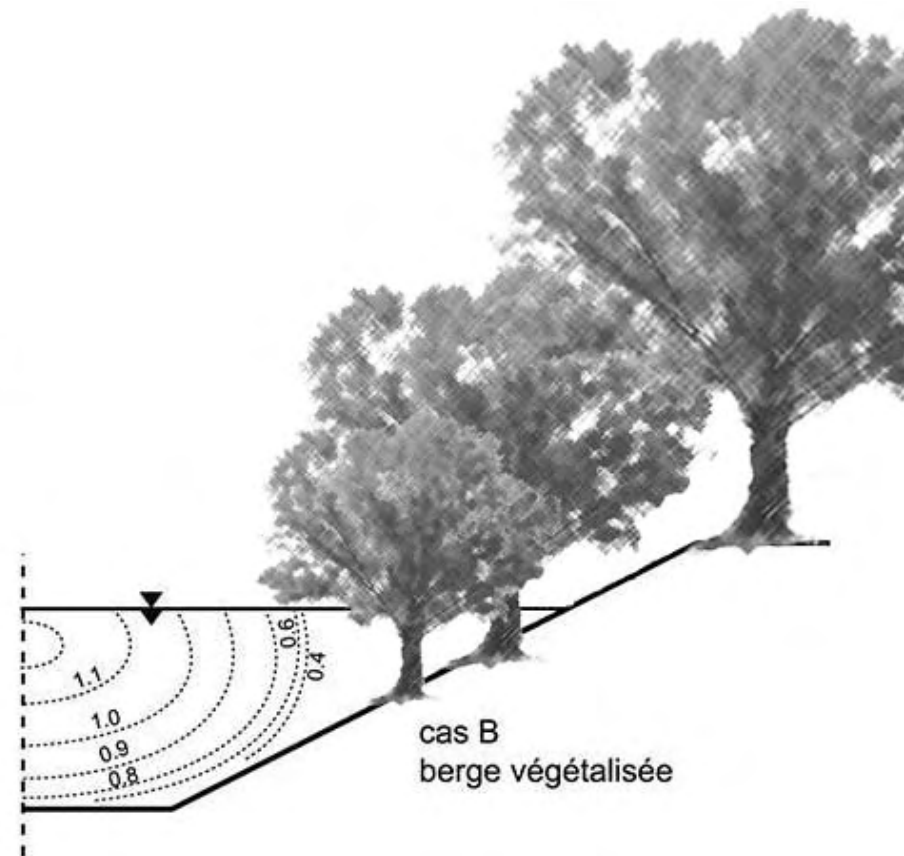
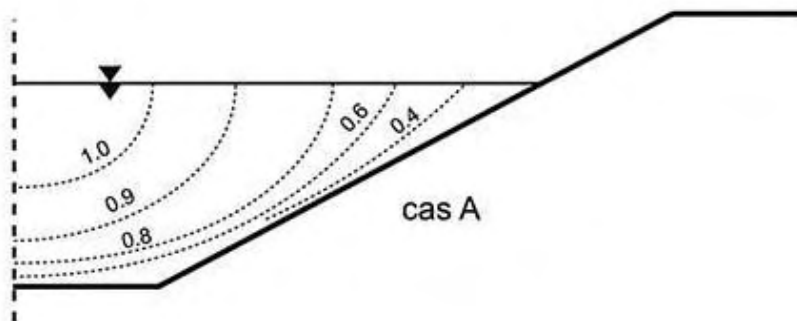
Diagnostic : Les enjeux (réduction du risque inondation)

Conséquences hydrauliques liées au développement de la forêt alluviale au sein du lit de rivières de plaine :

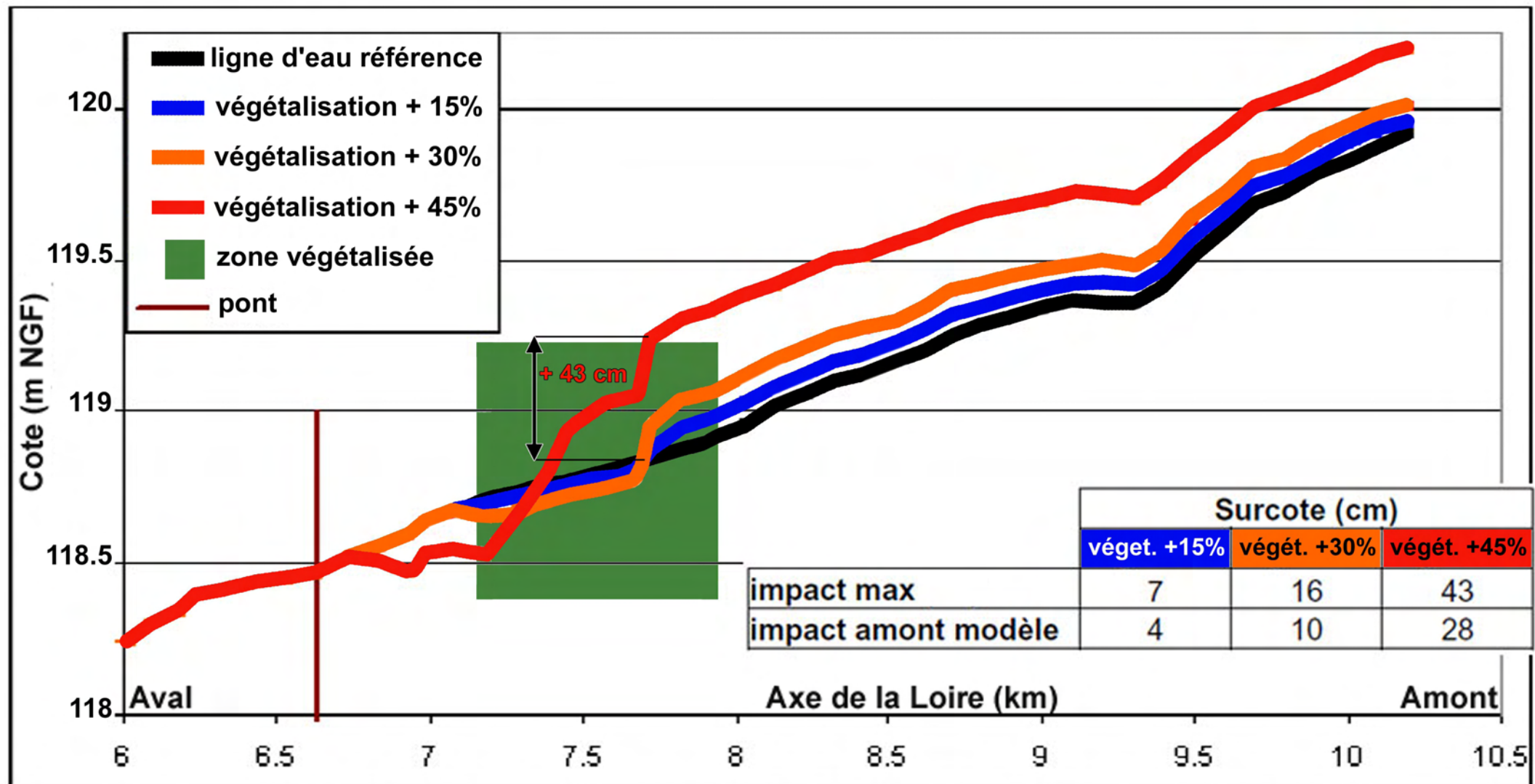
« Les capacités d'écoulement en crue sont diminuées, du fait de la réduction de la section mouillée par les îles et la végétation, et du fait de l'augmentation de la rugosité du lit par la végétation. La crue atteint donc un niveau plus élevé en amont ».

(C. Allain Jegou, 2002)

Les lignes pointillées indiquent le rapport entre la vitesse en un point et la vitesse moyenne.



Diagnostic : Les enjeux (réduction du risque inondation)



Impact du développement de la forêt alluviale au sein du lit moyen de la Loire, sur les hauteurs d'eau en crue, à Sully-sur-Loire (CETE Normandie Centre, 2011).

Stratégie d'intervention (Quelle Loire pour demain ?)

Quelle référence retenir ?



3 états du lit sur les communes de Herry (18) et Mesves-sur-Loire (58)

Stratégie d'intervention (Quelle Loire pour demain ?)

1995 : une référence « légitime » et une cible atteignable

- Début de la politique d'entretien du lit du plan Loire grandeur Nature
- Fin des extractions en lit mineur
- La référence proposée en 2008 par l'EPPLGN est le scénario « ERL » basé sur l'état du lit en 1995 « amélioré ».
- Permet d'intervenir sur des boisements relativement jeunes et donc d'épargner les milieux boisés alluviaux les plus patrimoniaux

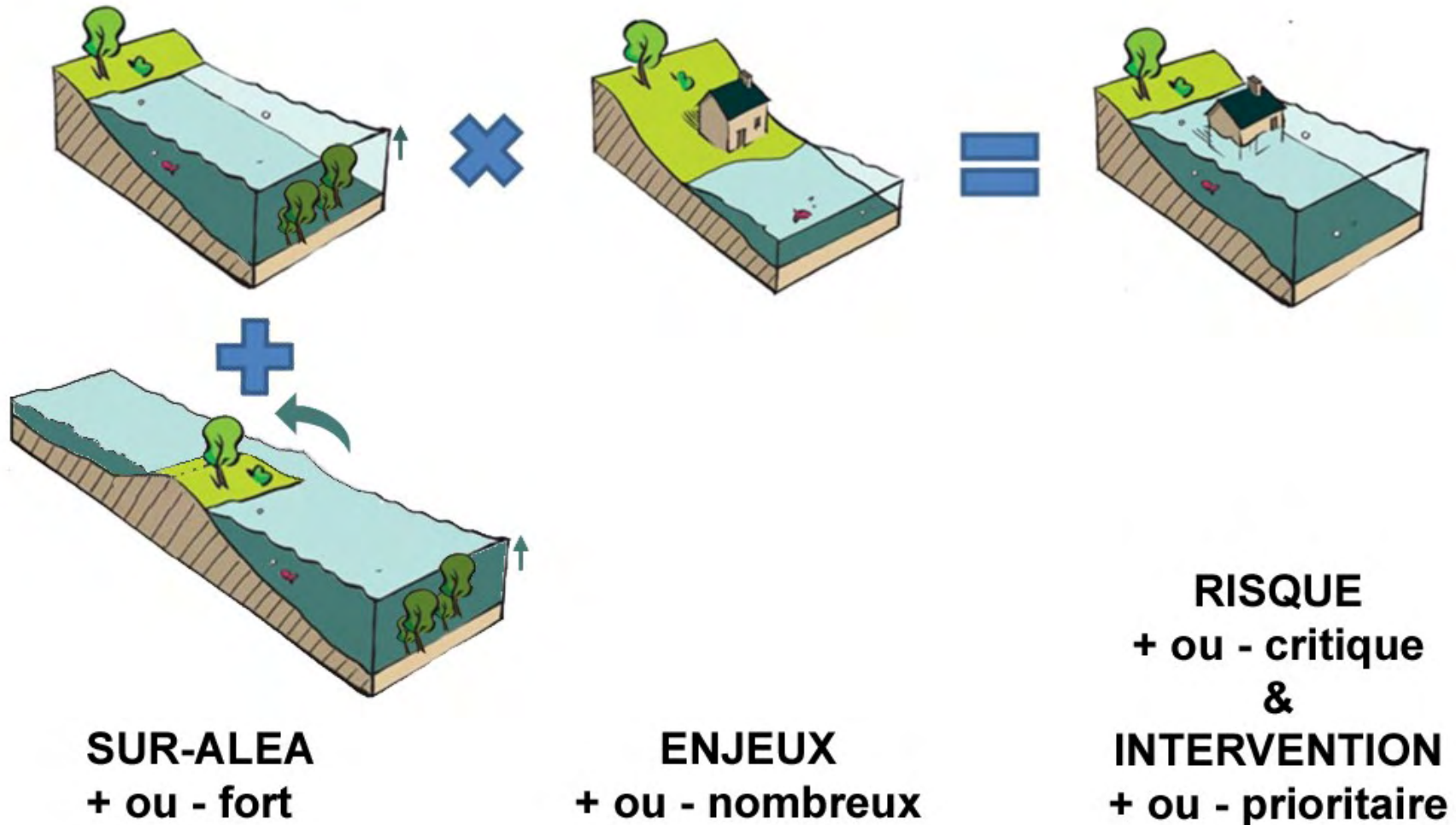
Objectif fixé pour les interventions des DDT (inondation)

Intervenir uniquement sur des zones à enjeux, nécessitant un rattrapage d'entretien d'un point de vue hydraulique, si on les compare à la situation de 1995 ... sans figer le système (équilibre dynamique).

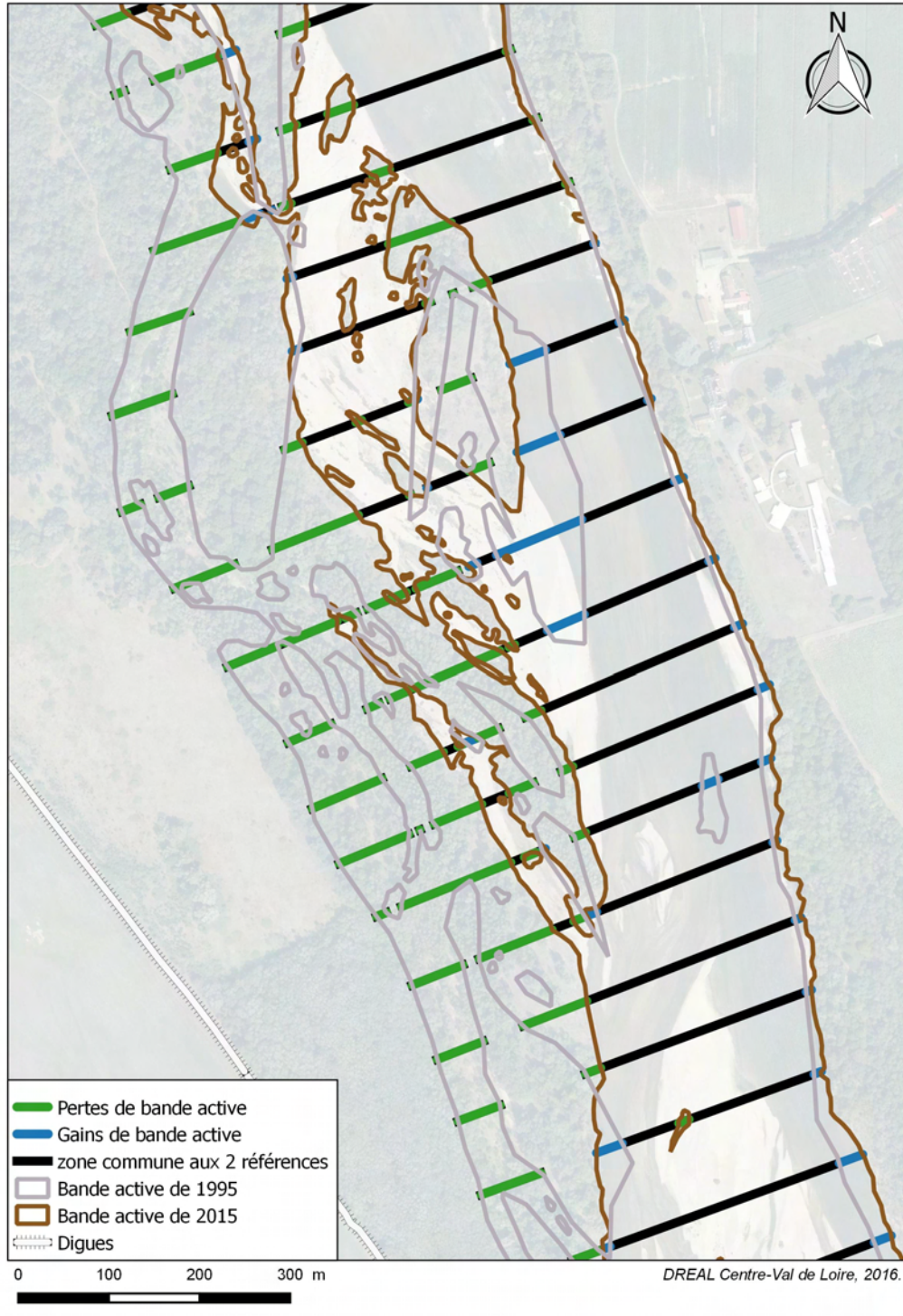
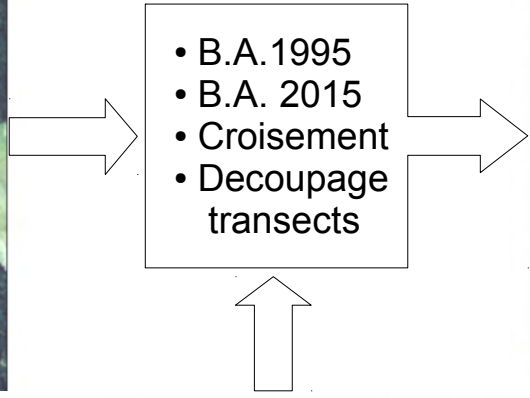
Méthode de priorisation

Méthode

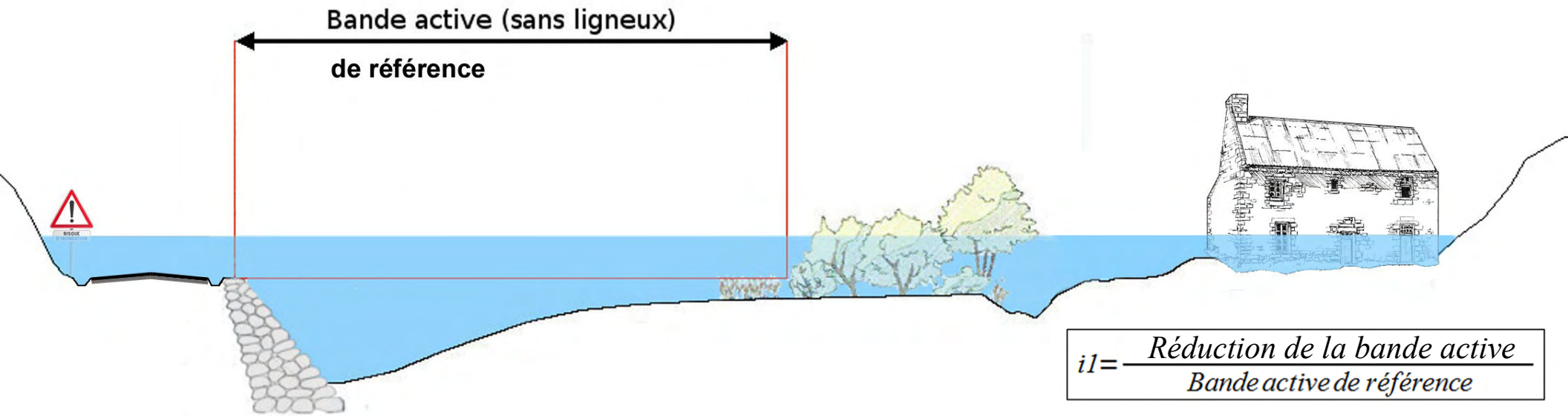
- Une approche homogène sur tous les départements ligériens, s'appuyant sur des indicateurs/critères objectifs et simples.



Méthode de priorisation : indicateur de sur-aléa

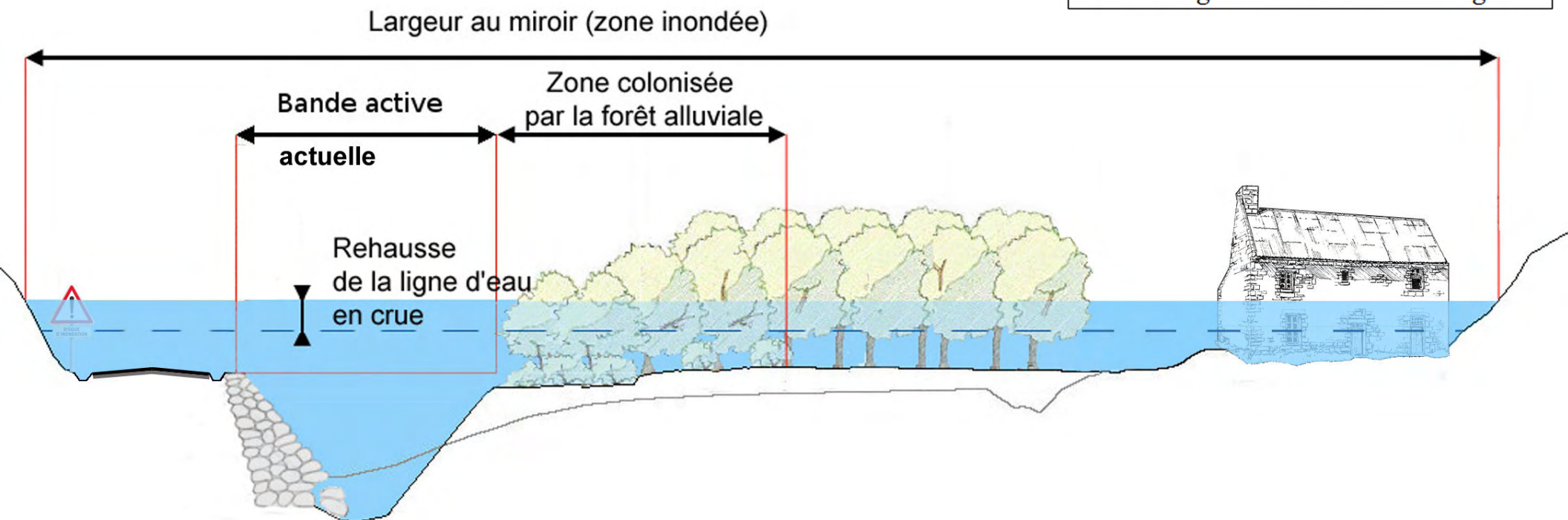


Méthode de priorisation : indicateur de sur-aléa



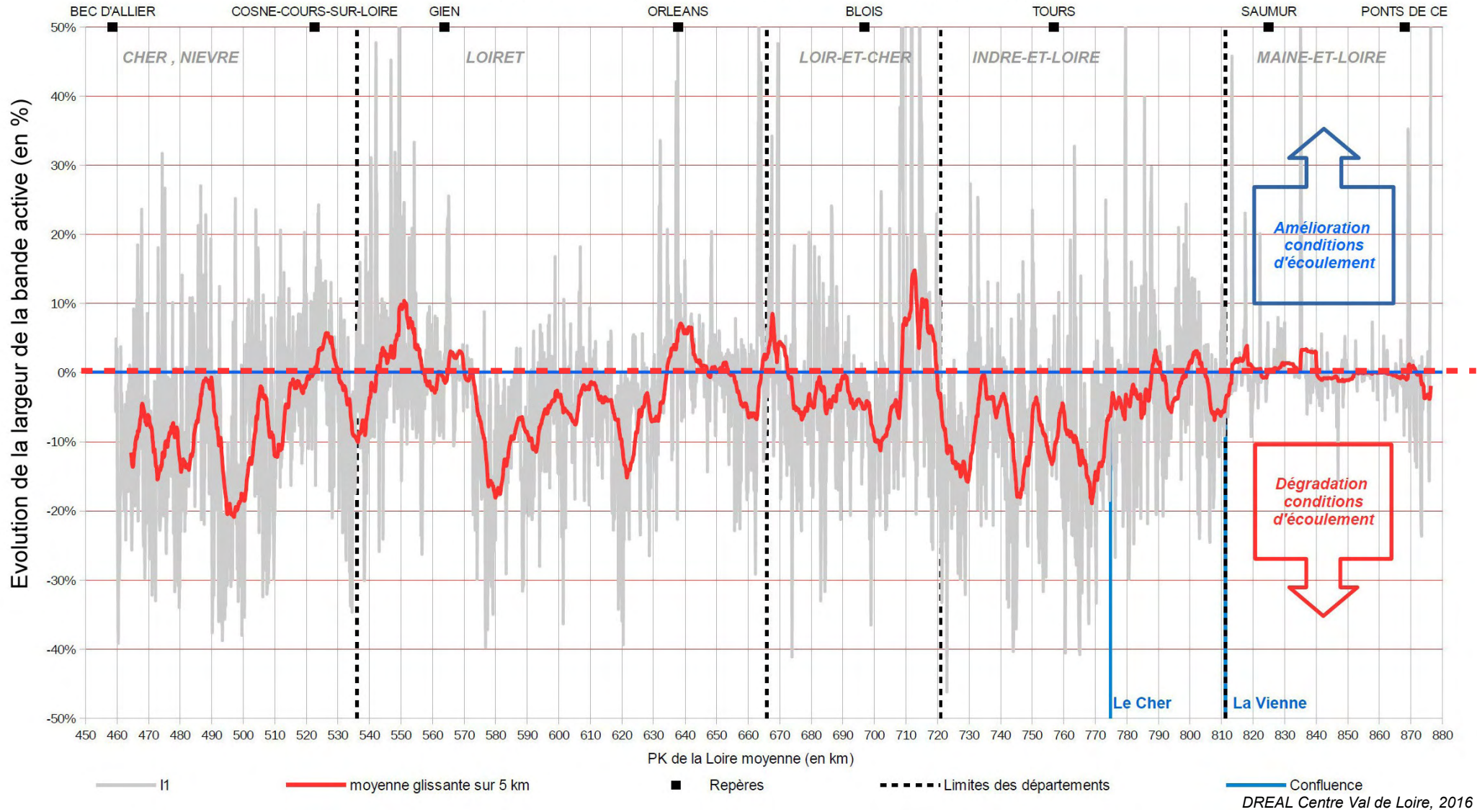
$$i1 = \frac{\text{Réduction de la bande active}}{\text{Bande active de référence}}$$

$$i2 = \frac{\text{Réduction de la bande active}}{\text{Largeur au miroir ou lit endigué}}$$



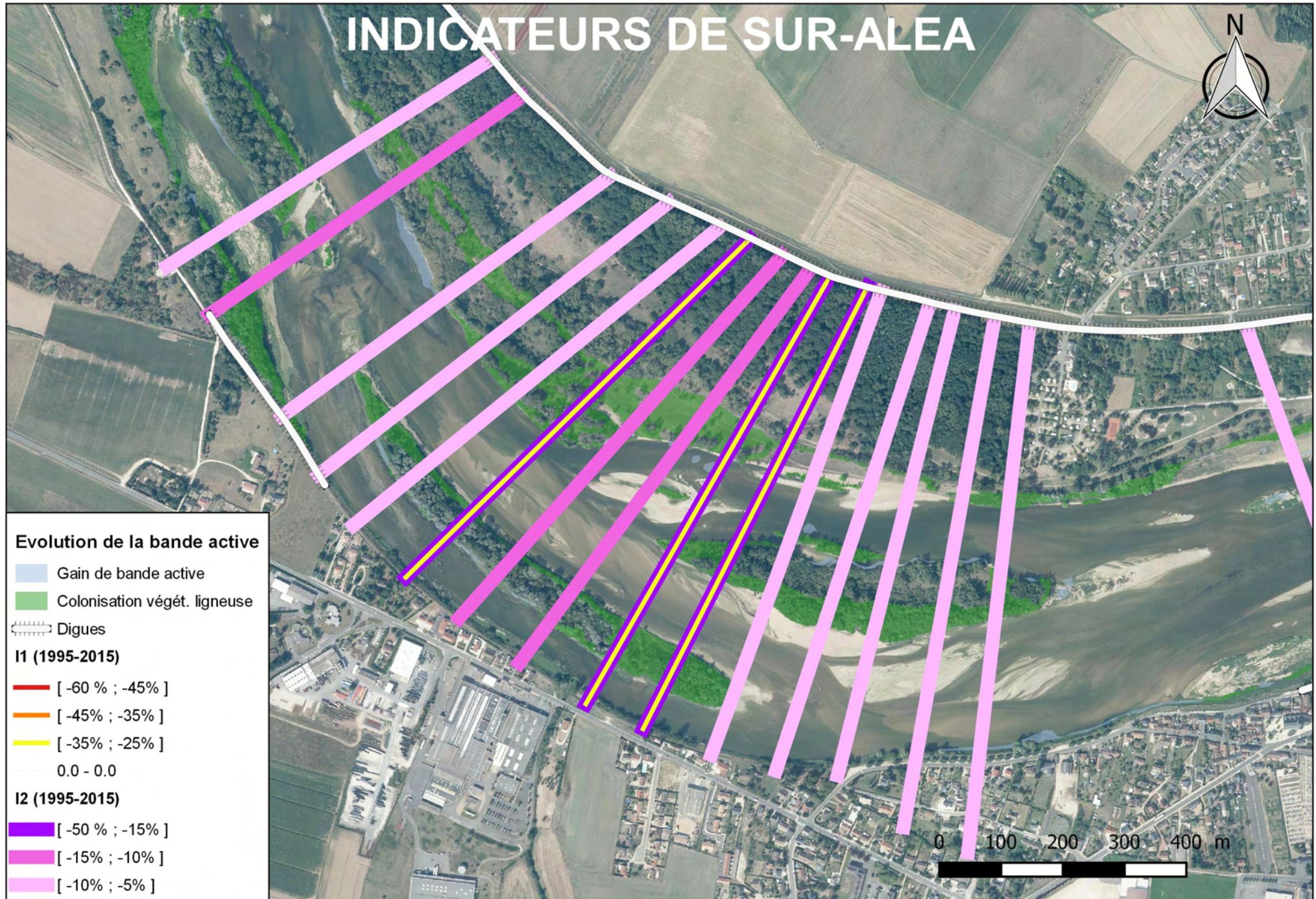
Méthode de priorisation : indicateur de sur-aléa

Evolution de la largeur de la bande active (ou de la section d'écoulement sans végétation ligneuse) de la Loire moyenne, de 1995 à 2015 (indicateur I1)

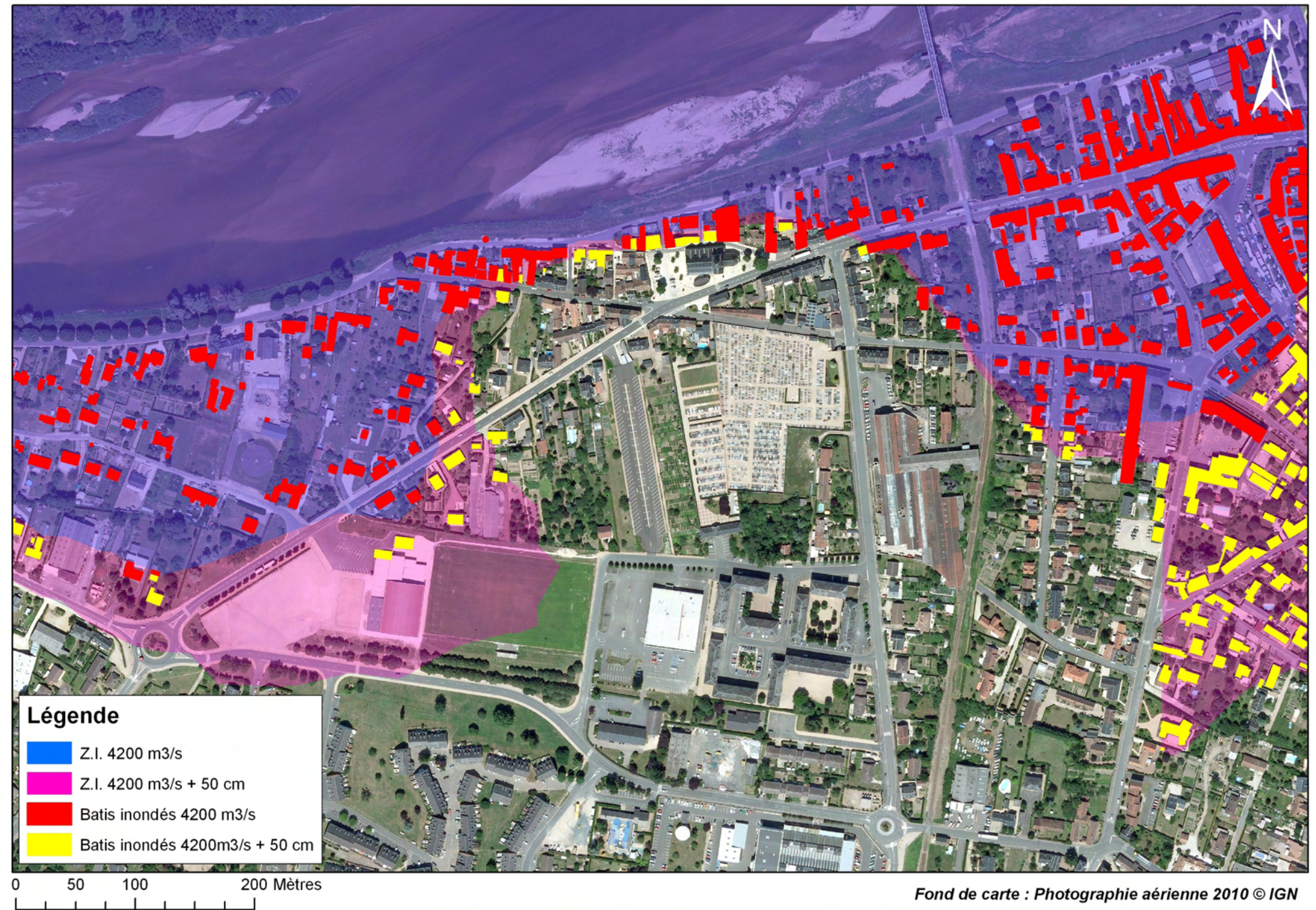


$$i1 = \frac{\text{Réduction de la bande active}}{\text{Bande active de référence}}$$

Méthode de priorisation : indicateur de sur-aléa



Méthode de priorisation : indicateur d'enjeux



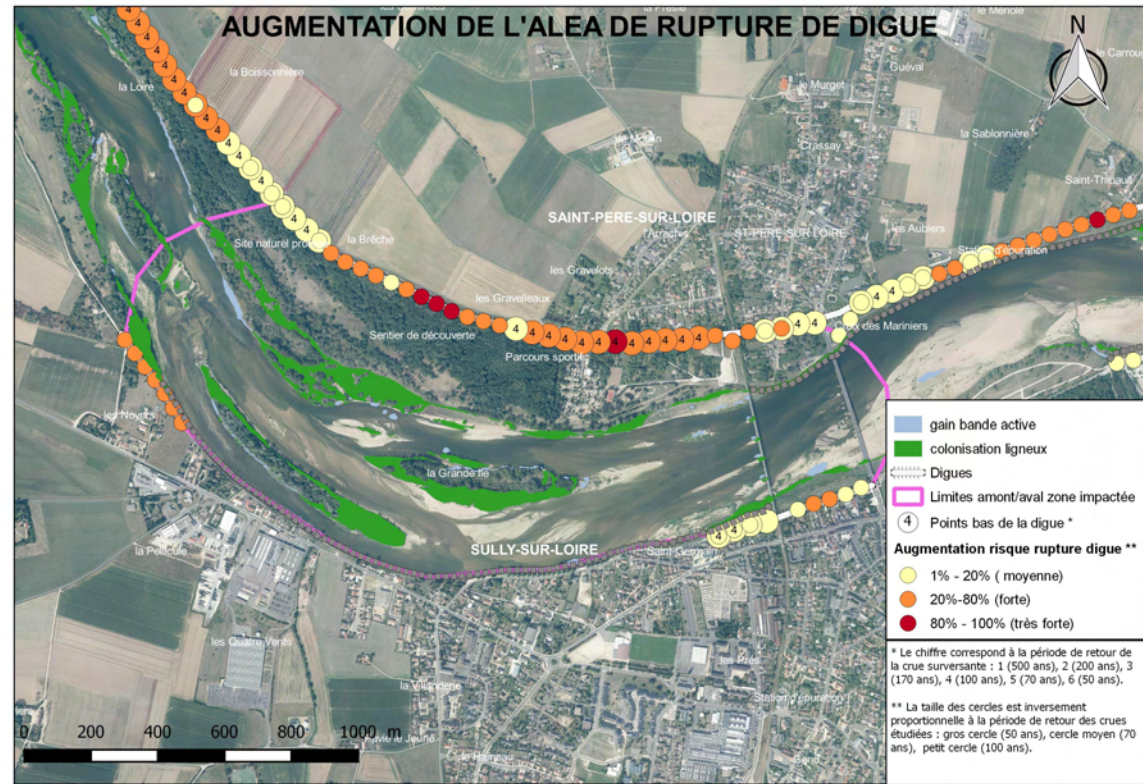
Méthode de priorisation : risque de rupture de digue

N° du profil de la digue	Probabilité de rupture de digue, tous modes confondus		Augmentation de la probabilité de rupture liée à la rehausse de hauteur d'eau
	pour la crue de période de retour 70 ans	pour la crue de période de retour 70 ans + 50 cm	
1	0%	0%	0%
2	0%	10%	10%
3	0%	0%	0%
4	0%	0%	0%
5	0%	0%	0%
6	60%	68%	8%
7	60%	64%	4%
8	53%	58%	6%
9	53%	57%	5%
10	15%	94%	79%
11	2%	66%	63%
12	3%	77%	74%
13	2%	34%	33%
14	4%	77%	73%
15	54%	91%	37%
16	0%	0%	0%
17	0%	0%	0%
18	0%	0%	0%
19	0%	0%	0%
20	0%	0%	0%

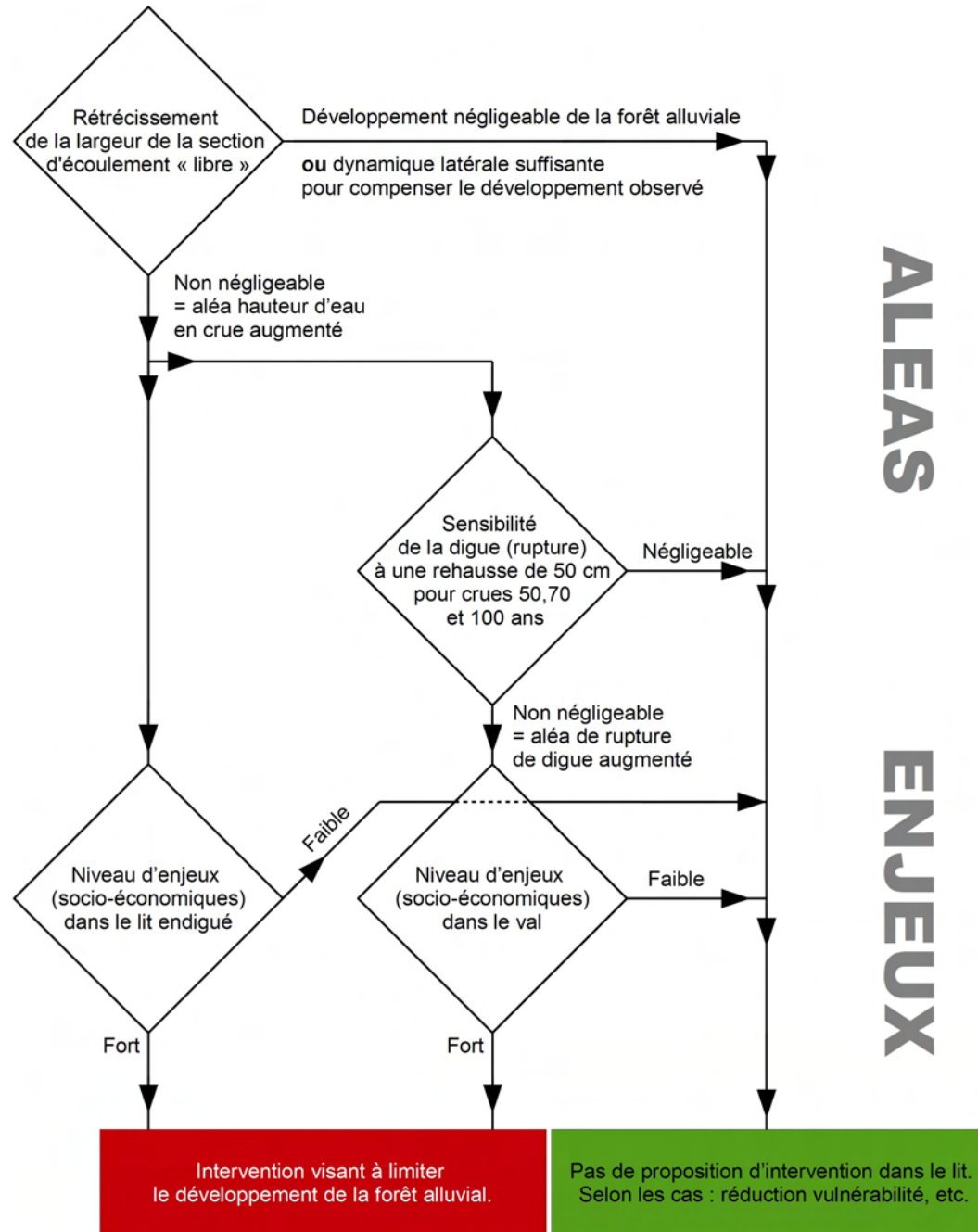
Forte sensibilité de la digue
à la rehausse de 50 cm de la hauteur d'eau en crue
(probabilité de rupture de digue fortement augmentée)



Brèche de la levée de S.Pryvé après l'inondation.



Méthode de priorisation



Le nombre d'enjeux socio-économiques menacés doit être «suffisant» pour justifier l'investissement financier lié à l'opération de restauration et à l'entretien du site, les années suivantes.

Cas particuliers : étude de l'opportunité de retirer la protection de la berge opposée, etc.

Méthode de priorisation

Priorité des interventions			Enjeux situé au sein du lit endigué et dans la zone potentiellement impactée par la rehausse de la ligne d'eau en crue		
			> 50 habitations	[10-50] habitations	< 10 habitations
Augmentation de l'aléa	Rehausse potentielle de la ligne d'eau en crue (ordre de grandeur > 50 cm)	Forte	1	2	réduction de vulnérabilité des biens menacés
	Rehausse potentielle de la ligne d'eau en crue (50 cm > o.d.g. > 20 cm)	Moyenne	2	3	réduction de vulnérabilité des biens menacés
	Rehausse potentielle de la ligne d'eau en crue (ordre de grandeur < 20 cm)	négligeable	intervention non justifiée	intervention non justifiée	intervention non justifiée

Règle de priorisation des interventions envisagées visant à réduire l'aléa pour les enjeux situés dans le lit endigué



Enjeux inondés au sein du lit endigué lors de la crue de déc. 2003 à Saint-Satur (source : M.Louchart)

Définition de l'intervention



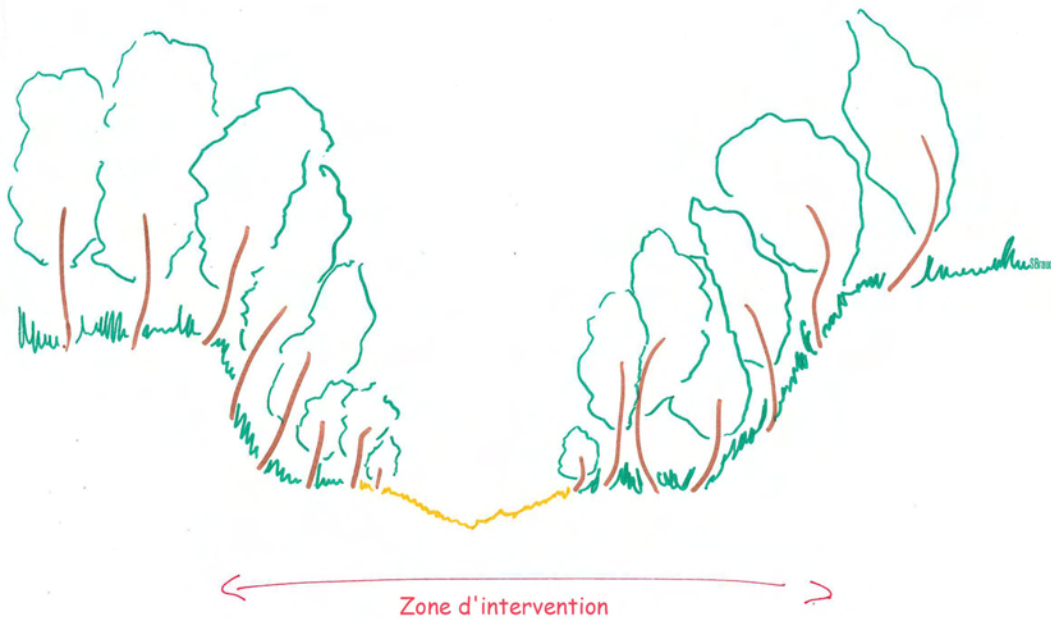
1995 (référence)

S.I.E.L., Dreal Centre-Val de Loire.



2010 (avant restauration)

BD Ortho®, protocole MEEEDAT - MAP - IGN du 24 juillet 2007.

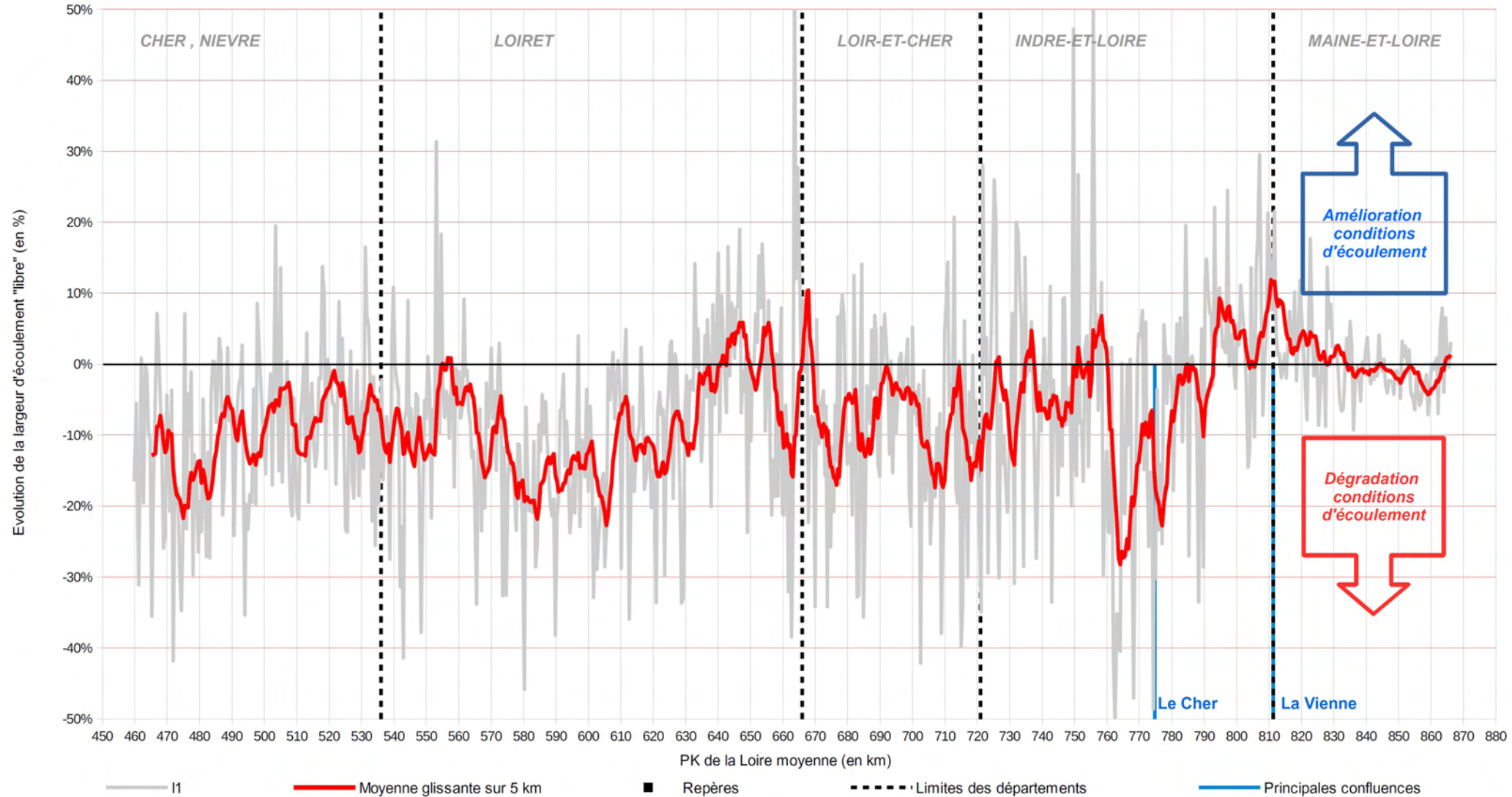


2015 (après restauration)

S.I.E.L., Dreal Centre-Val de Loire.

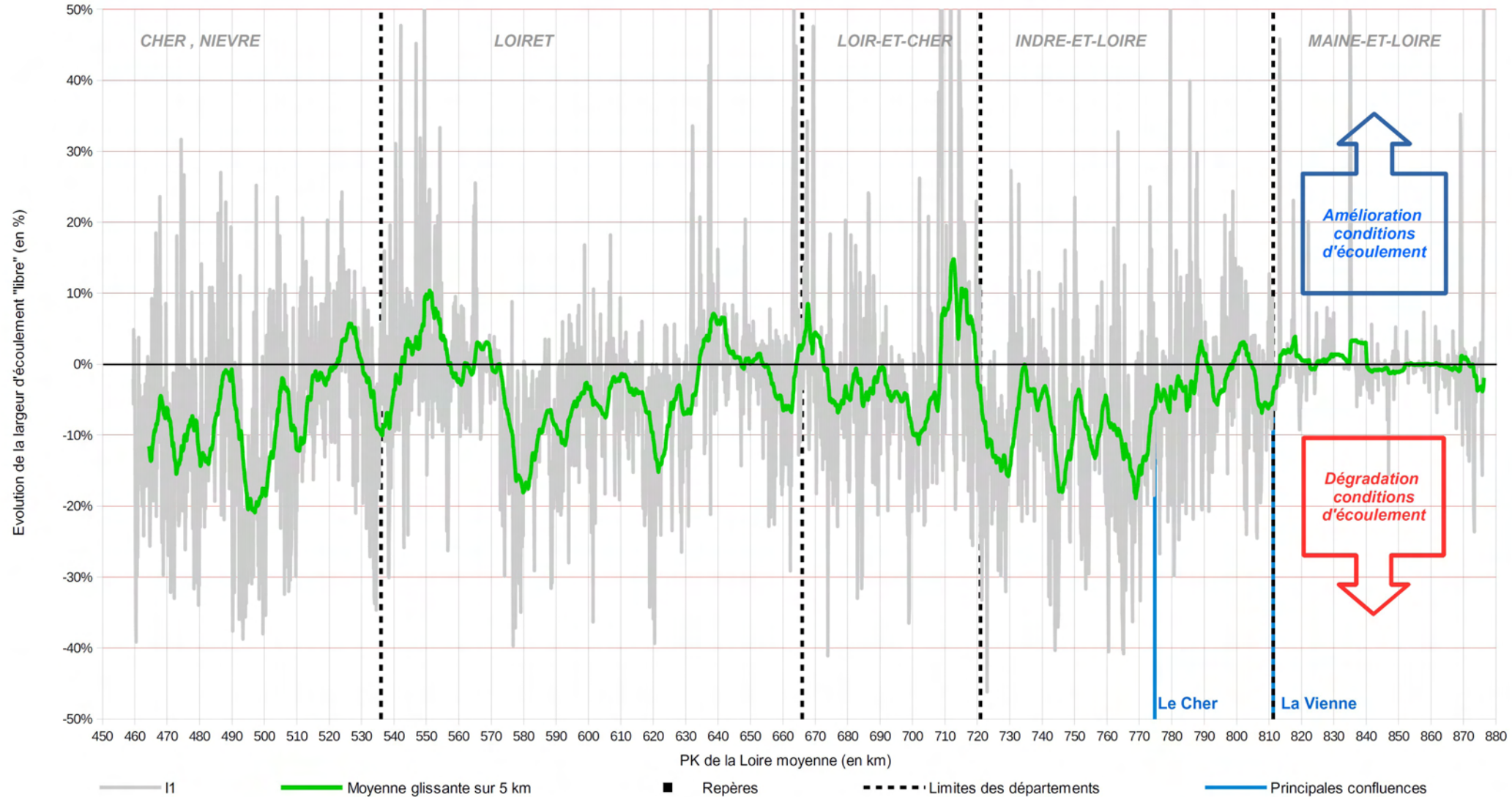
Capacité à contenir le développement de la forêt alluviale

Evolution de la largeur d'écoulement "libre" de 1995 à 2010 (Indicateur I1)



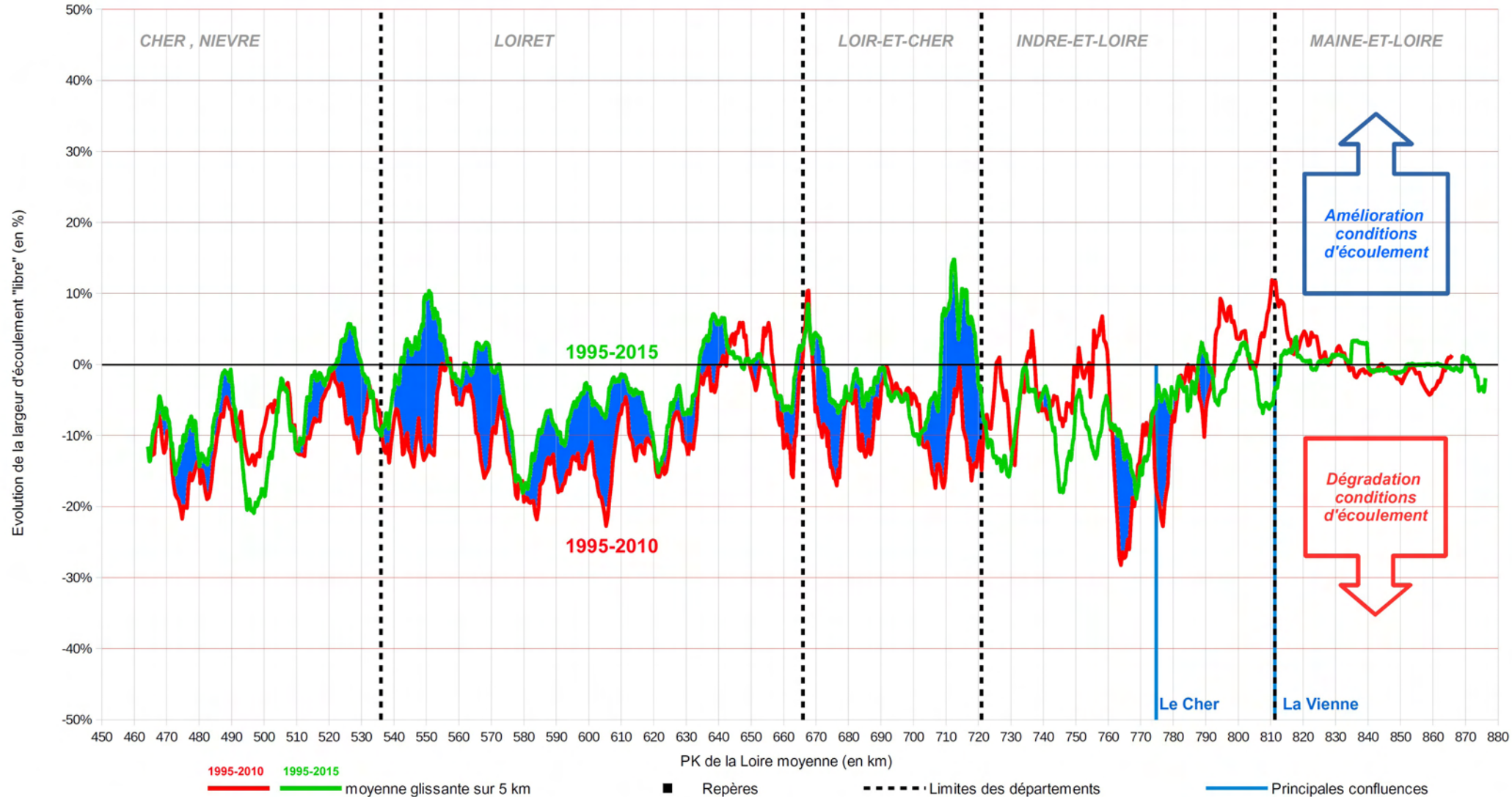
Capacité à contenir le développement de la forêt alluviale

Evolution de la largeur d'écoulement "libre" de 1995 à 2015 (Indicateur I1)



Capacité à contenir le développement de la forêt alluviale

Capacité des travaux de restauration à contenir le développement de la forêt alluviale



Limites de la comparaison : 1 profil tous les 500 m pour la comparaison 1995-2010 et 1 profil tous les 100 m pour la comparaison 1995-2015 ; Non superposition des profils des 2 études ; Intervention de 2015 non intégrées dans le graphique.

Bilan : Une capacité à contenir le développement de la forêt alluviale qui est avéré ; Un objectif de restauration qui est pratiquement atteint.

Gestion en amont des ponts sensibles à la formation d'embâcle végétal



Lors des crues, l'érosion des berges et la force de l'écoulement peuvent déraciner de grands arbres (peupliers, saules...) ou emporter des bois morts situés à proximité du lit vif.

→ peuvent s'entasser à l'amont d'arches de ponts étroits ou à faible tirant d'air en crue.

→ Réduction section d'écoulement → rehausse ligne d'eau en crue, en amont

La densification de la végétation ligneuse au sein du lit mineur augmente la production d'encombres et, par conséquent, la probabilité de formation d'embâcle au niveau des ponts.

DES BOIS MORTS PLEIN DE VIE !

Organismes saproxyliques

« Dépendant, pendant au moins une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou déperissant sur arbres morts ou vivants, ou d'autres espèces saproxyliques »

En quelques chiffres

- 25% des espèces forestières dépendent du bois mort
- 10 000 espèces saproxyliques en France métropolitaine
 - 5 000 champignons
 - 2 500 coléoptères
 - Et autres insectes, mousses, lichens, oiseaux, mammifères, mollusques



Mais, encombres et notamment le bois mort = habitats favorables pour certaines espèces (caches pour le poisson, support de vie pour des insectes,...).

→ Enlèvement systématique non conseillé

Gestion en amont des ponts sensibles à la formation d'embâcle végétal



Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 2003

Revanche faible sous les arches du pont de Saint-Satur, en rive gauche, lors de la crue de décembre 2003 (EPPLGN).

23 ponts particulièrement sensibles au risque d'embâcle végétal :

- 4 ponts qui se mettraient en charge, pour les crues modélisées, même sans embâcle
- 10 ponts dont la revanche entre le niveau d'eau et la cote du tablier serait inférieure à 50 cm pour la crue de période de retour 500 ans
- 9 autres ponts anciens à arches étroites

Gestion en amont des ponts sensibles à la formation d'embâcle végétal



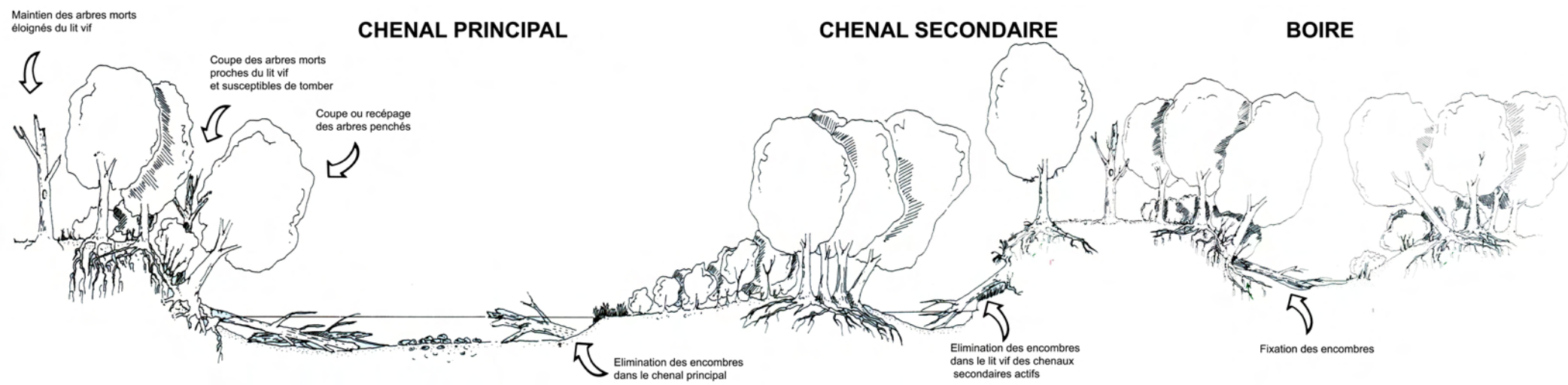
Encombre obstruant toute la largeur d'un sous-chenal actif.

Il est impossible de supprimer définitivement le risque de formation d'embâcle

Gestion spécifique en amont des 23 ponts :

- Retrait des encombres dans chenaux secondaires actifs en crue.
- Recépage des saules et peupliers penchés et proches du lit vif.
- Élimination des arbres morts proches du lit vif.
- Etc.

Gestion en amont des ponts sensibles à la formation d'embâcle végétal



Exemple de gestion, en amont immédiat d'un pont sensible à la formation d'embâcle végétal (d'après Bacchi, 1997)

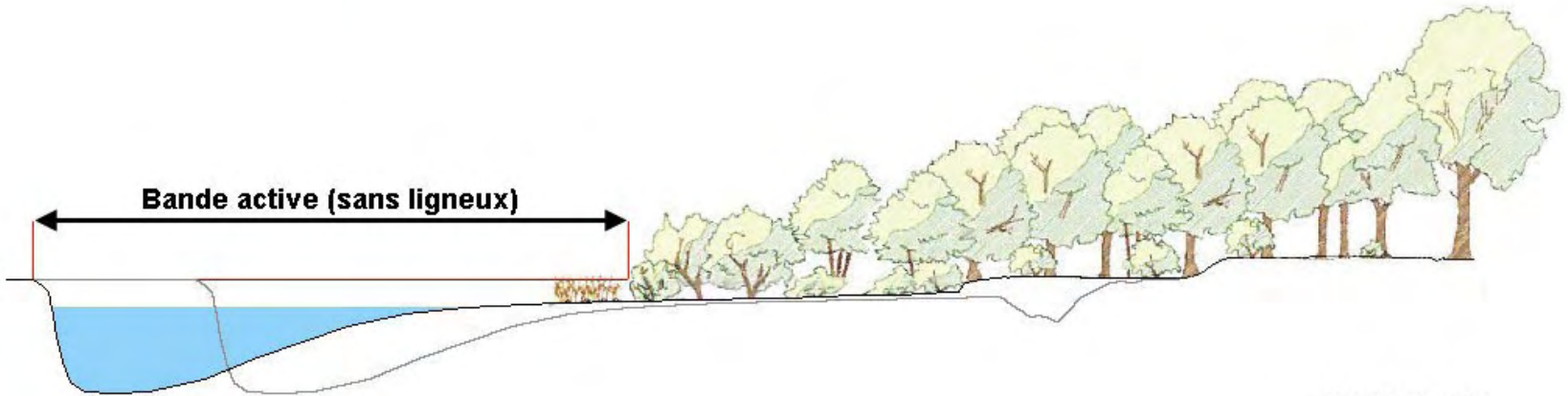
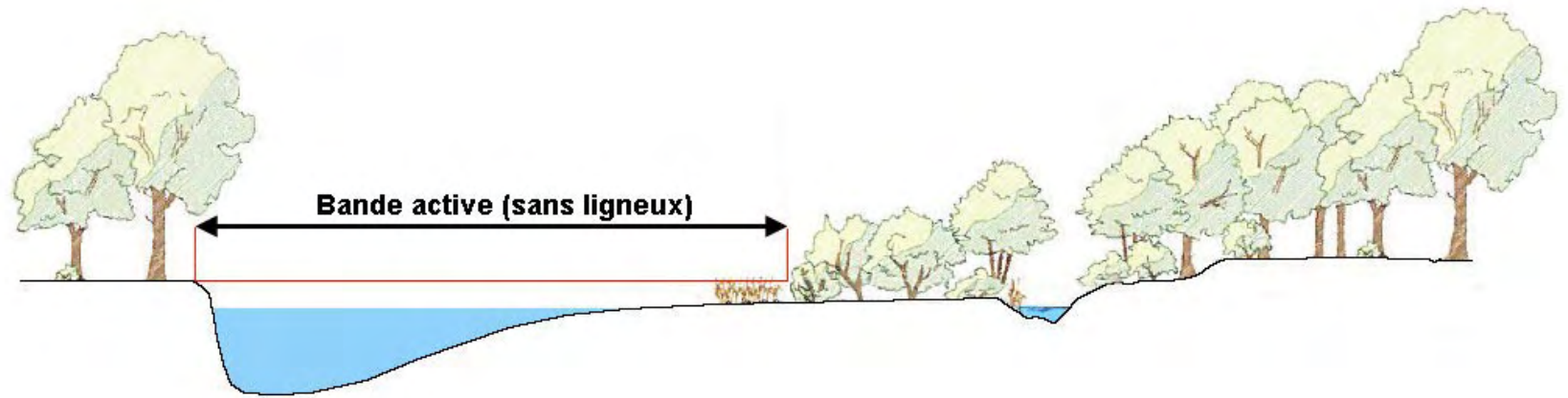
Il est impossible de supprimer définitivement le risque de formation d'embâcle

Gestion spécifique en amont des 23 ponts :

- Retrait des encombres dans chenaux secondaires actifs en crue.
- Recépage des saules et peupliers penchés et proches du lit vif.
- Élimination des arbres morts proches du lit vif.
- Etc.

Secteurs où la dynamique latérale est la plus active

Hydraulique



S. BRAUD, 2014

Biodiversité

« Ces processus d'érosion, transport de sédiments, dépôt, ... ont pour effet de créer, détruire, recréer, à une échelle de temps comprise entre 10 et 100 ans en moyenne ..., une diversité de milieux dont la grande richesse écologique tient justement à leur fréquence de régénération et à leur assemblage sous forme de mosaïque sur une surface relativement restreinte » (Malavoi, 1998).

Secteurs où la dynamique fluviale est la plus active

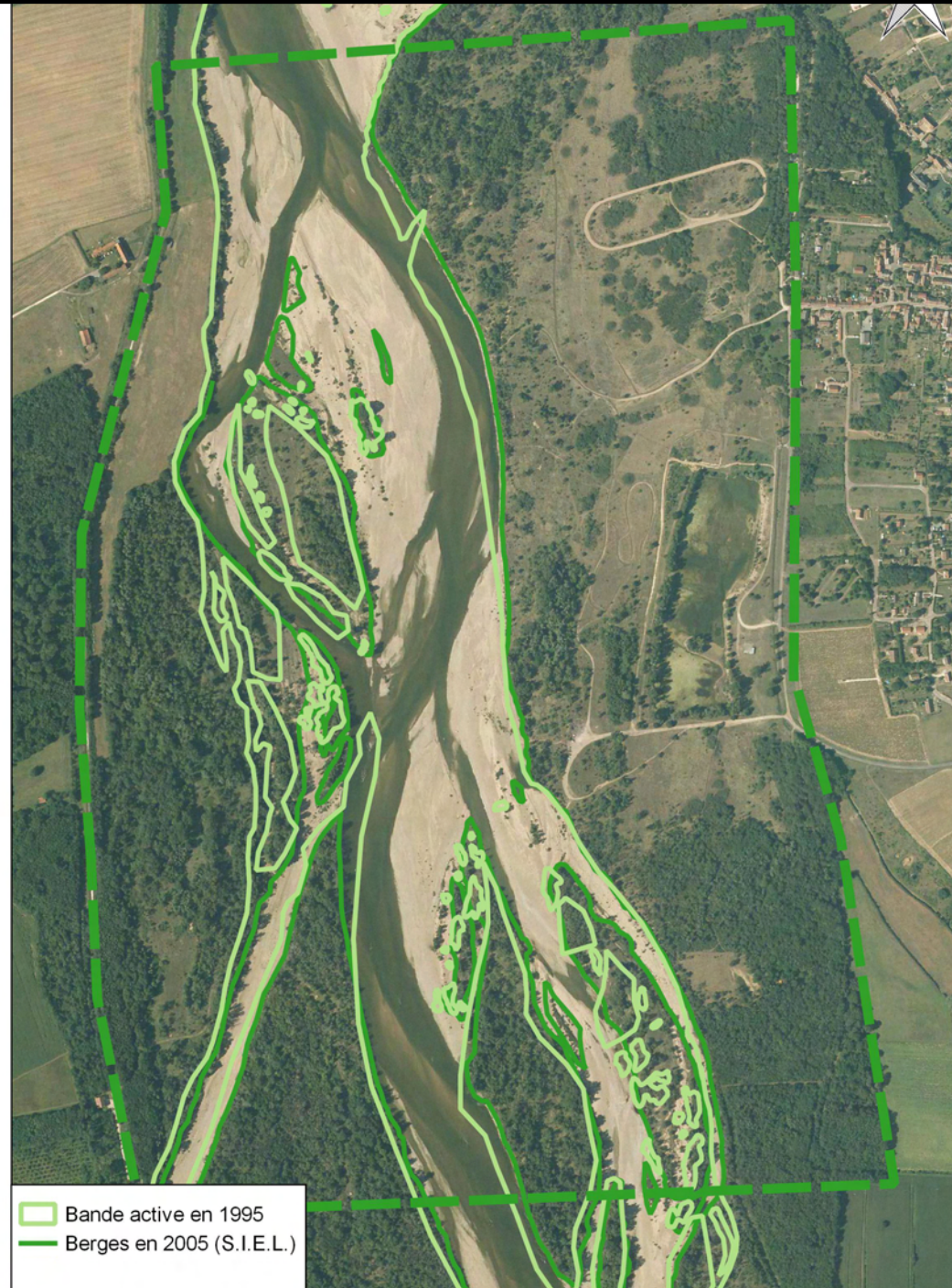


0 100 200 300 400 m

1995

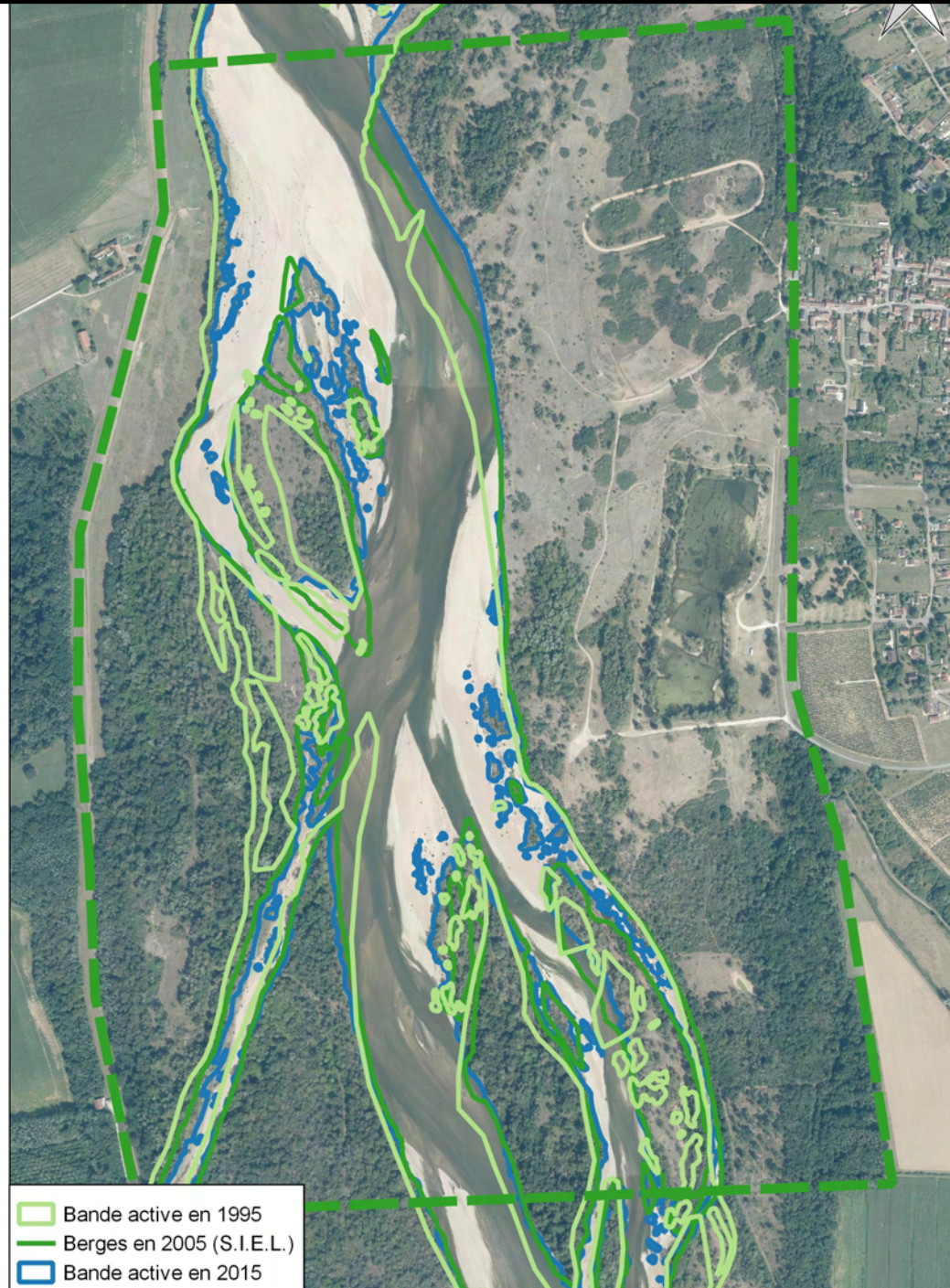
S.I.E.L., Dreal Centre-Val de Loire.

Secteurs où la dynamique fluviale est la plus active



2005

Secteurs où la dynamique fluviale est la plus active



0 100 200 300 400 m

2015

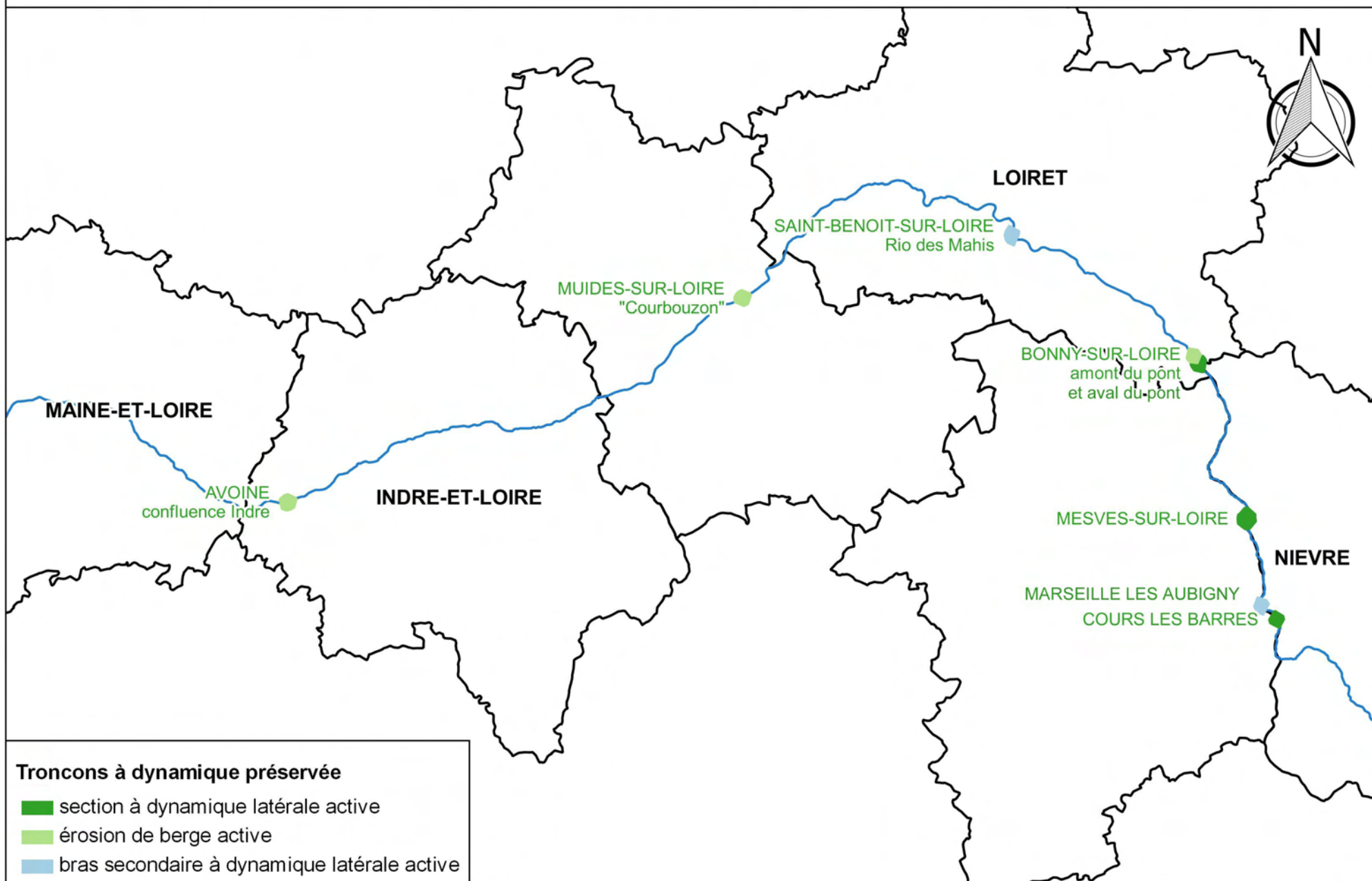
S.I.E.L., Dreal Centre-Val de Loire.

Secteurs où la dynamique fluviale est la plus active



Secteurs où la dynamique fluviale est la plus active

Secteurs où la dynamique fluviale est la plus active (Loire moyenne)



0 25 50 75 100 km

Secteurs où la dynamique fluviale est préservée



Secteurs où la dynamique fluviale est préservée



Secteurs où la dynamique fluviale est préservée



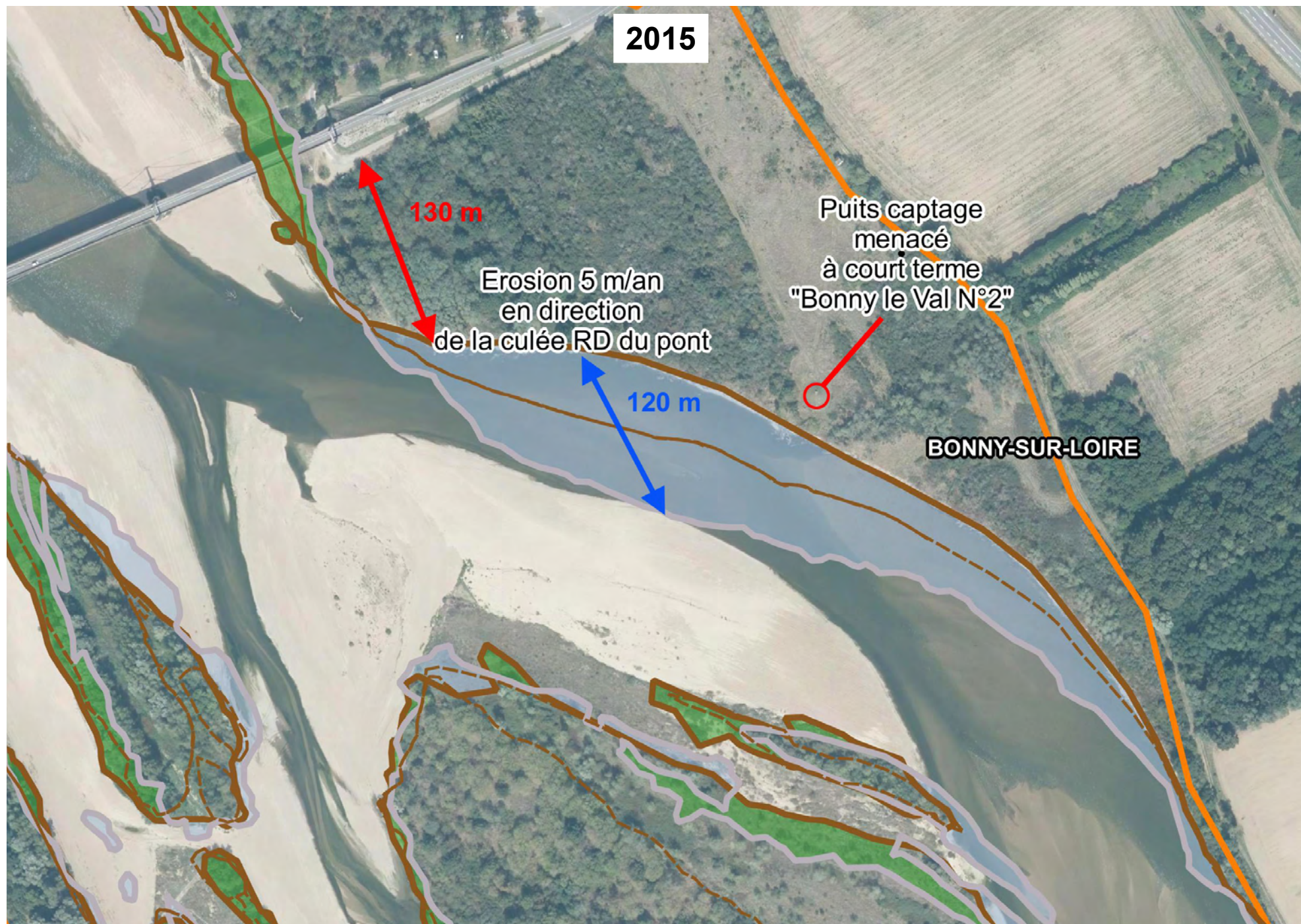
Secteurs où la dynamique fluviale est préservée



Secteurs où la dynamique fluviale est préservée



Secteurs où la dynamique fluviale est préservée



Concilier les différents enjeux

LPO

DREAL Centre
Établissement public Loire
FEDER

Observatoire de l'avifaune nicheuse des grèves sur le bassin de la Loire
Bilan des actions menées en 2011, 2012 et 2013 et stratégie de conservation

VI
Août 2014



Sternes pierregarins (*Sterna hirundo*) – Louis-Marie Préau ©

Préserver
Protéger
Eduquer

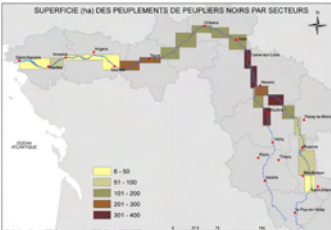
BirdLife
ETABLISSEMENT PUBLIC LOIRE



23 [Loire moyenne]

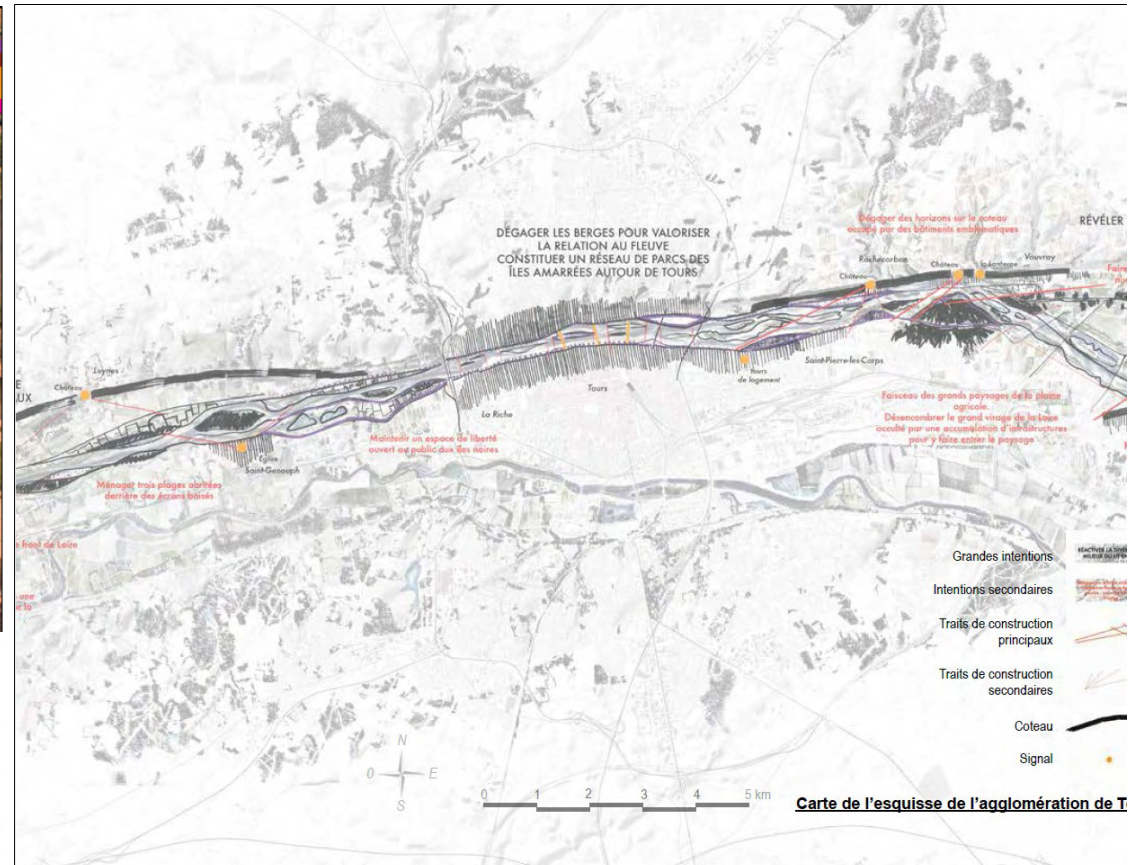
Dynamique de la biodiversité des îles de Mareau-aux-Prés

Évaluer les conséquences des travaux d'entretien (dévégétalisation et reprofilage) sur la biodiversité (faune et flore) au sein des îles de Mareau-aux-Prés, incluses dans la



SUPERFICIE (ha) DES PEUPLIERS NOIRS PAR SECTEURS

0 - 50
51 - 100
101 - 200
201 - 300
301 - 400



Besoins de connaissance :

- analyse des enjeux (paysage, biodiversité) à l'échelle de la Loire moyenne,
- évaluation de l'impact de nos choix de gestion sur la biodiversité (impact restauration sur les premiers stades de la forêt de bois tendre, impact de la fréquence de l'entretien, etc.) ,
- aval de la Vienne ,
- etc.



FIN

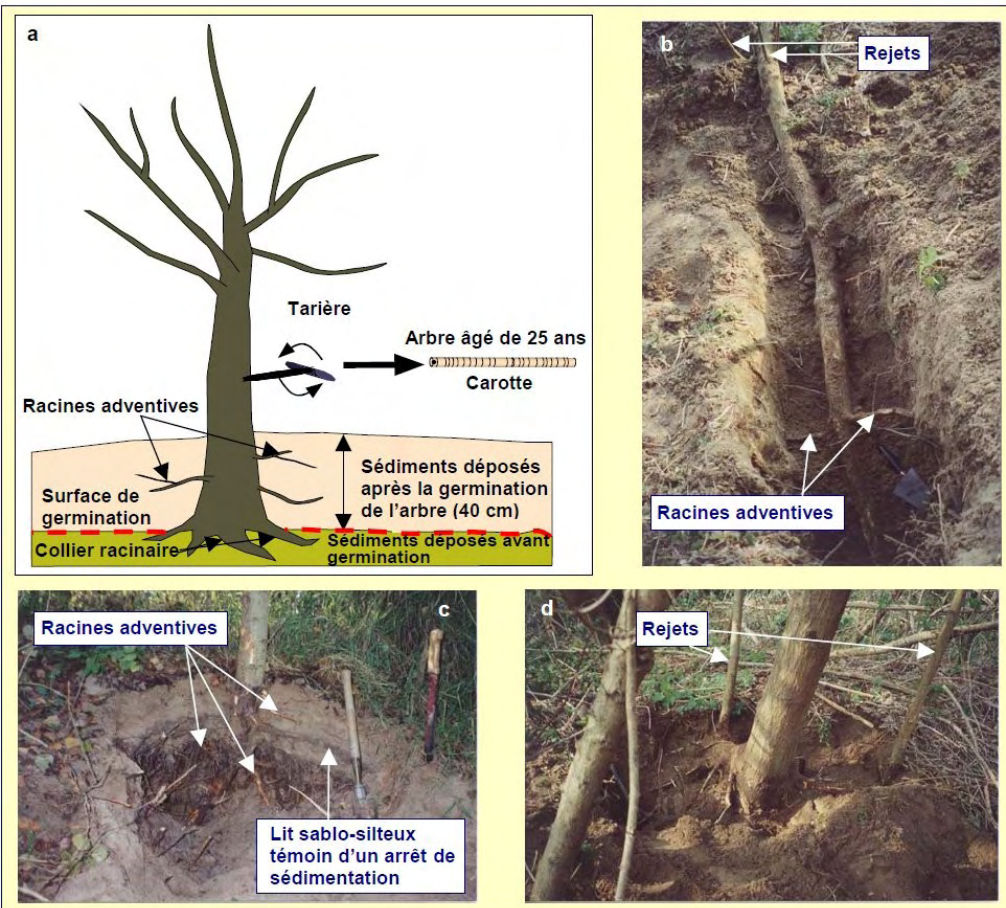
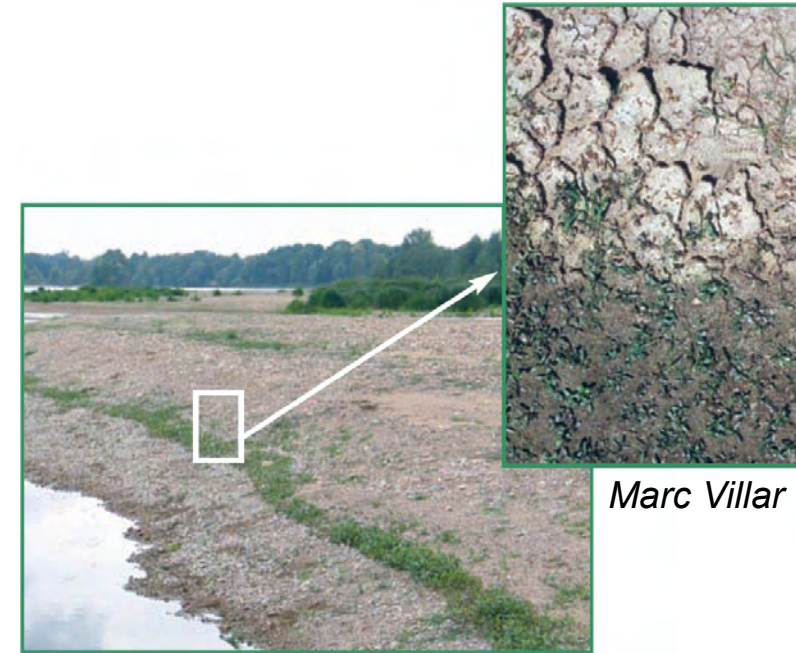


La Loire à Ouvrouer-les-Champs, S. Braud, 2015.



Annexe 1 : zoom sur le peuplier noir

- Multiplication par boutures, rejets → clonage naturel.
- Reproduction par graines emportées par le vent et l'eau. Certaines de ces graines trouveront des conditions favorables pour germer et se développer.



Rejets et racines adventives (S. Rodrigues, 2004)



Système racinaire d'un peuplier noir (DDT45)

Annexe 2 : Les interventions



Débardeur forestier



Broyage + évacuation



Pelle mécanique équipée d'une cisaille hydraulique



Broyage sur place



Arrache-poireaux

Le pastoralisme ligérien

Une pratique agricole au service de la Loire



Annexe 3

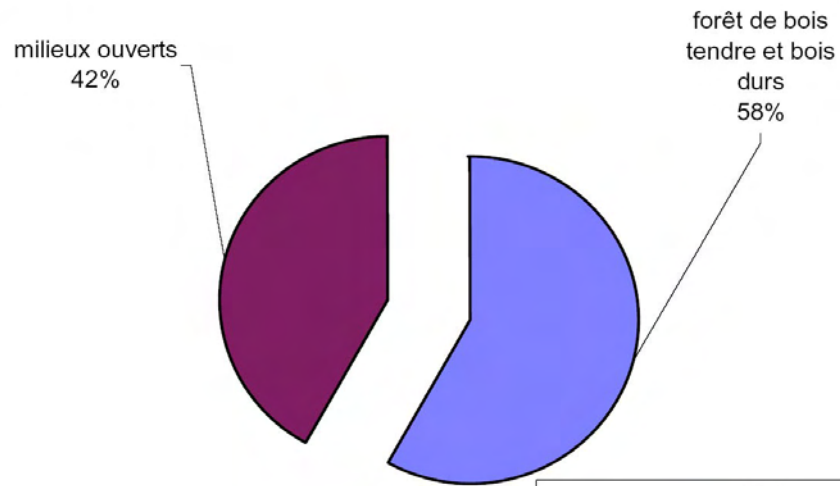
1995

description	Surface (m ²)	pi
forêt de bois tendre et bois durs	396 533	0.58
milieux ouverts	285 367	0.42

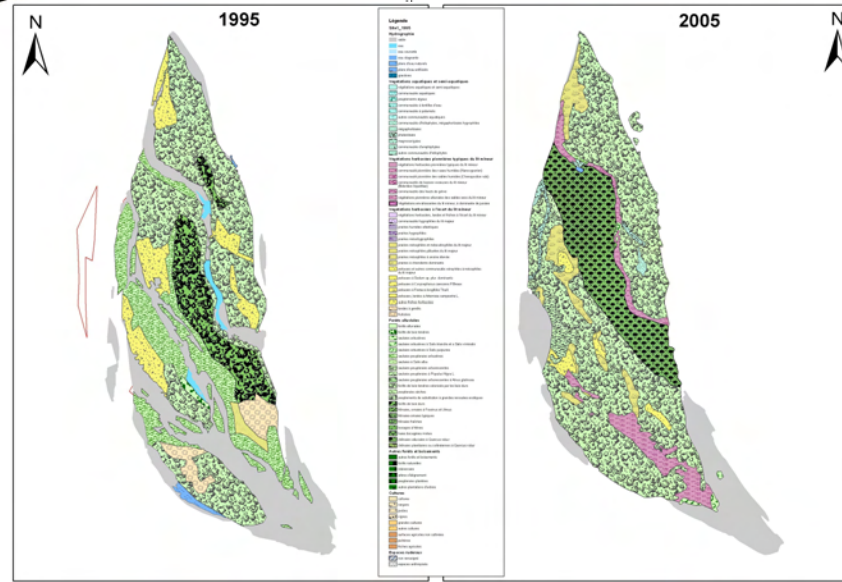
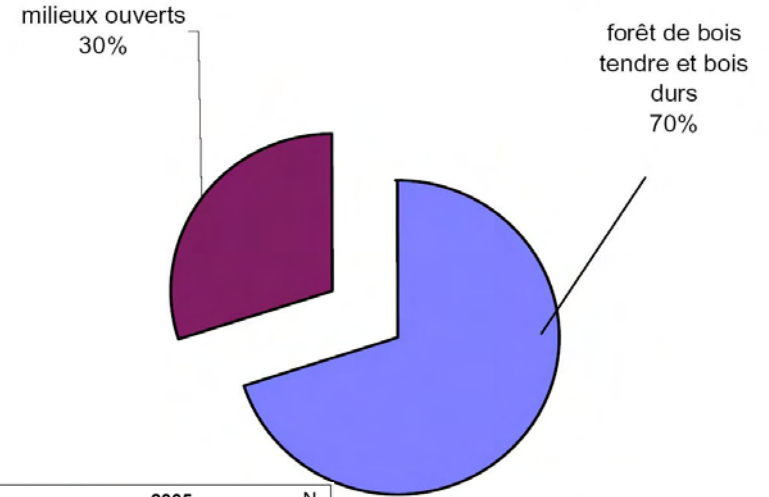
2005

description	Surface (m ²)	pi
forêt de bois tendre et bois durs	489 769	0.70
milieux ouverts	210 989	0.30

Proportion de chaque type d'habitat en 1995

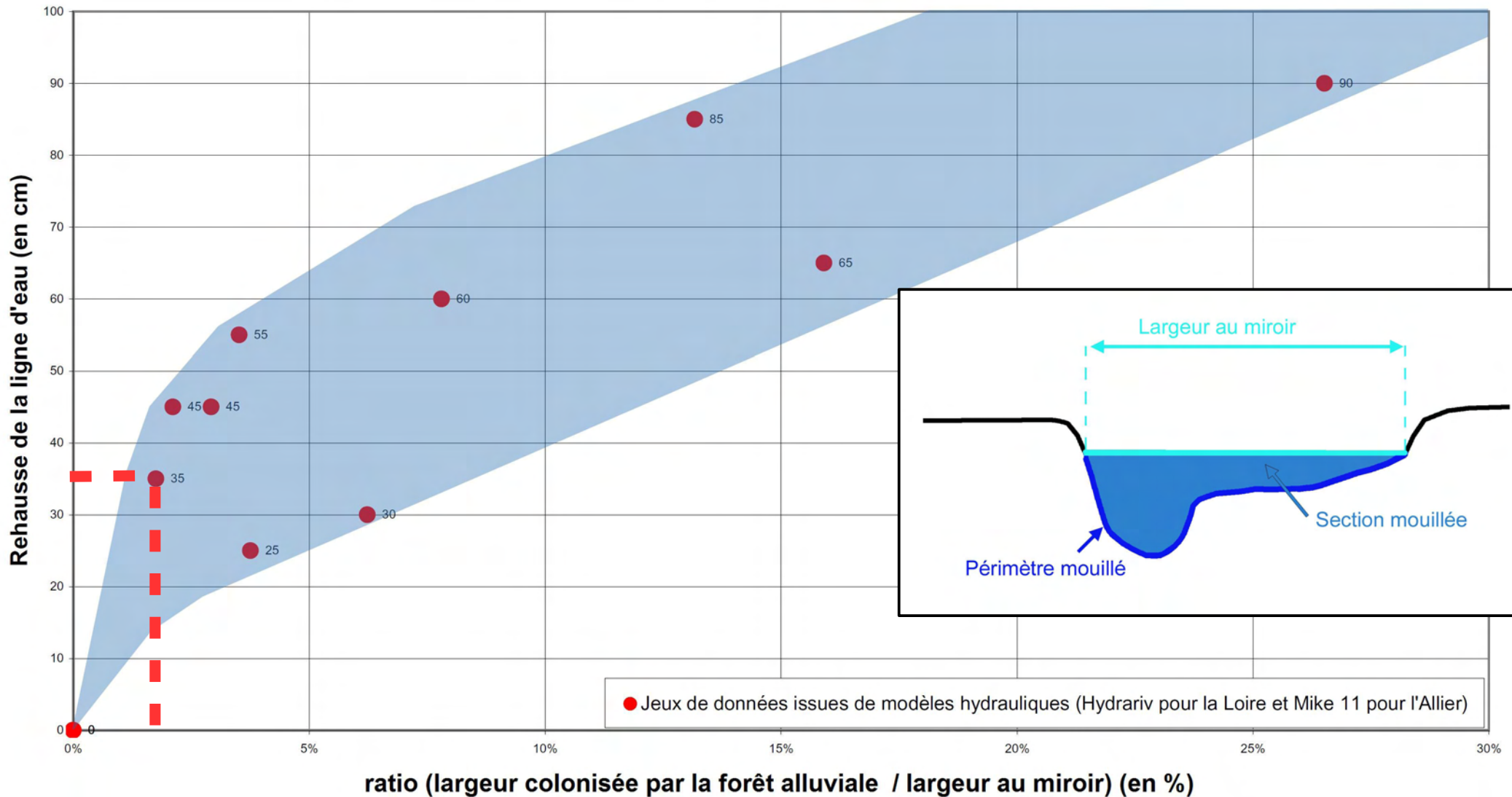


Proportion de chaque type d'habitat en 2005

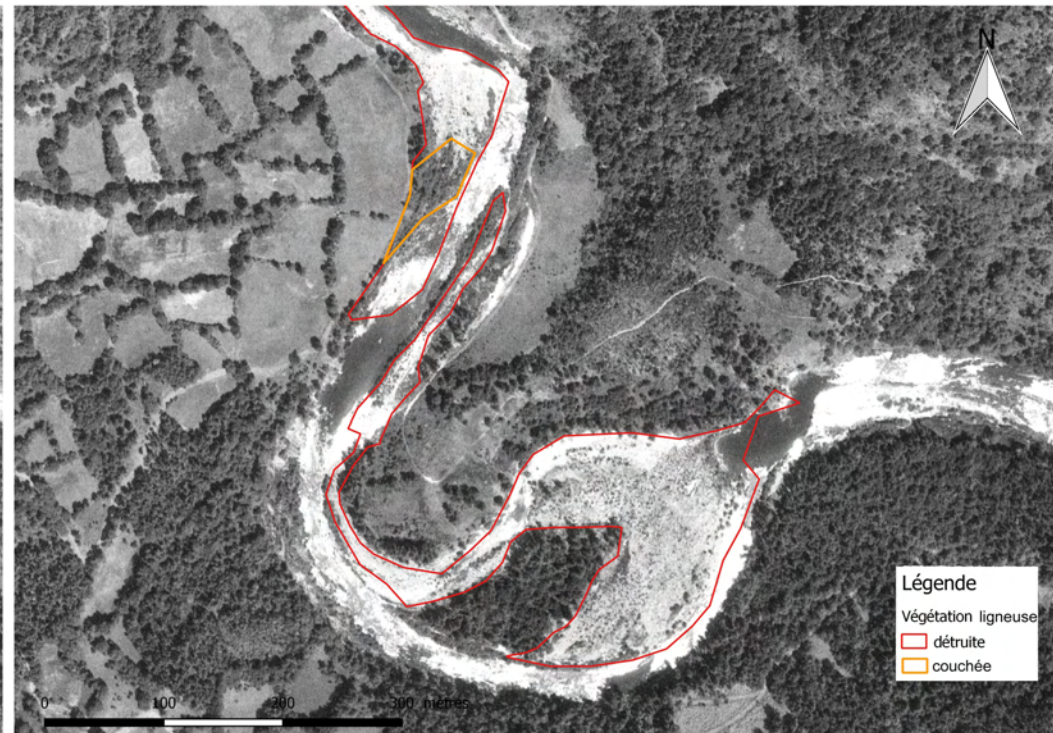
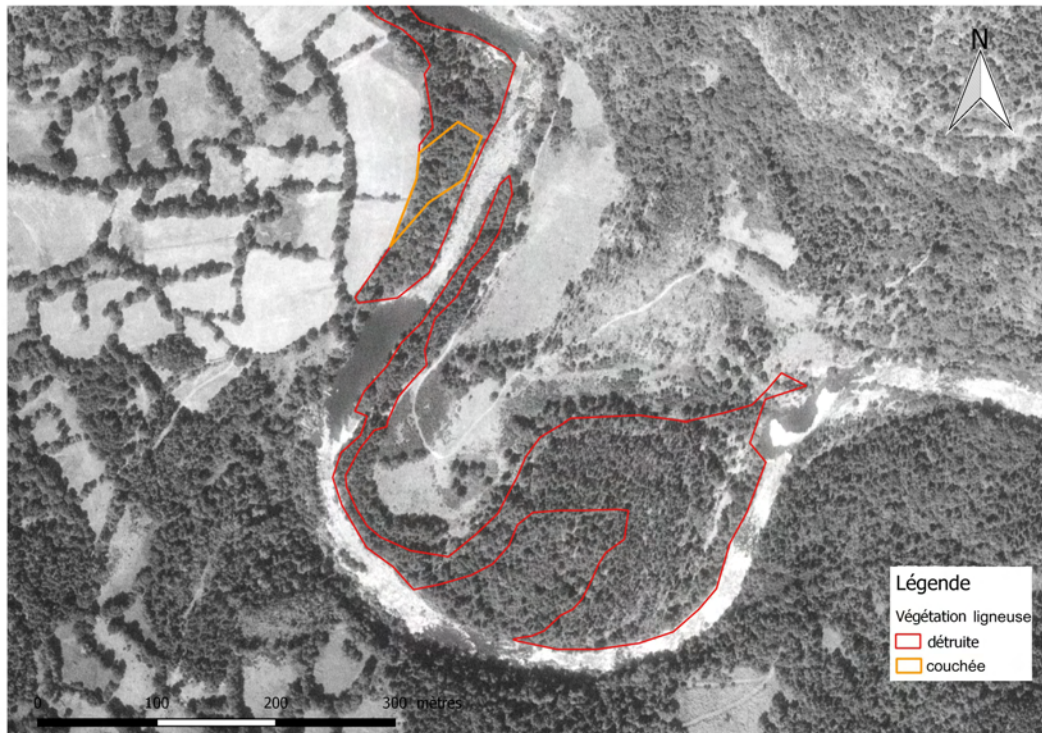


Annexe 4 :

Relation entre la rehausse de la ligne d'eau en crue
et le ratio (largeur colonisée par la forêt alluviale / largeur au miroir)



Annexe 5 : pour quelle crue ?



Photographies aériennes de 1980 et 1985; www.geoportail.gouv.fr

Impact de la crue de 1980 sur le développement de la forêt alluviale sur la commune de Brignon (R. Moudar, 2015)
amont du Puy-en Velay

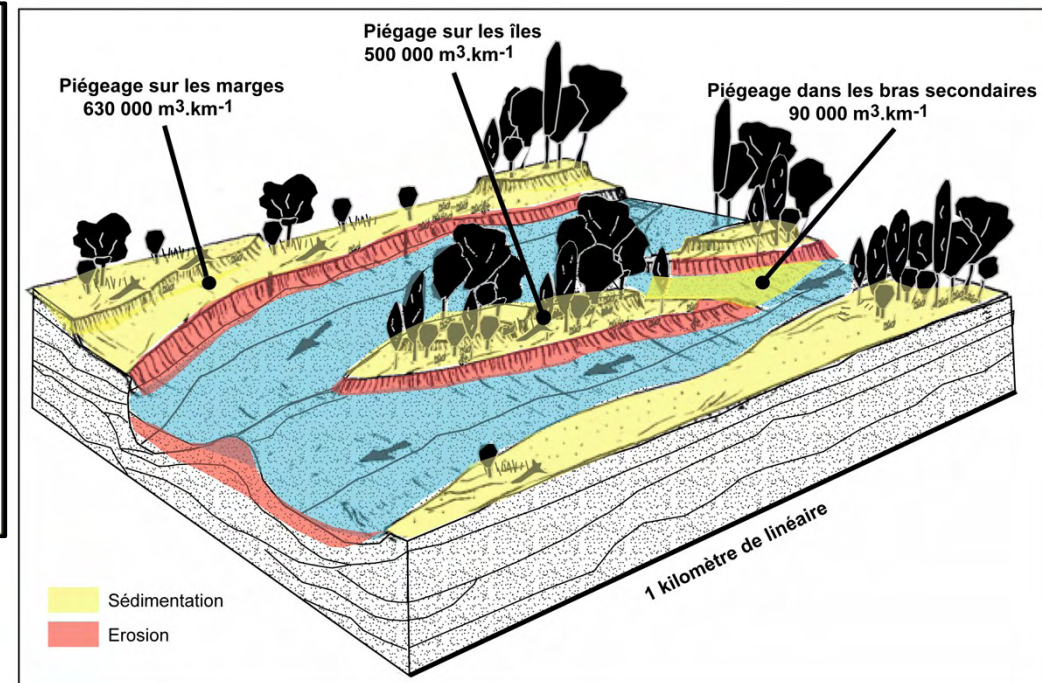
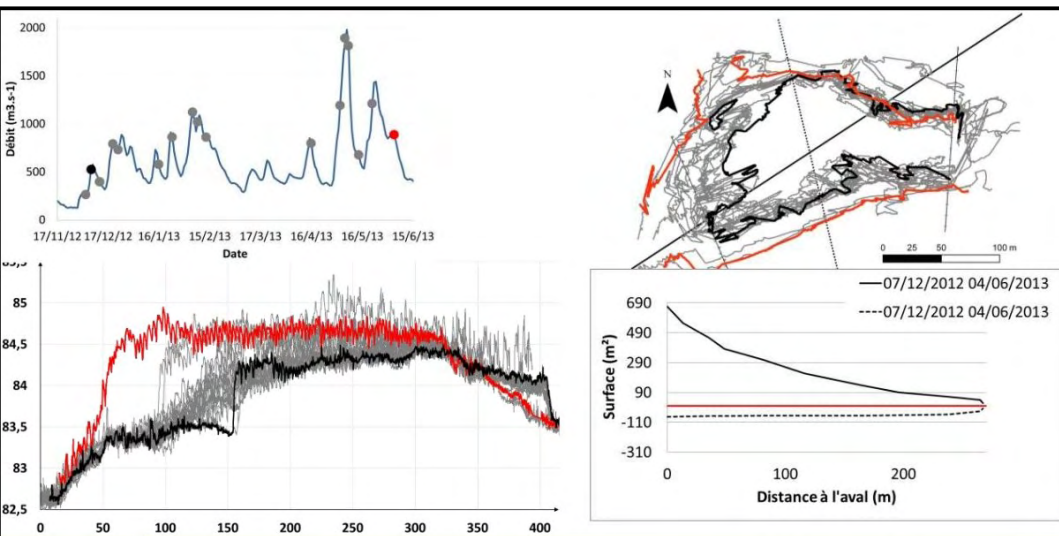
Annexe 6 : De la recherche fondamentale à la gestion

De la recherche fondamentale à des applications pour la gestion du fleuve...

Exemples d'apports de certains travaux de recherche :

- - Critique des modalités d'interventions
- - Fonctionnement des entrées de chenaux
- - Impact des îles « jeunes » sur le budget sédimentaire
- - Rôles des vestiges des ouvrages de navigation et anciennes protections de berges
- - Typologie des chenaux secondaires (différentiel minimum, etc.)
- - etc.

Quelques contributeurs, par ordre alphabétique : Claude N., Gautier E., Grivel S., Nabet F., Rodrigues S., C. Wintenberger



Annexe 7 : Aval de la Vienne ?

