

L'ESPACE DE MOBILITE DES RIVIERES

Concepts, méthodes de détermination,
aspects réglementaires

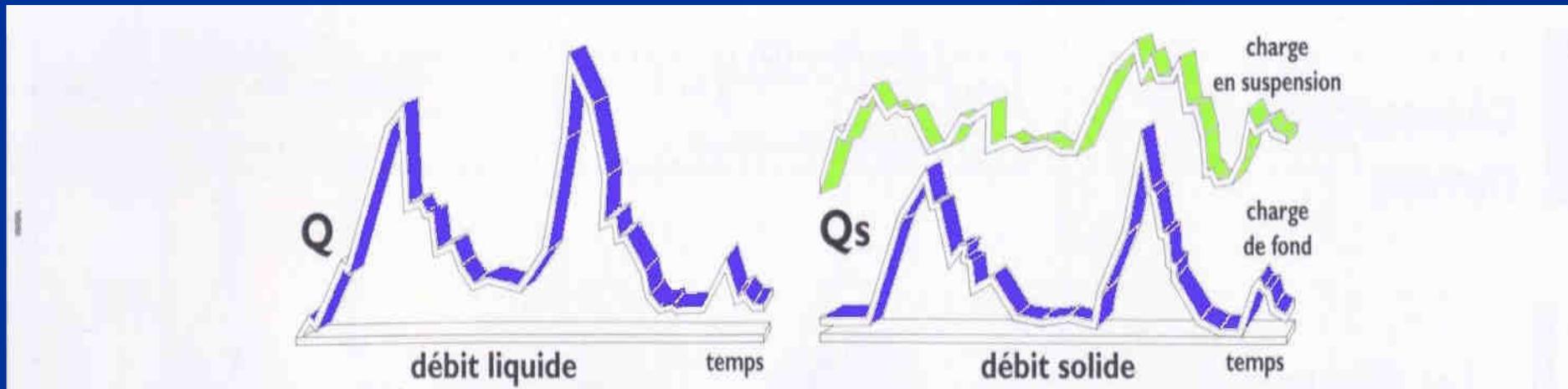


HYDROMORPHOLOGIE
HYDRAULIQUE - HYDROLOGIE- HYDROECOLOGIE
207 Rue de l'Eglise – 01600 PARCIEUX – Tel.Fax : 04.37.92.97.04
Jr.malavoi@wanadoo.fr

QUELQUES ELEMENTS D'HYDROMORPHOLOGIE

VARIABLES DE CONTRÔLE DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE

Variables majeures
débit liquide (Q) et débit solide (Q_s)



Variables secondaires :

forme et pente de la vallée, cohésion du lit et des berges, végétation des rives



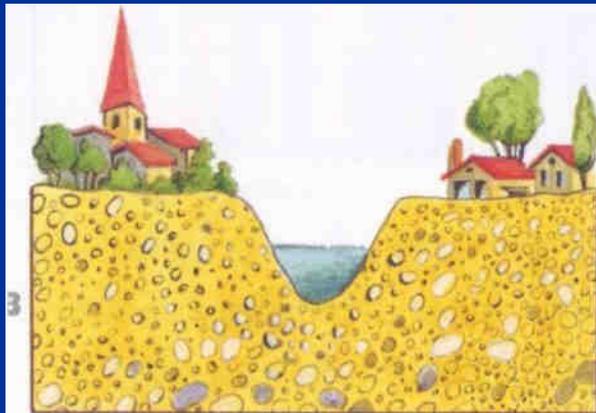
Lits rocheux

Lits cohésifs : $D < 0.0625$ mm

Lits sableux : $0.0625 < D < 2$ mm

Lits graveleux : $D > 2$ mm

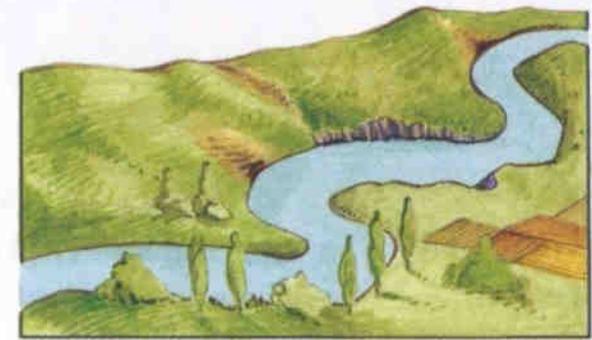
VARIABLES DE RÉPONSE



géométrie (largeur, profondeur)



profil en long



tracé en plan ou « style fluvial »

Processus simplifié : l'équilibre dynamique

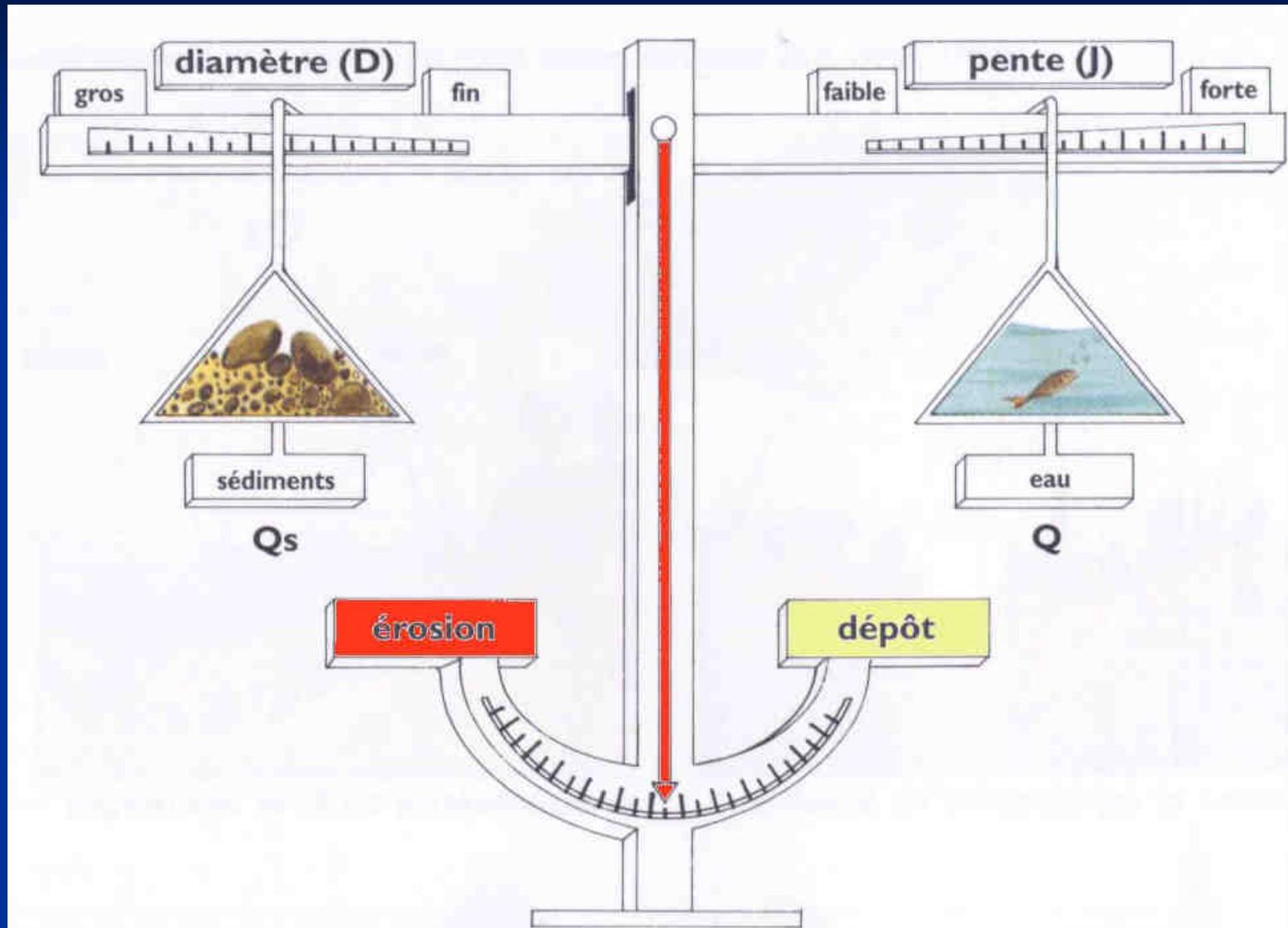
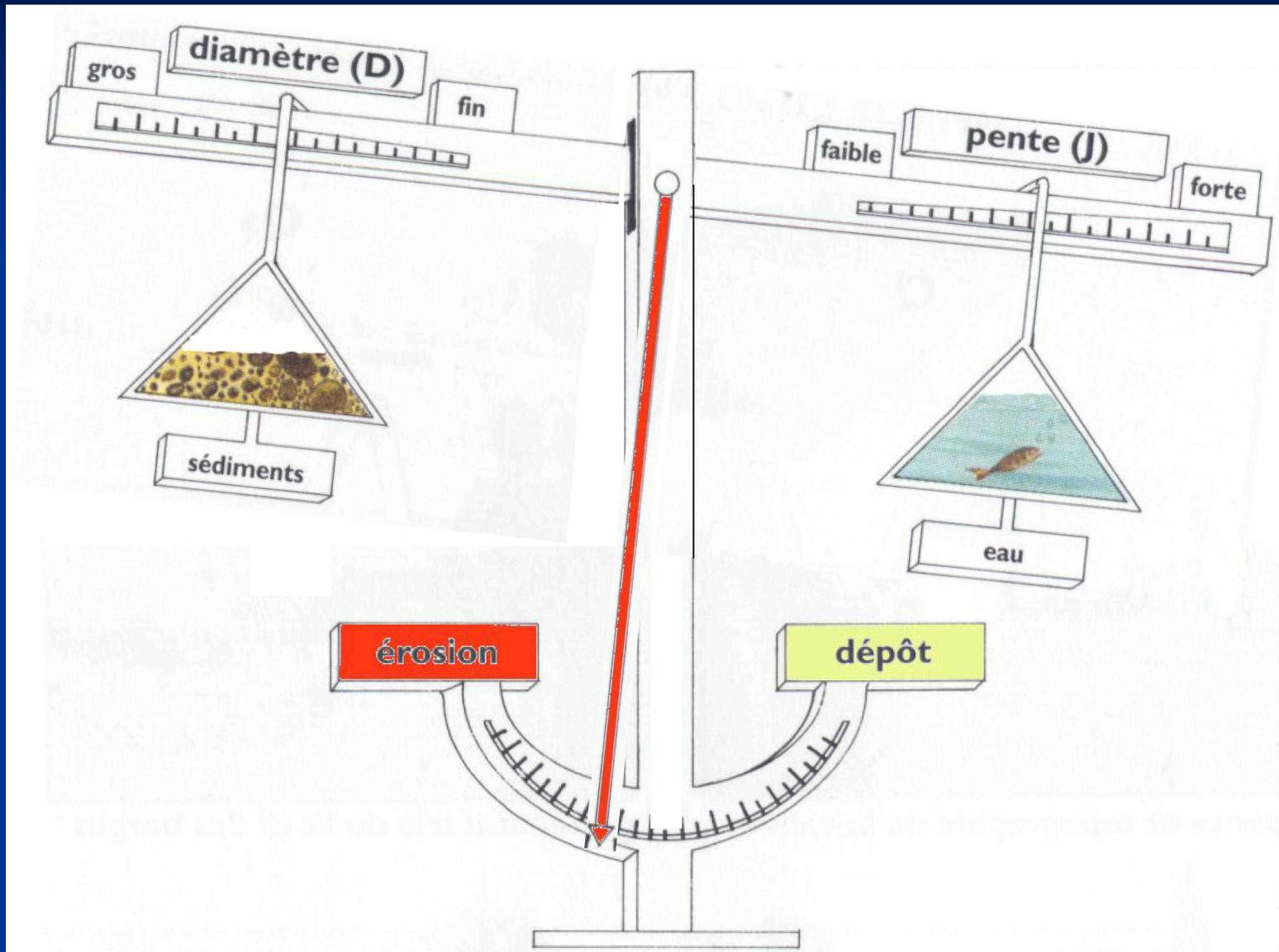
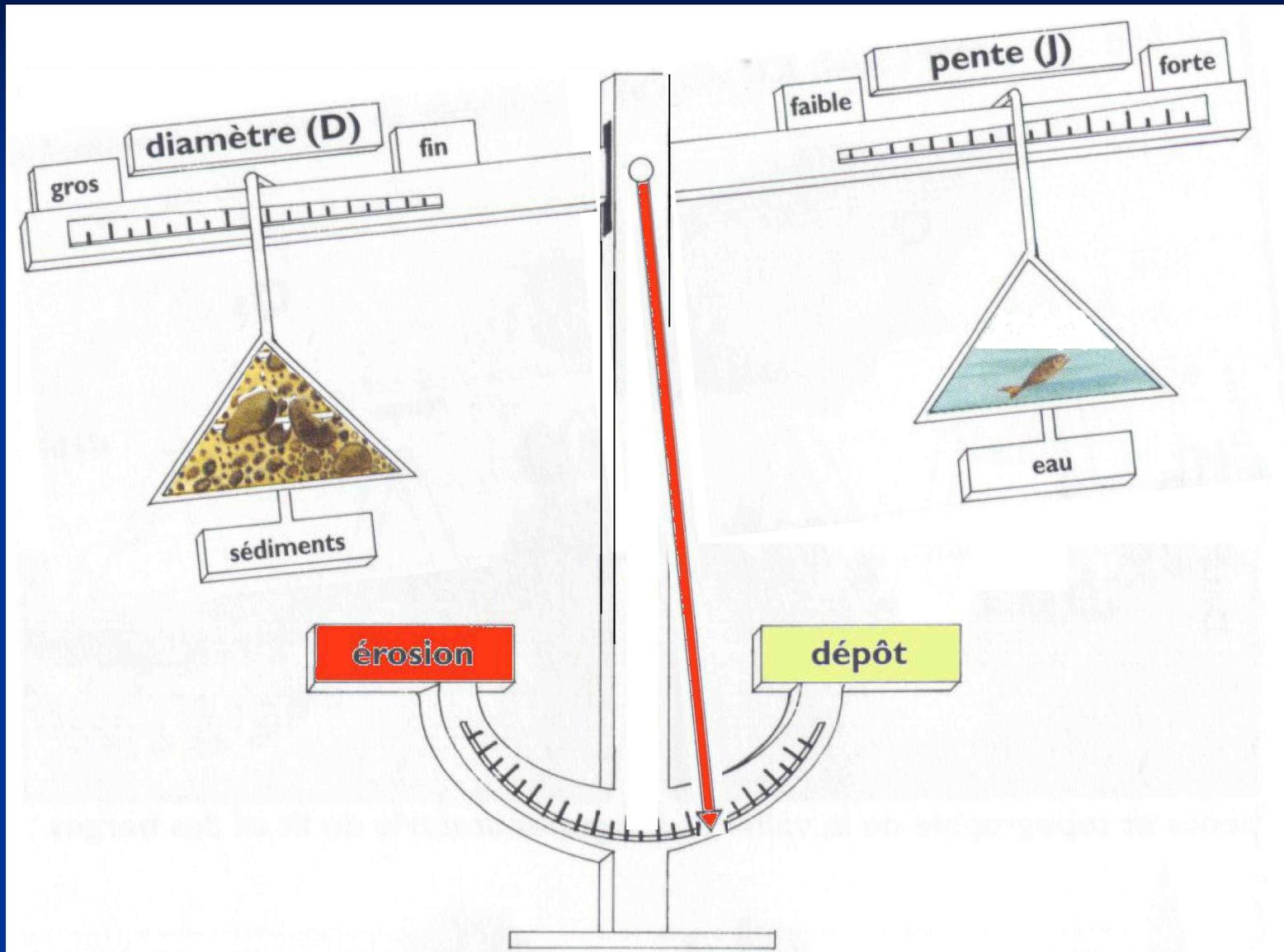
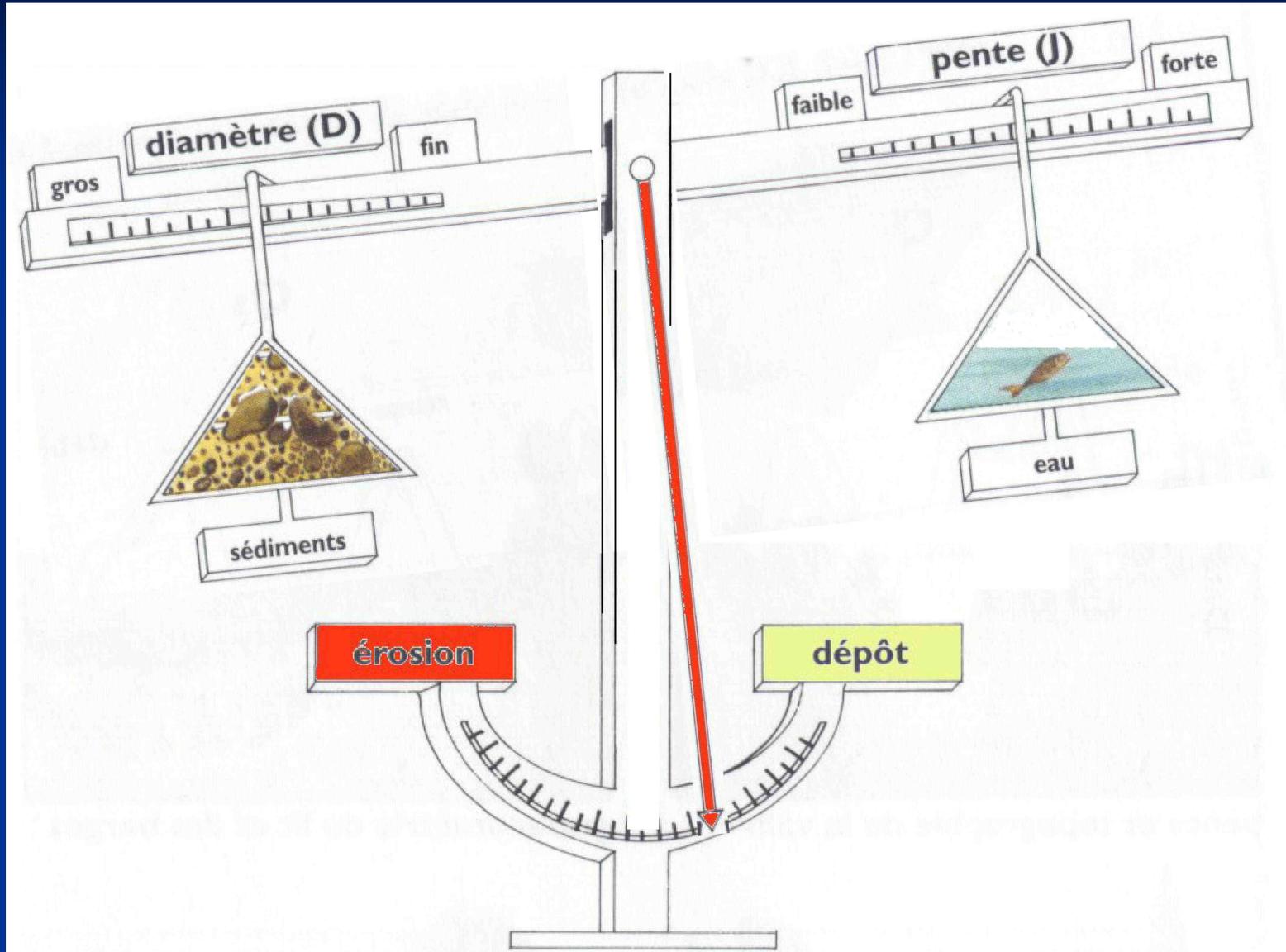


Figure 4. Principe de l'équilibre dynamique. D'après Lane, 1955.







Un concept important : la puissance = produit pente/débit

Puissance brute

$$\Omega = \gamma Q J \quad (\text{en watts/m})$$

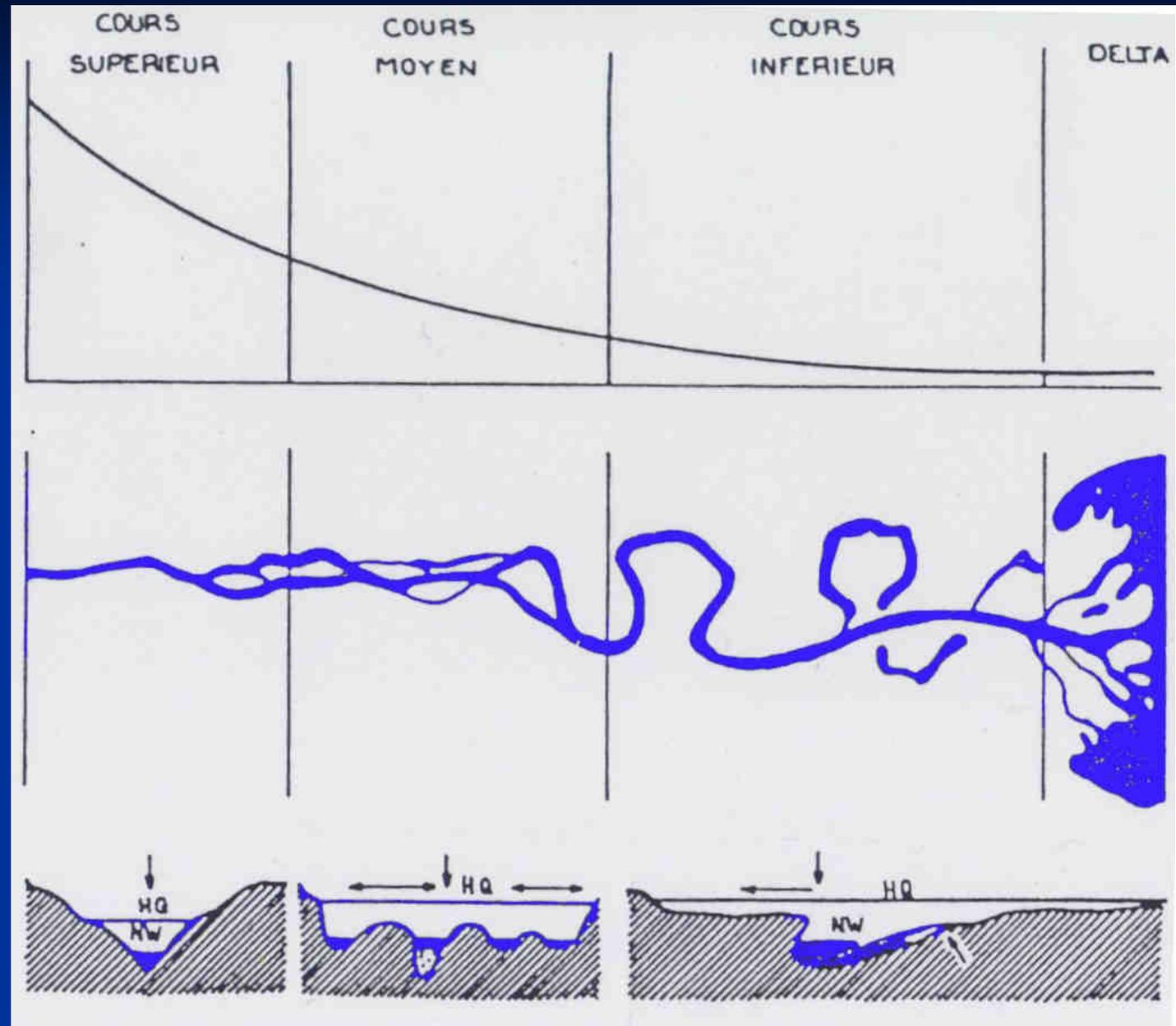
Puissance spécifique

$$\omega = \Omega / l \quad (\text{en watts/m}^2)$$

où γ est le poids volumique de l'eau (9810 N/m³),
 Q le débit (m³/s), J la pente de la ligne d'énergie en
m/m, l la largeur du lit pour le débit utilisé (m)

Modèle conceptuel : évolution amont/aval

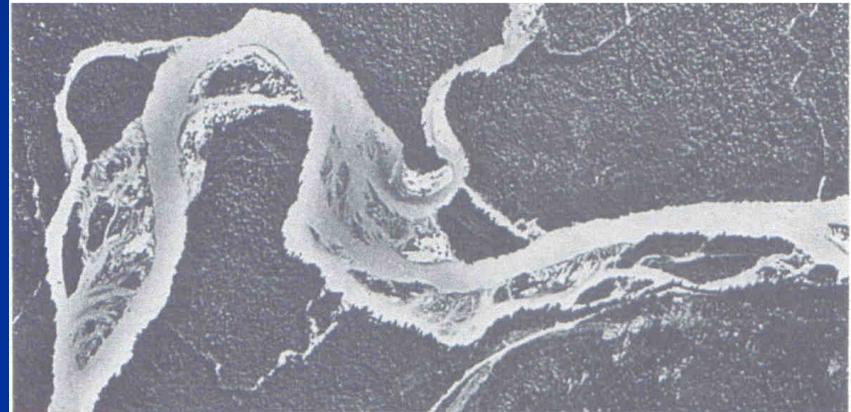
théorie



et réalité



style en tresses



style vagabond

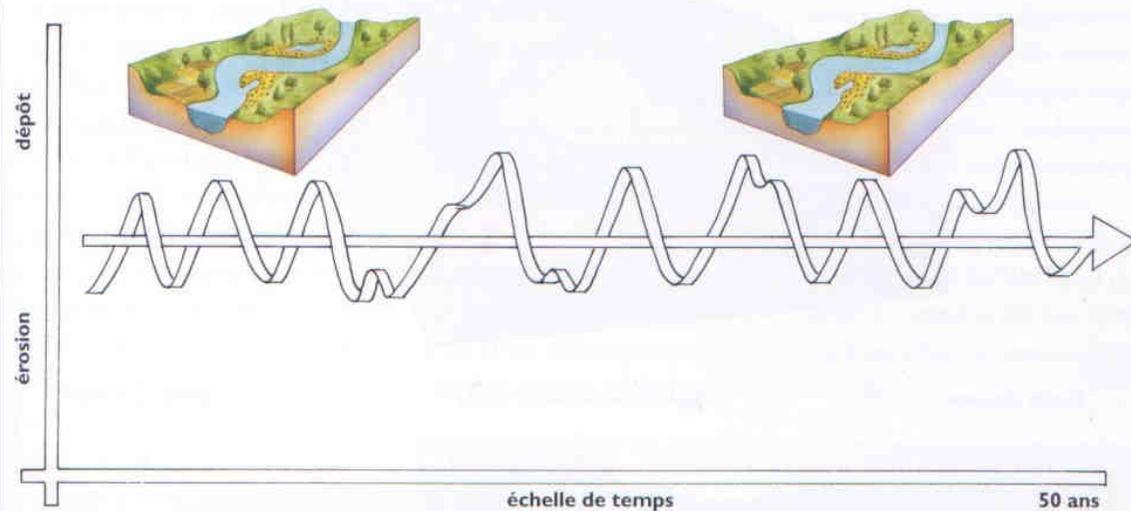


style à méandres

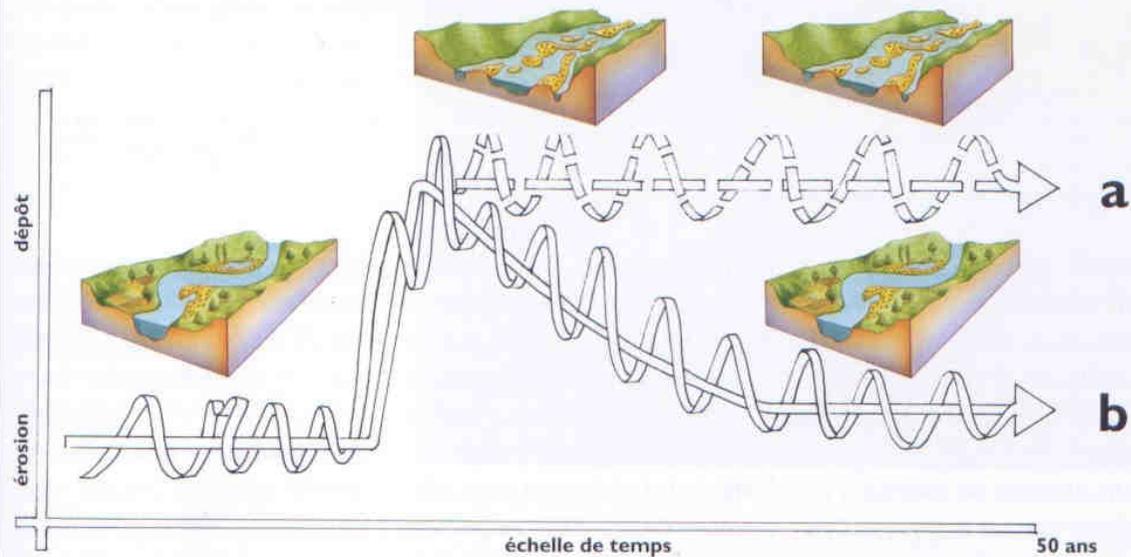
Modèle conceptuel : évolution temporelle

théorie

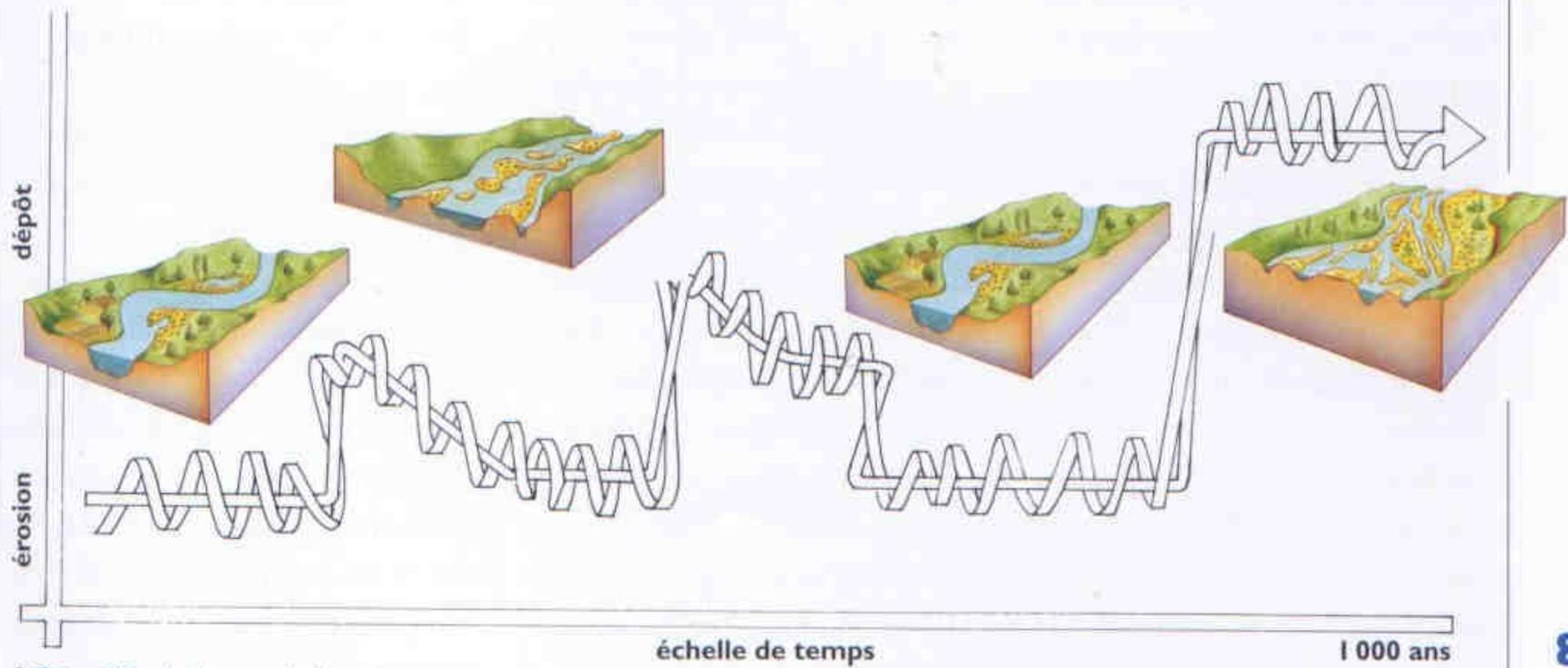
Figure 6. Le concept d'équilibre et/ou de modification à long terme du style fluvial (d'après D.A. Sear, 1996).



1. Cours d'eau en équilibre entre Q et Q_s . Pas de changement notable du style fluvial (érosion/dépôt).

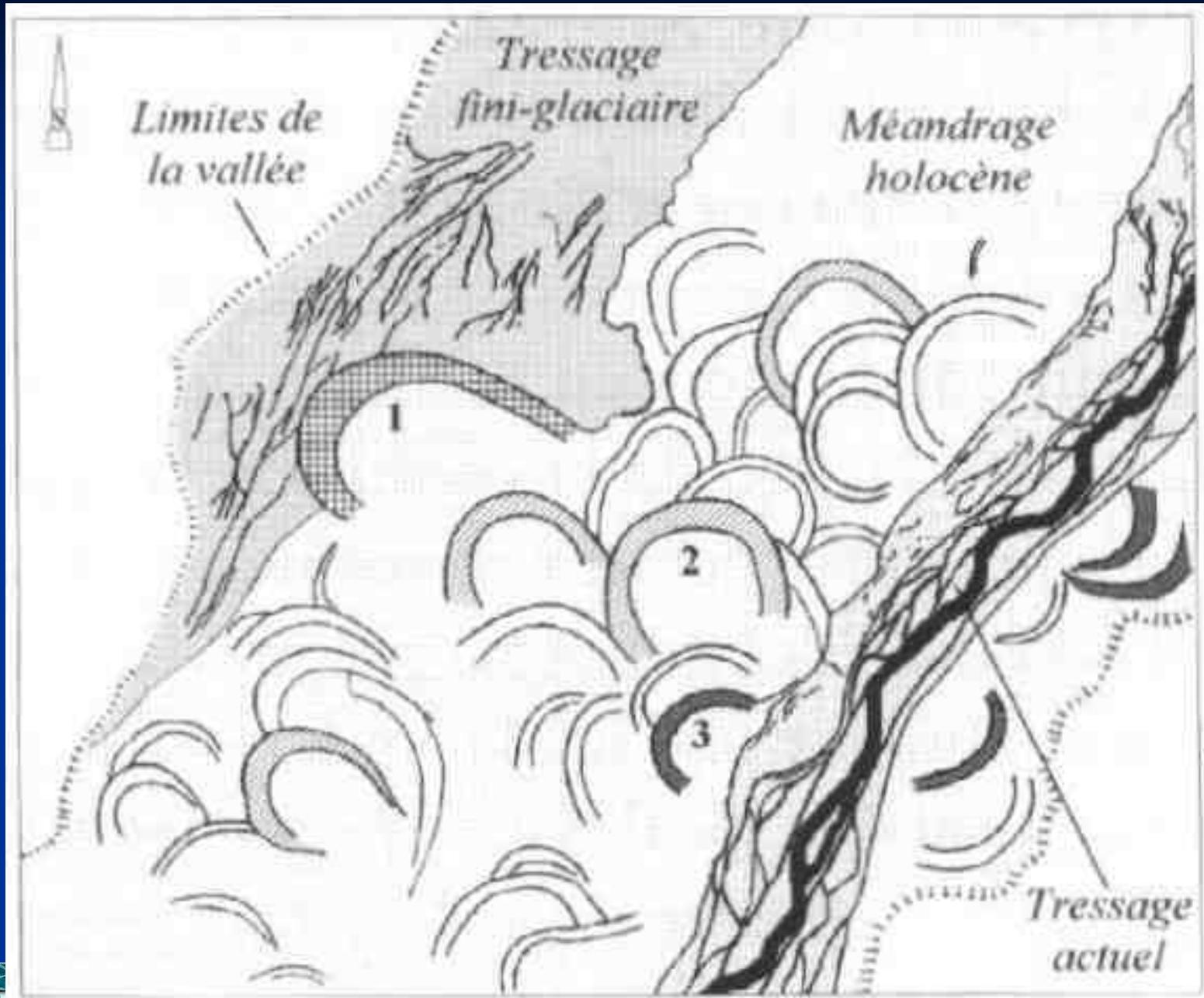


2 a et b. Effet de seuil (exemple : modification de Q_s). a. Pas de retour à l'état antérieur; la morphologie change pour un nouveau style d'équilibre. b. Retour après un temps d'ajustement au style d'équilibre antérieur.



3. Type d'évolution sur le long terme.

La plaine de la Vistule

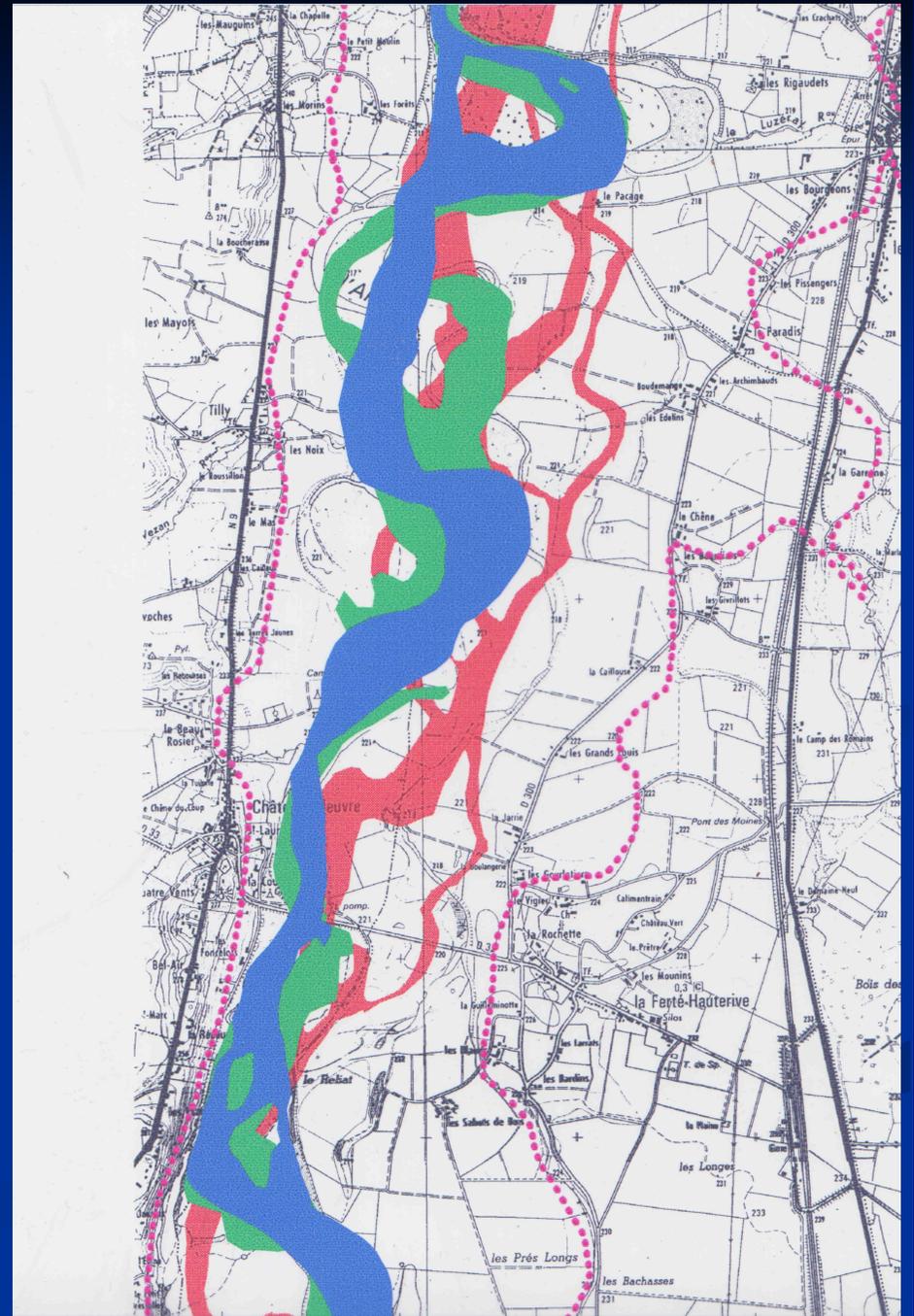


L'Allier

1880 env.

1945 env.

1992 env.



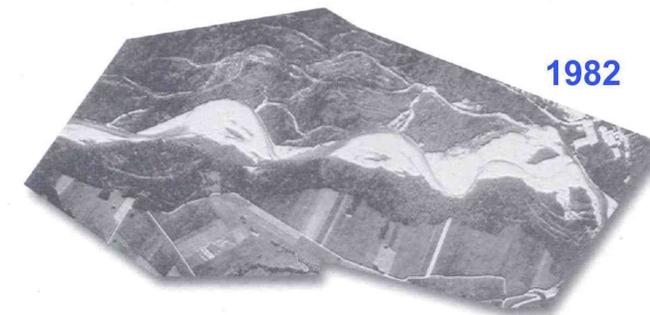
L'Isar à Geretsried



1925



1971



1982



2006

LES PRINCIPAUX STYLES FLUVIAUX

Rectiligne
Méandrage
Tressage

STYLES SECONDAIRES

Vagabond (wandering)
Anabranches
Anastomose

LE MÉANDRAGE

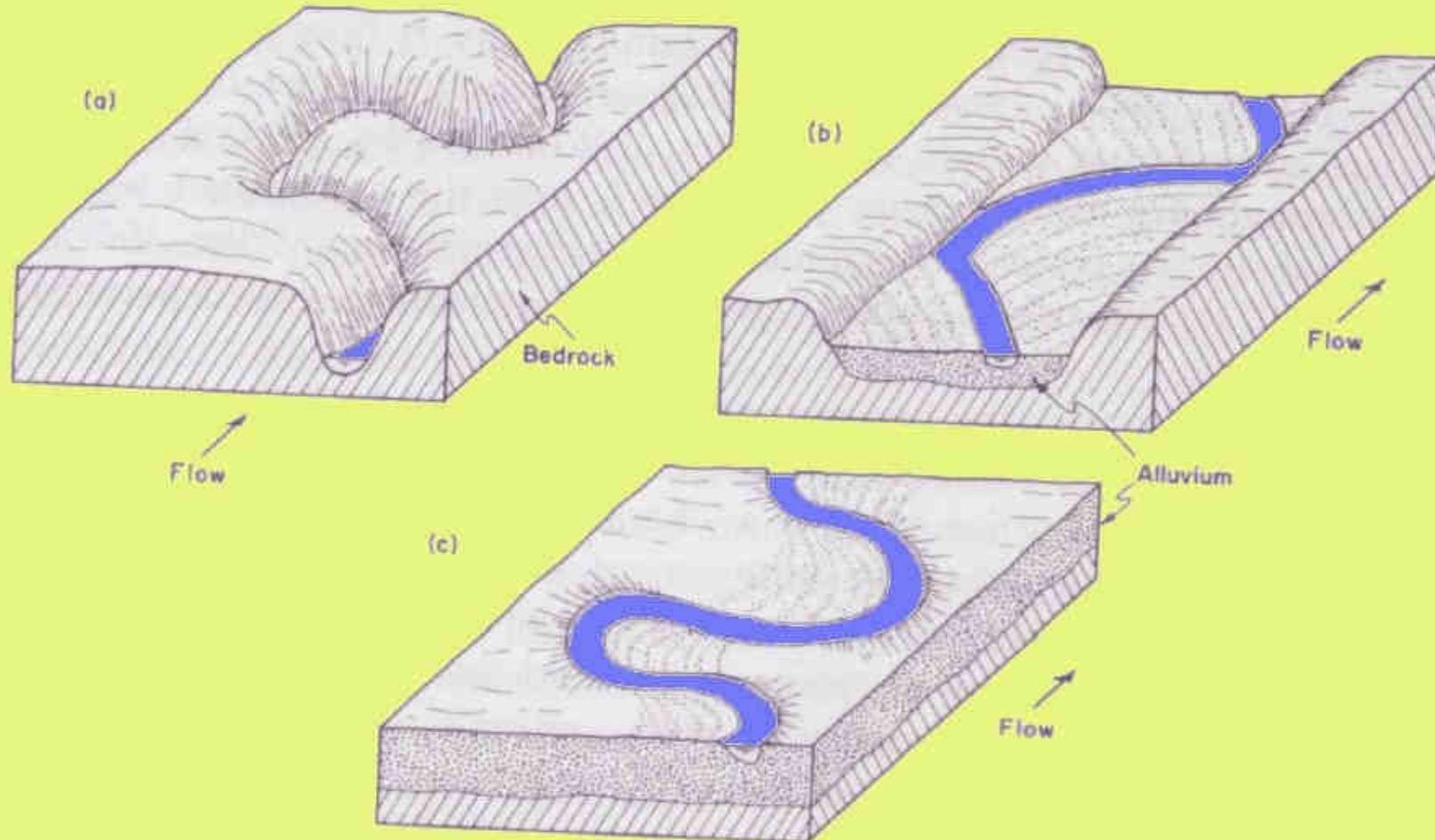
Morphométrie, processus



Méandres

encaissés

contraints

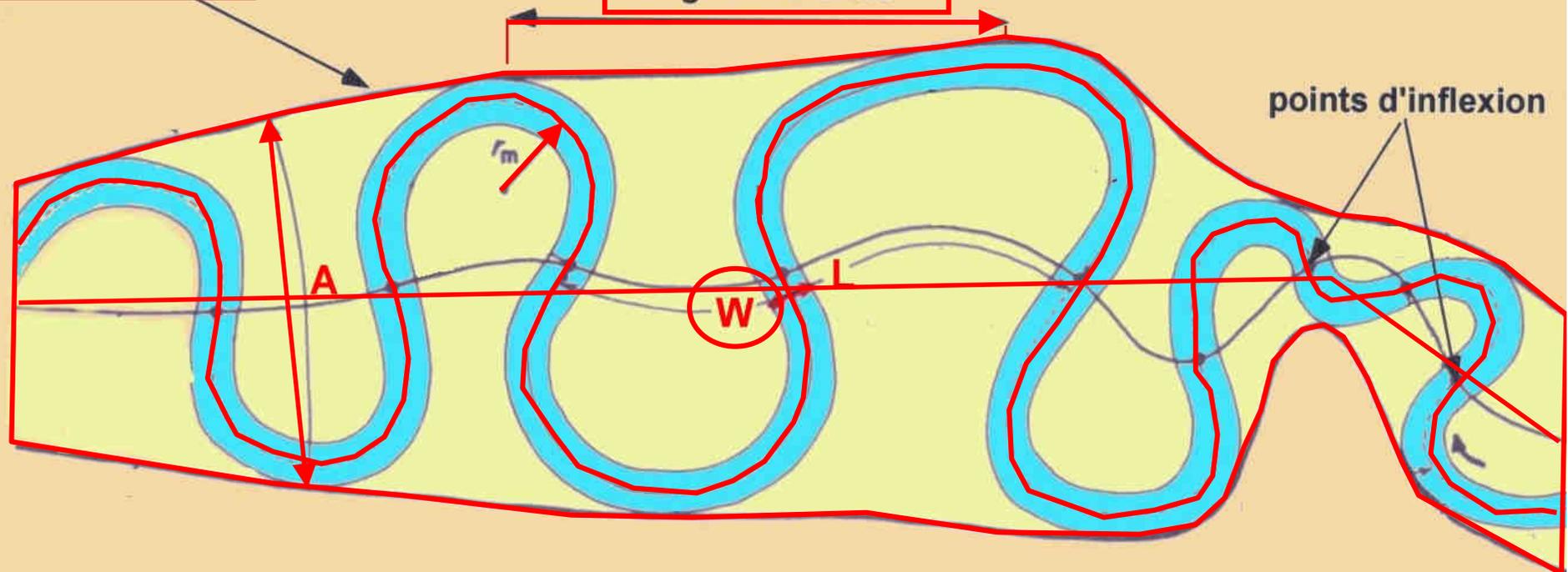


libres

Éléments de morphométrie

enveloppe de méandrage **M**

longueur d'onde λ



L = longueur du cours d'eau mesurée dans l'axe de l'enveloppe de méandrage

l = longueur développée du cours d'eau

$S_i = l/L$ (coefficient de sinuosité) ici 2.5



W = largeur du cours d'eau à pleins bords

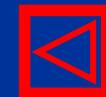
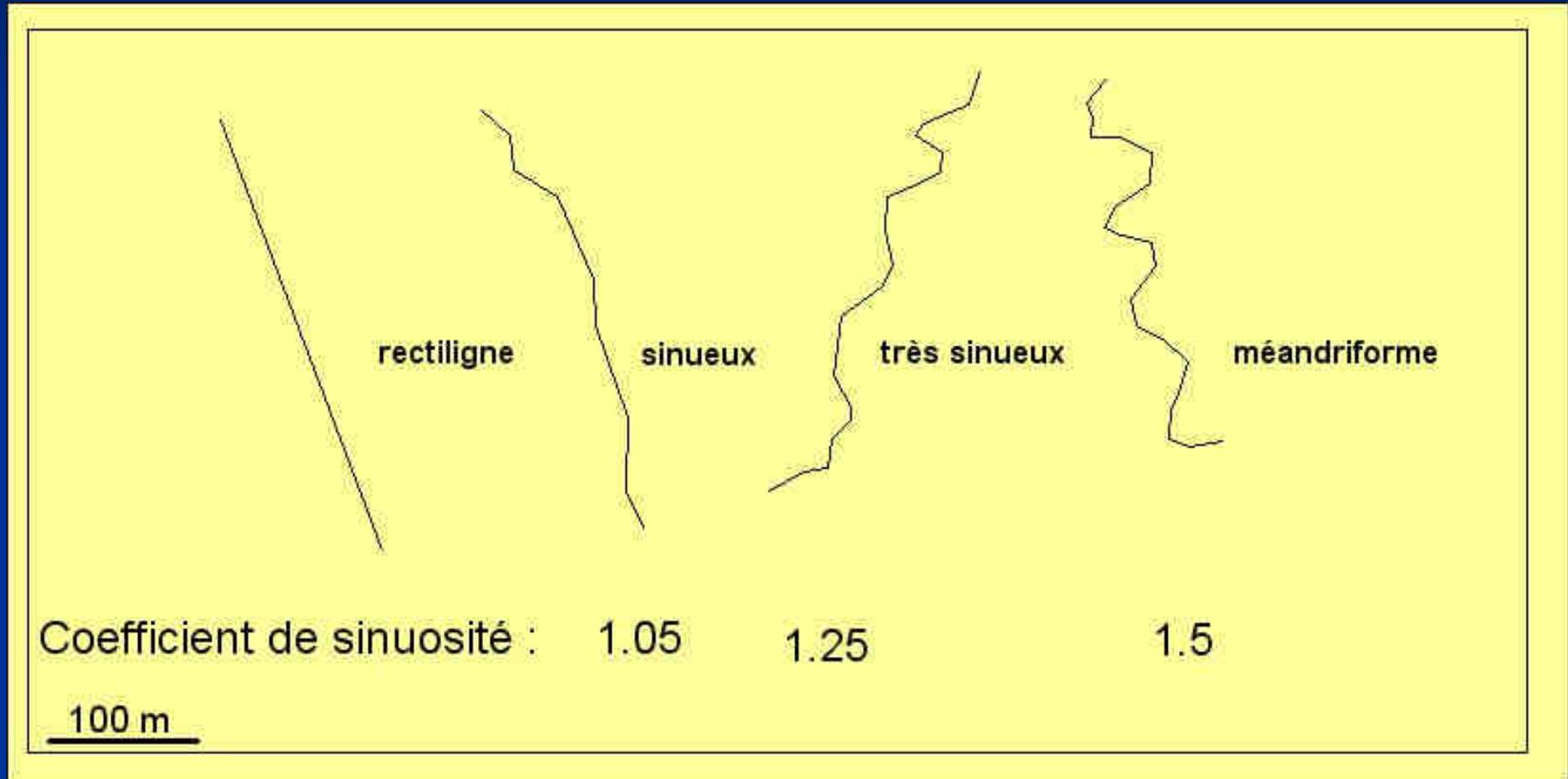
M = largeur de l'enveloppe de méandrage (assimilable à A, l'amplitude moyenne) ici 10.5 W

r_m = rayon de courbure

λ = longueur d'onde des méandres ici 9 W

J.R. Allen (1984)

coefficient de sinuosité



Mesure de la largeur PB

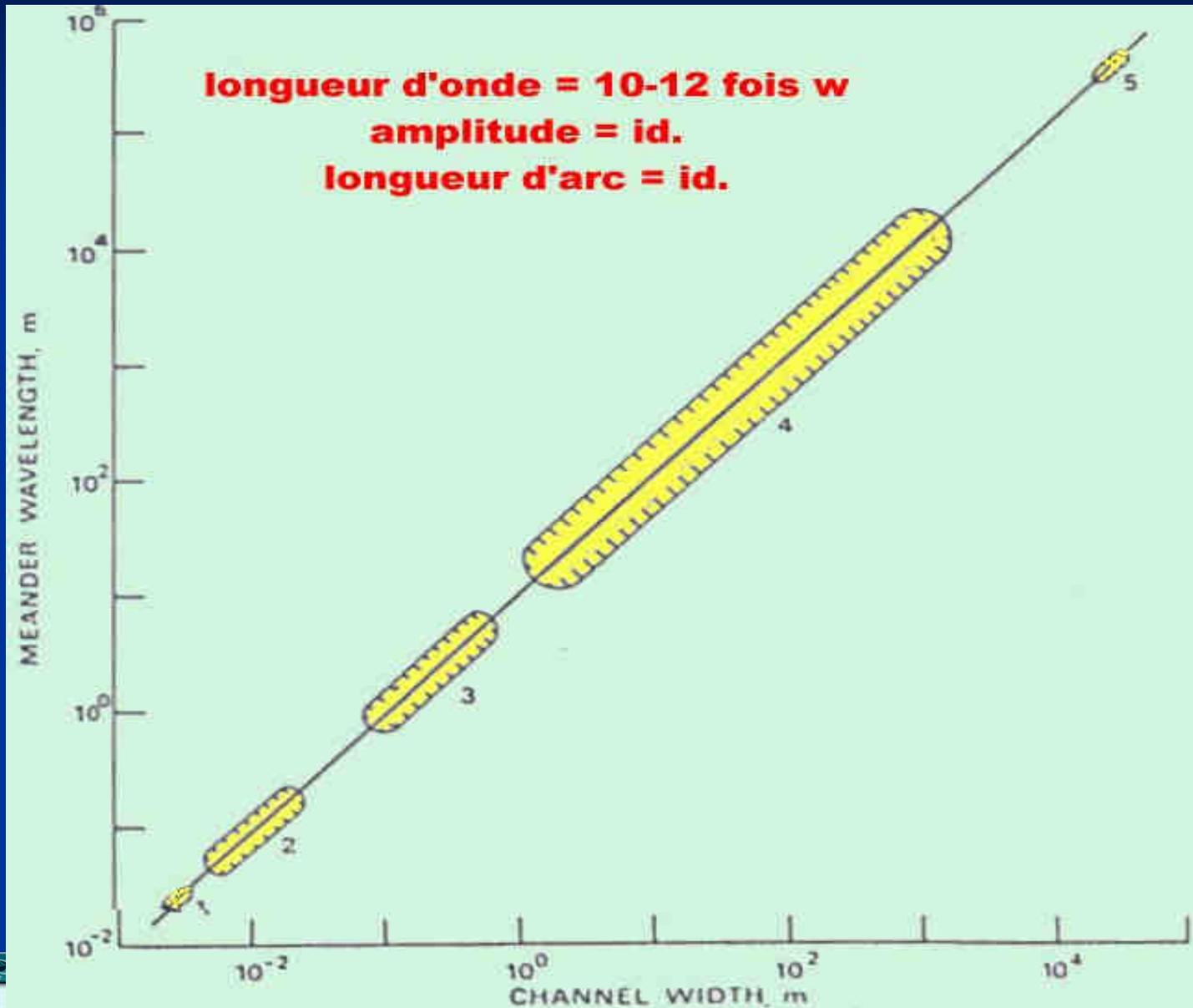


« Lois » morphologiques



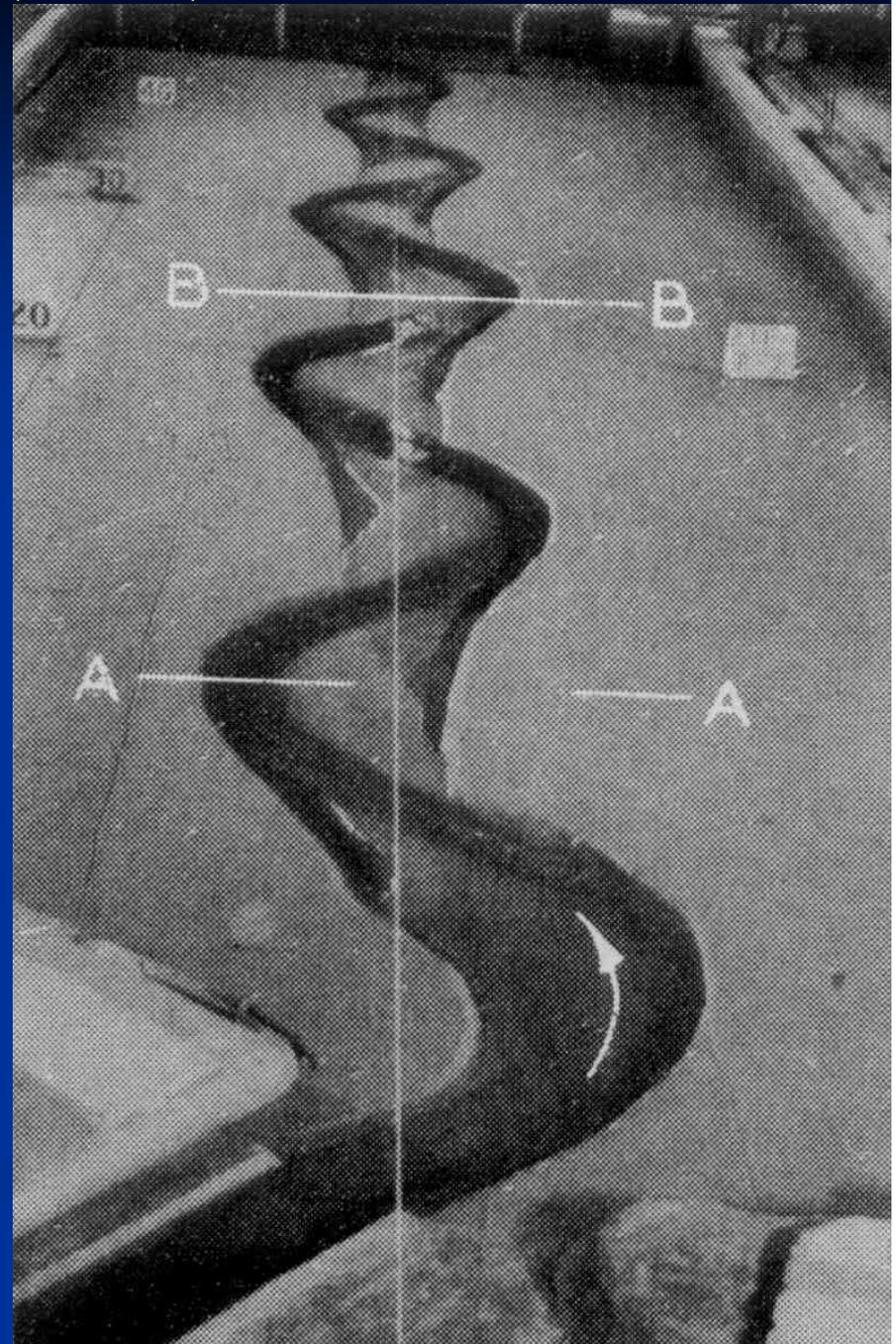
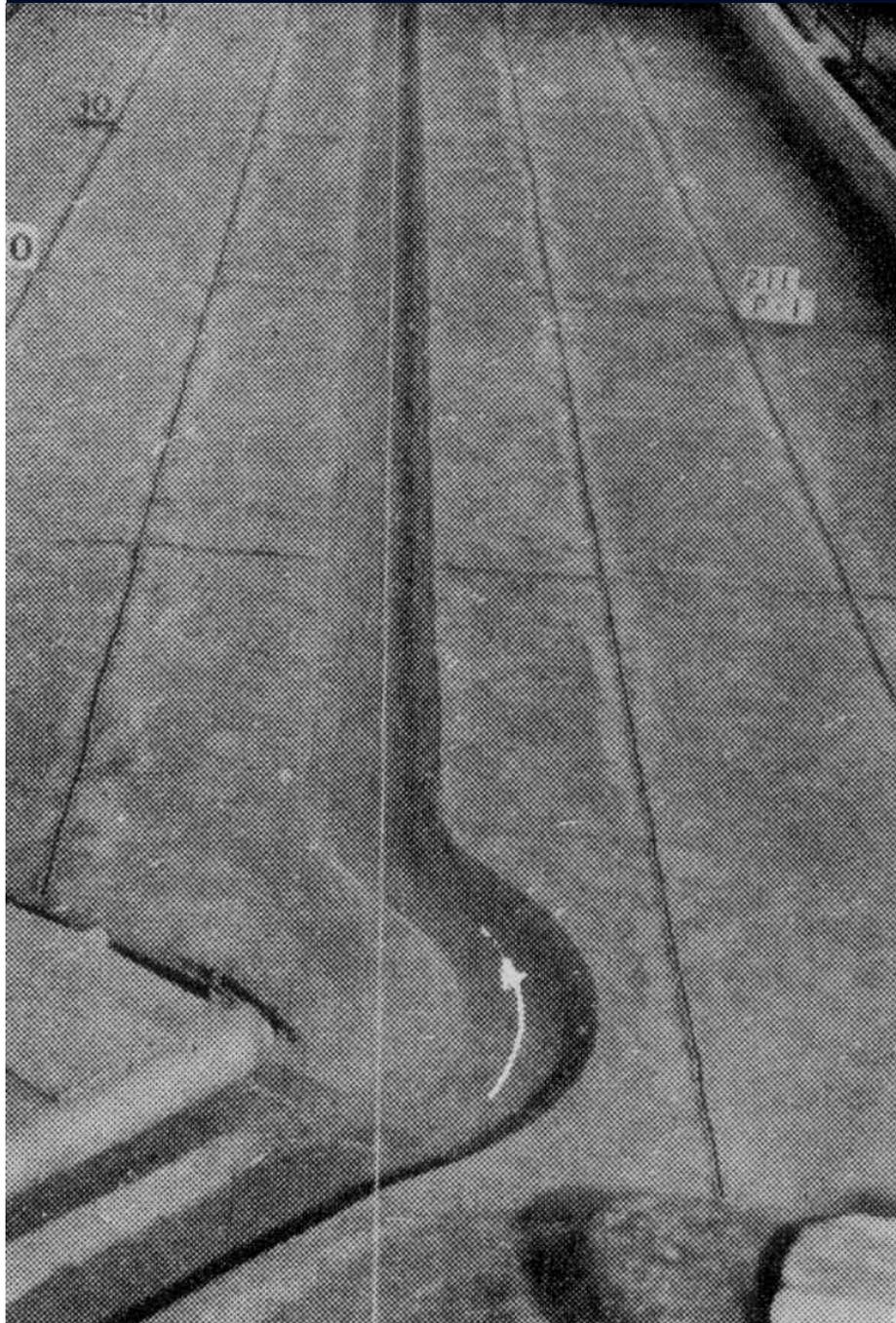
**Les processus géodynamiques sont les mêmes
quelle que soit la taille du cours d'eau
Les géométries en plan et en travers sont
identiques et proportionnelles à la taille du
cours d'eau**

Longueur d'onde, amplitude, longueur d'arc proportionnels à la largeur



**Pourquoi les rivières méandrent ?
et surtout,
pourquoi de façon aussi régulière?**

Friedkin (1947)

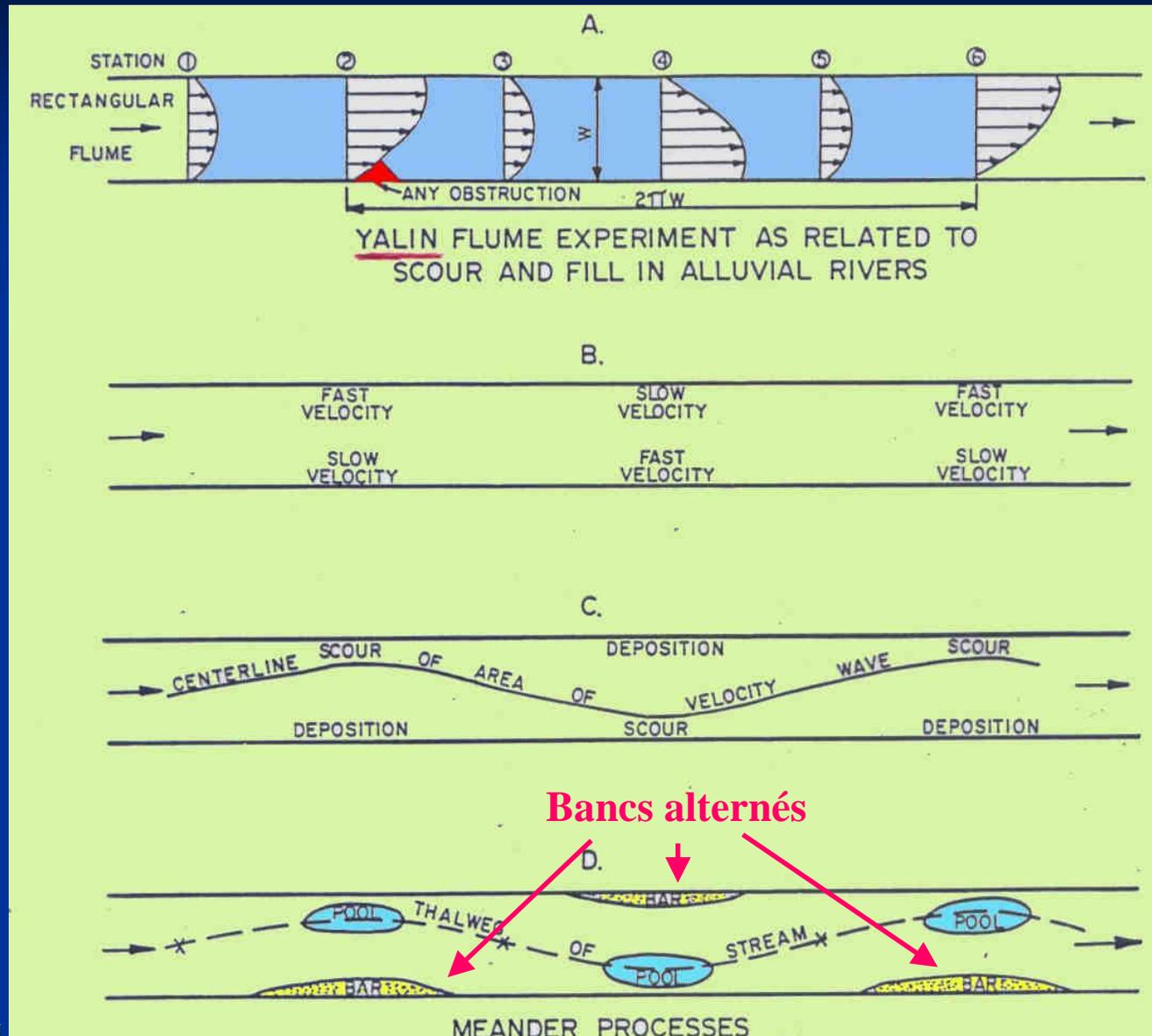


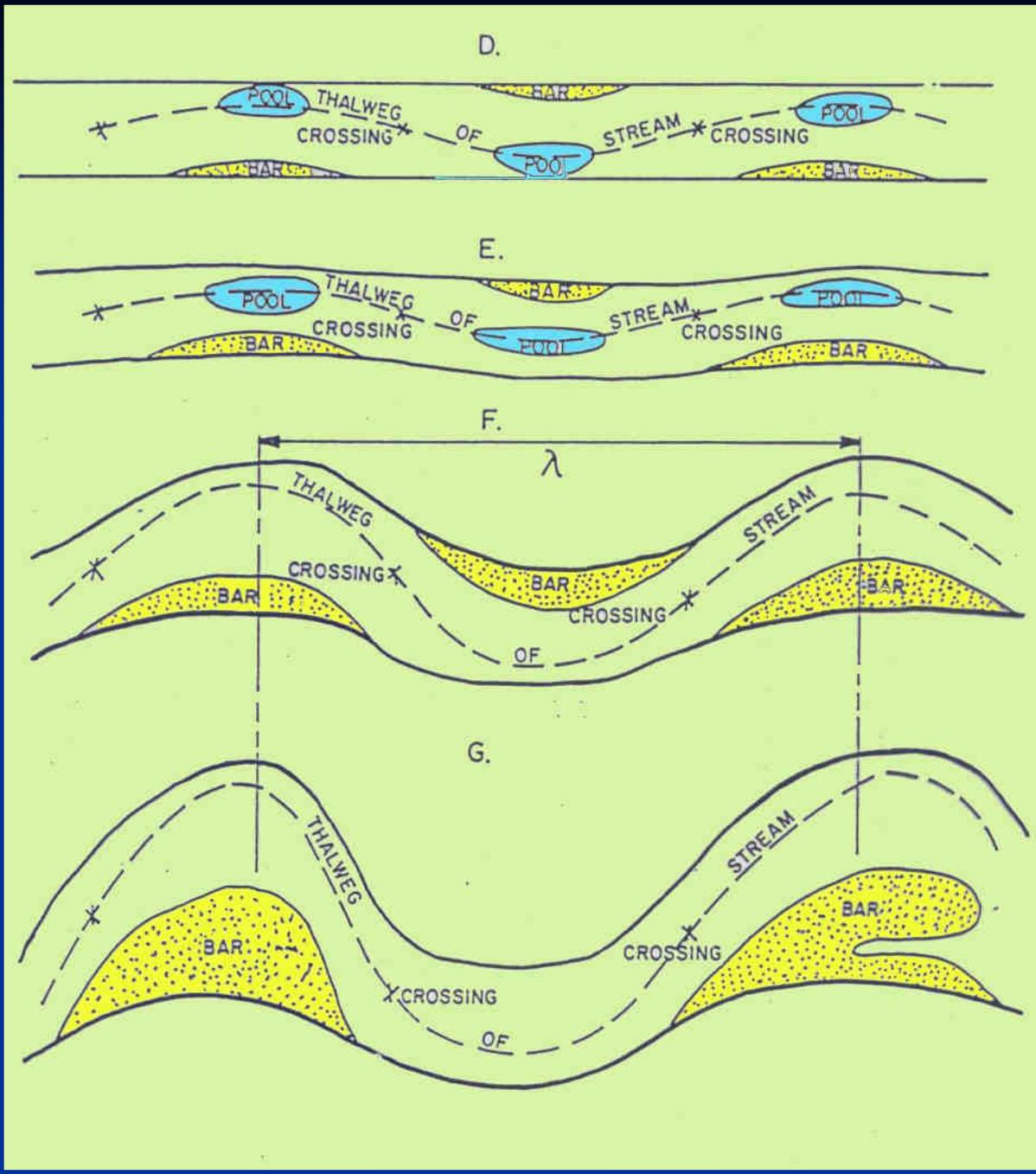
Deux « écoles » :

Les mécaniciens des fluides (les « turbulents »)

Les mécaniciens des solides (les « compresseurs »)

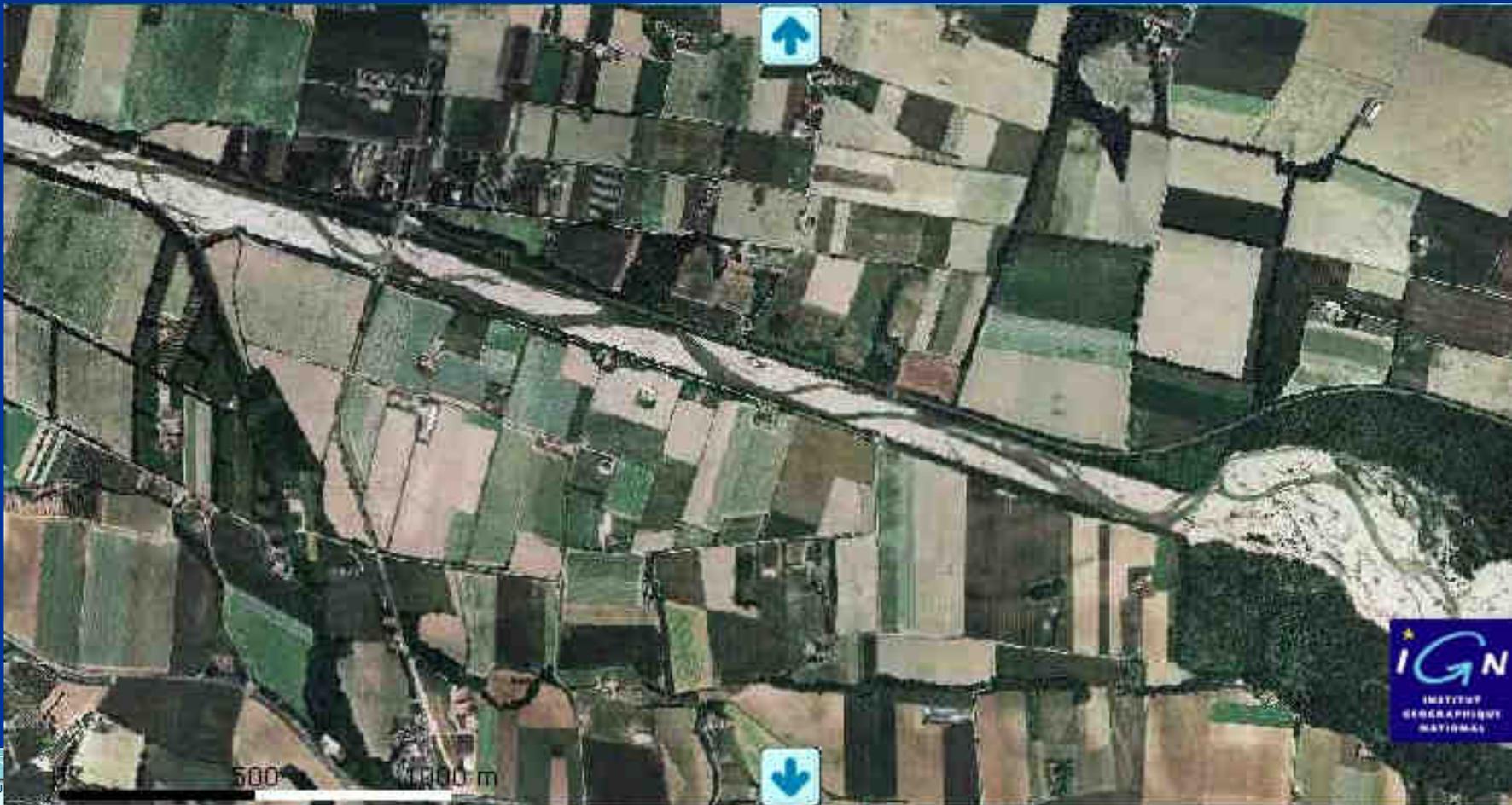
Les expériences de Yalin (1972 à ce jour)



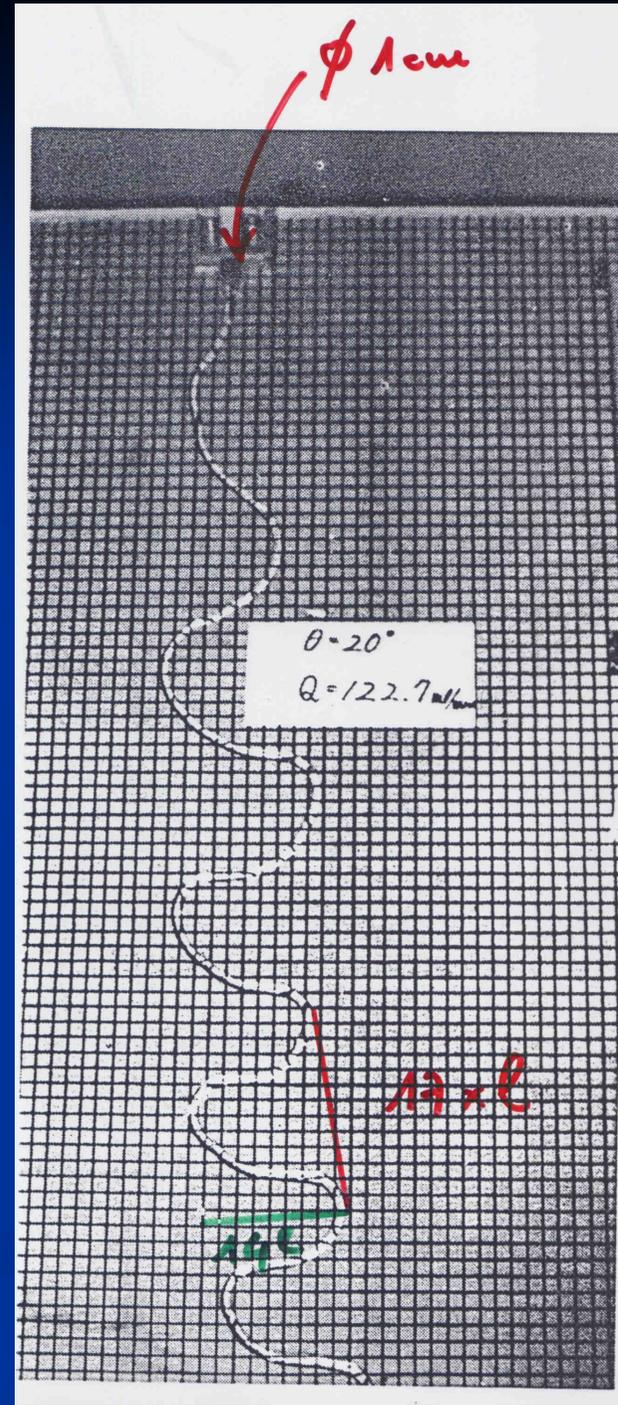


Bancs alternés dans la « nature »

- $\frac{1}{2}$ longueur d'onde : 4 à 6 fois (W)
- longueur : id



Ecole des « compresseurs »



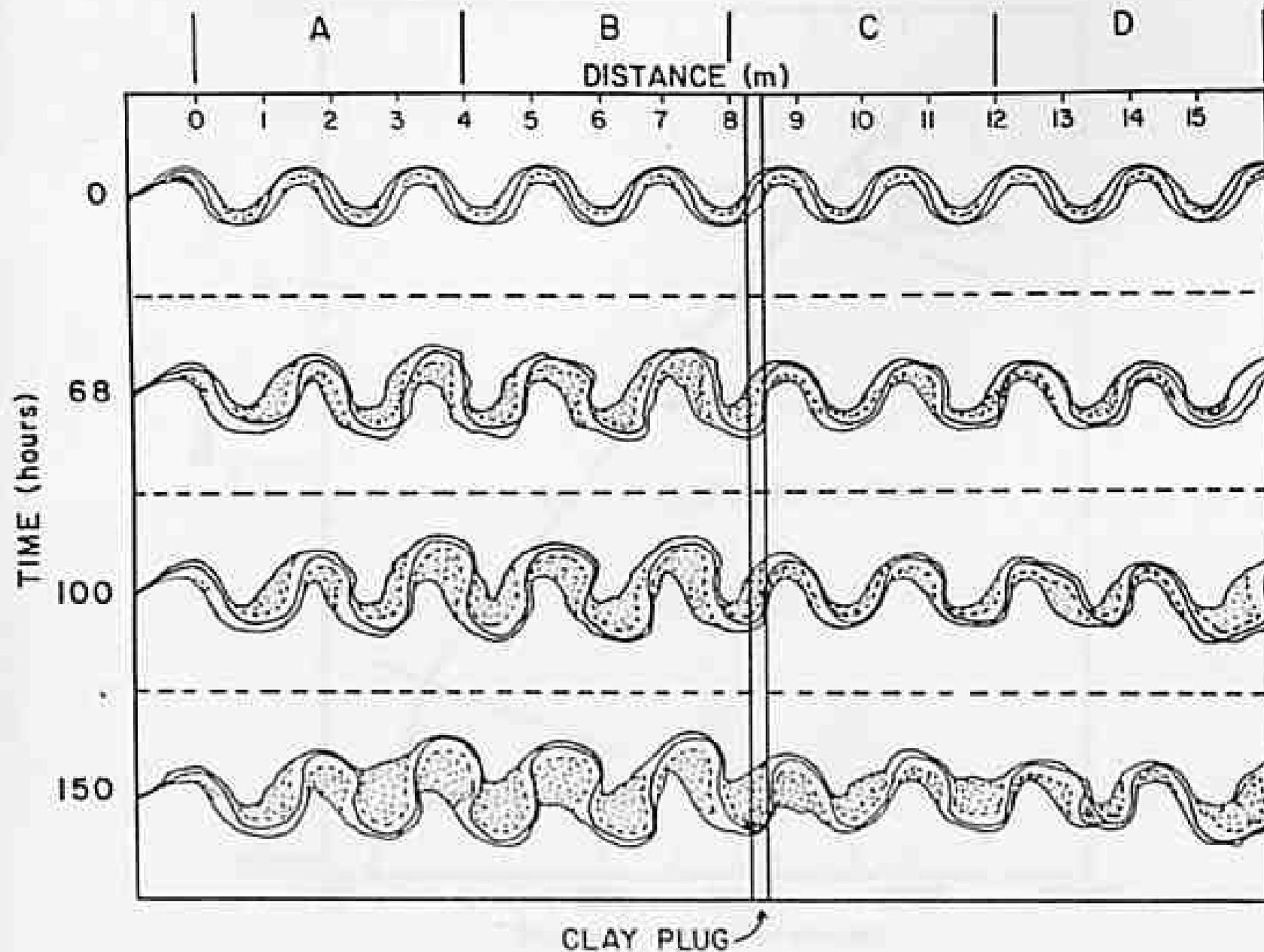
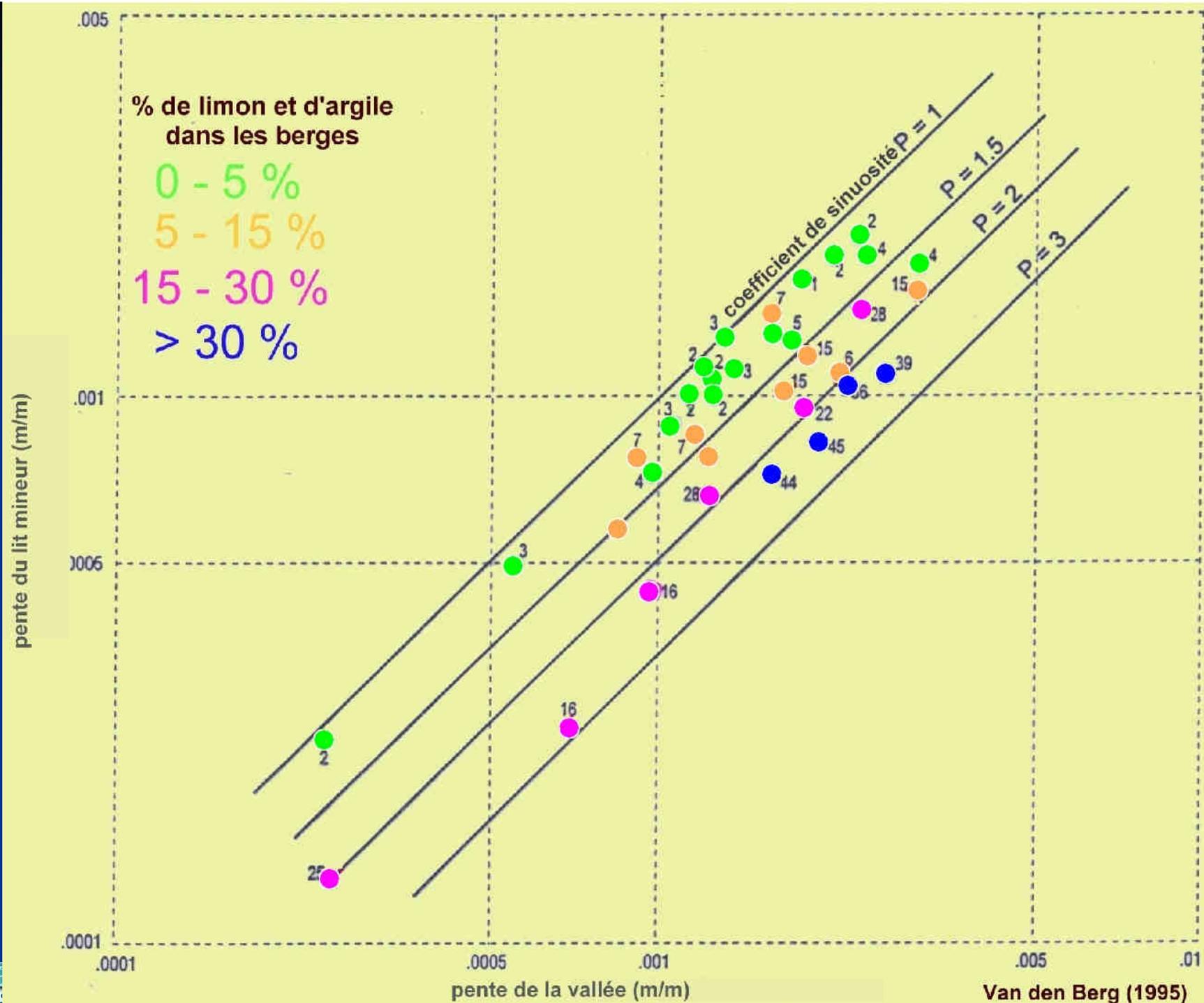


FIGURE 5.42. Effect of a clay outcrop on channel pattern (from Jin and Schumm, 1986). Flow is from left to right.



RIVIERES A FORTE PUISSANCE +
BERGES NON COHESIVES



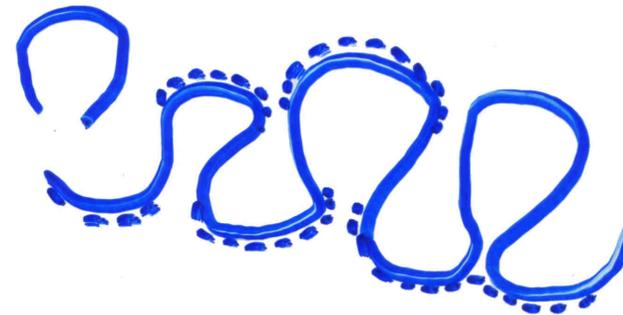
translation des sinuosités -->

longueur d'onde $> 12 w$
 $8 < \text{amplitude} < 12 w$
 coef. sinuosité < 1.5

axe d'écoulement



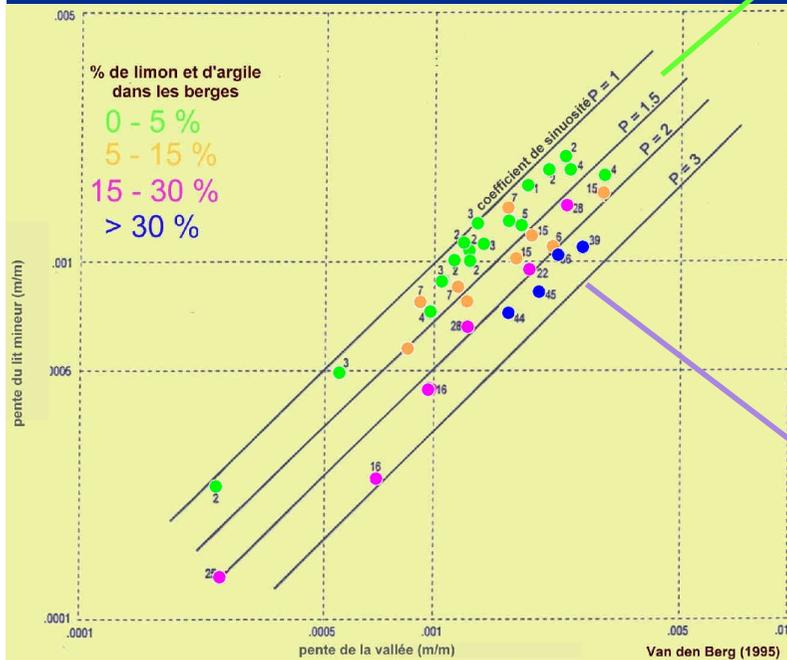
pas de translation mais érosion
perpendiculaire à l'axe de la vallée

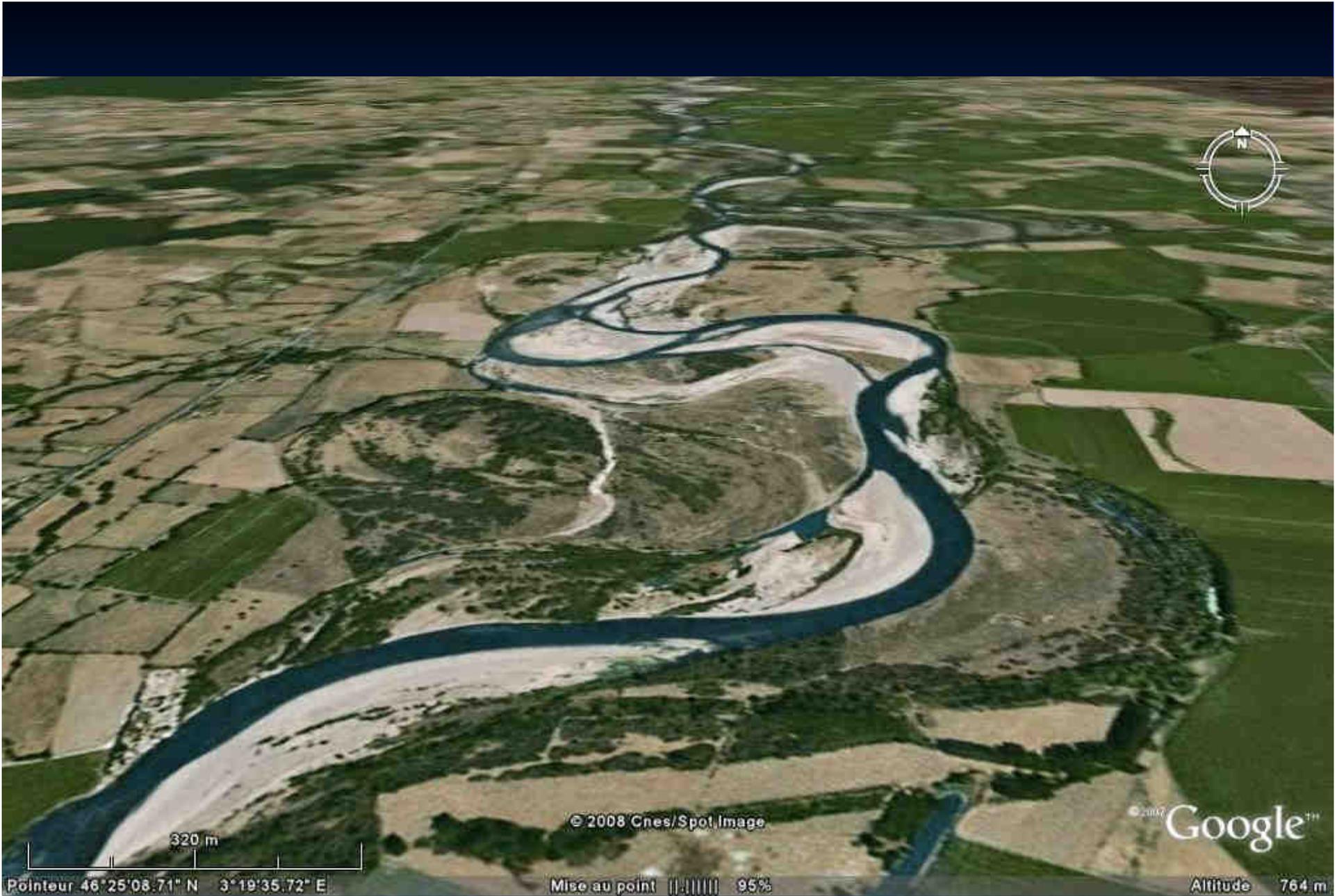


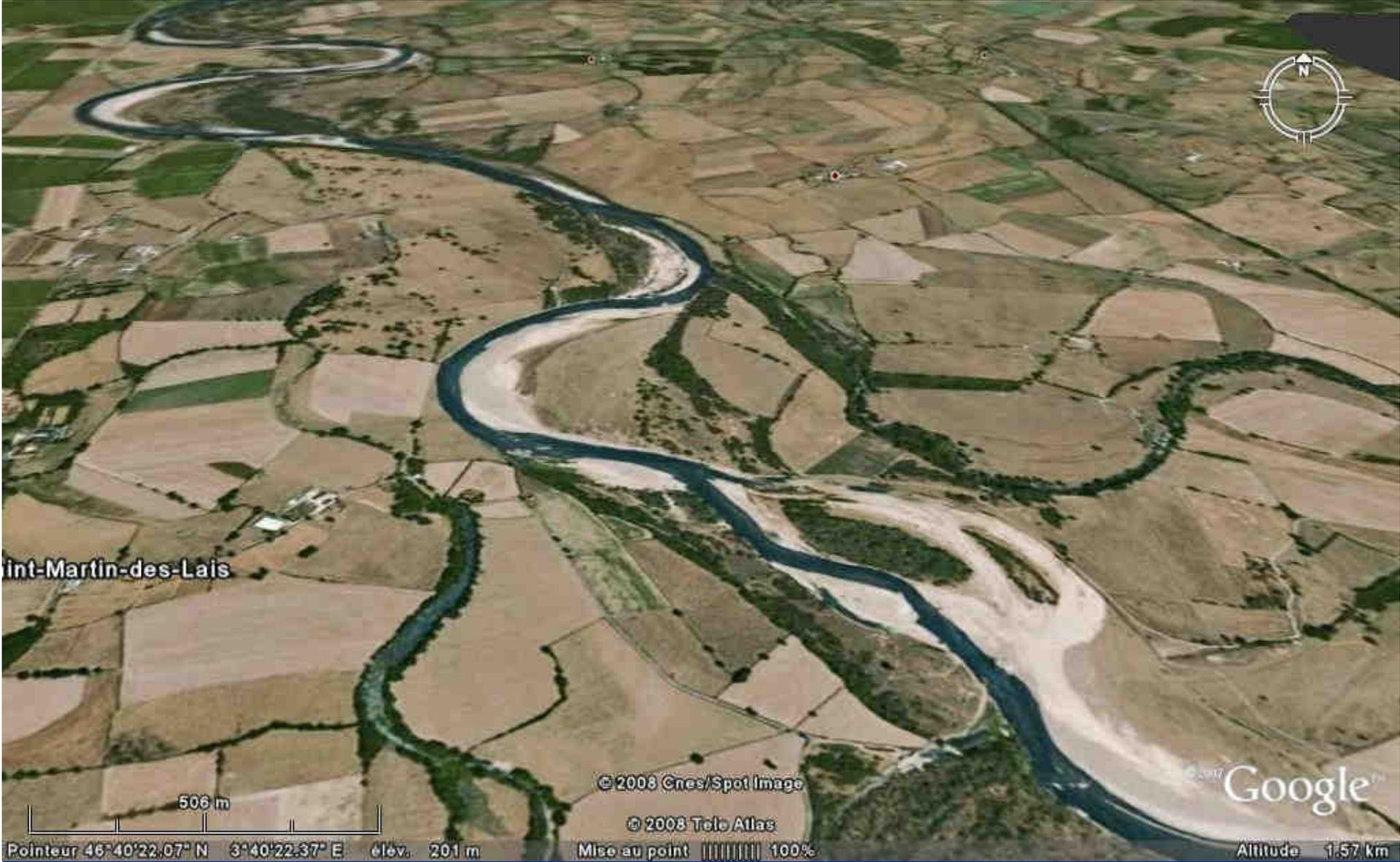
recouplement
par tangence

longueur d'onde $< 12 w$
 amplitude $> 12 w$
 coef. sinuosité > 1.5

RIVIERES A FAIBLE PUISSANCE +
BERGES COHESIVES







int-Martin-des-Lais

506 m

© 2008 Cnes/Spot Image

© 2008 Telo Atlas

Google

Pointeur 46°40'22.07" N 3°40'22.37" E elev. 201 m

Mise au point 100%

Altitude 1.57 km

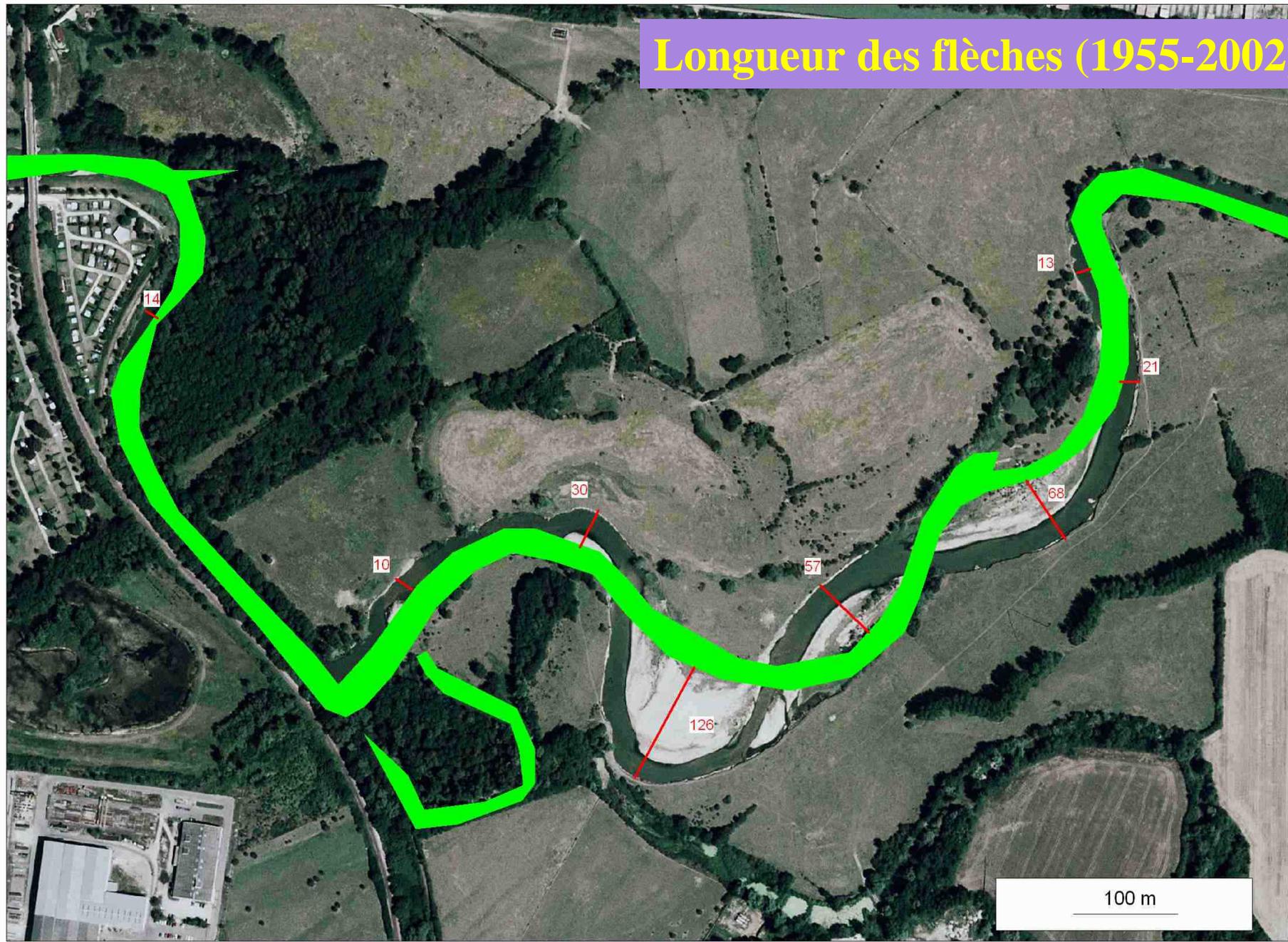


CLASSIFICATION DE « L'ACTIVITÉ DYNAMIQUE » D'UN COURS D'EAU

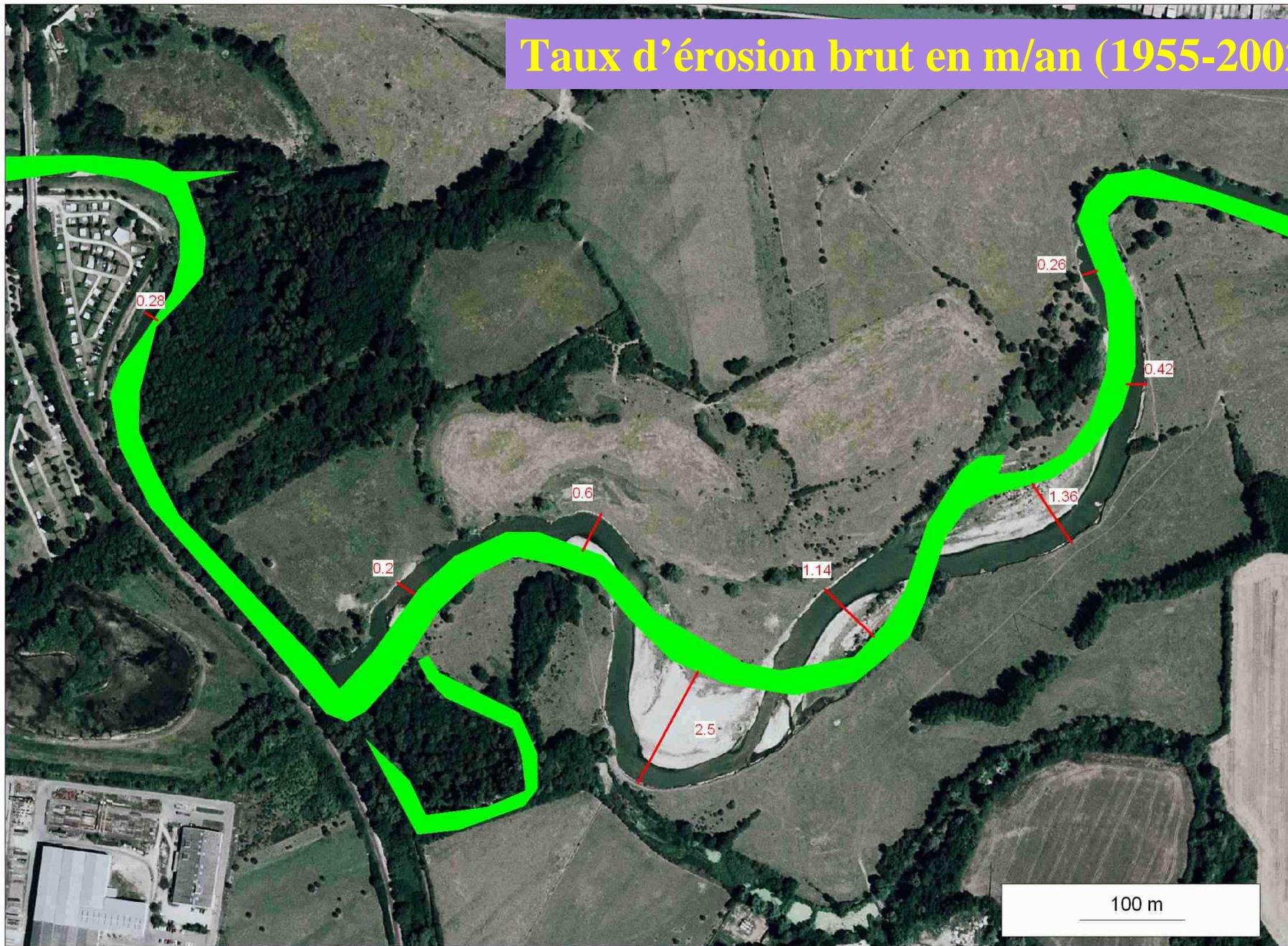
Méthode des flèches d'érosion

**Taux annuels donnés en % de la largeur érodée à
la flèche/ largeur du lit moyen
dans les portions « actives » (Malavoi, non publié)**

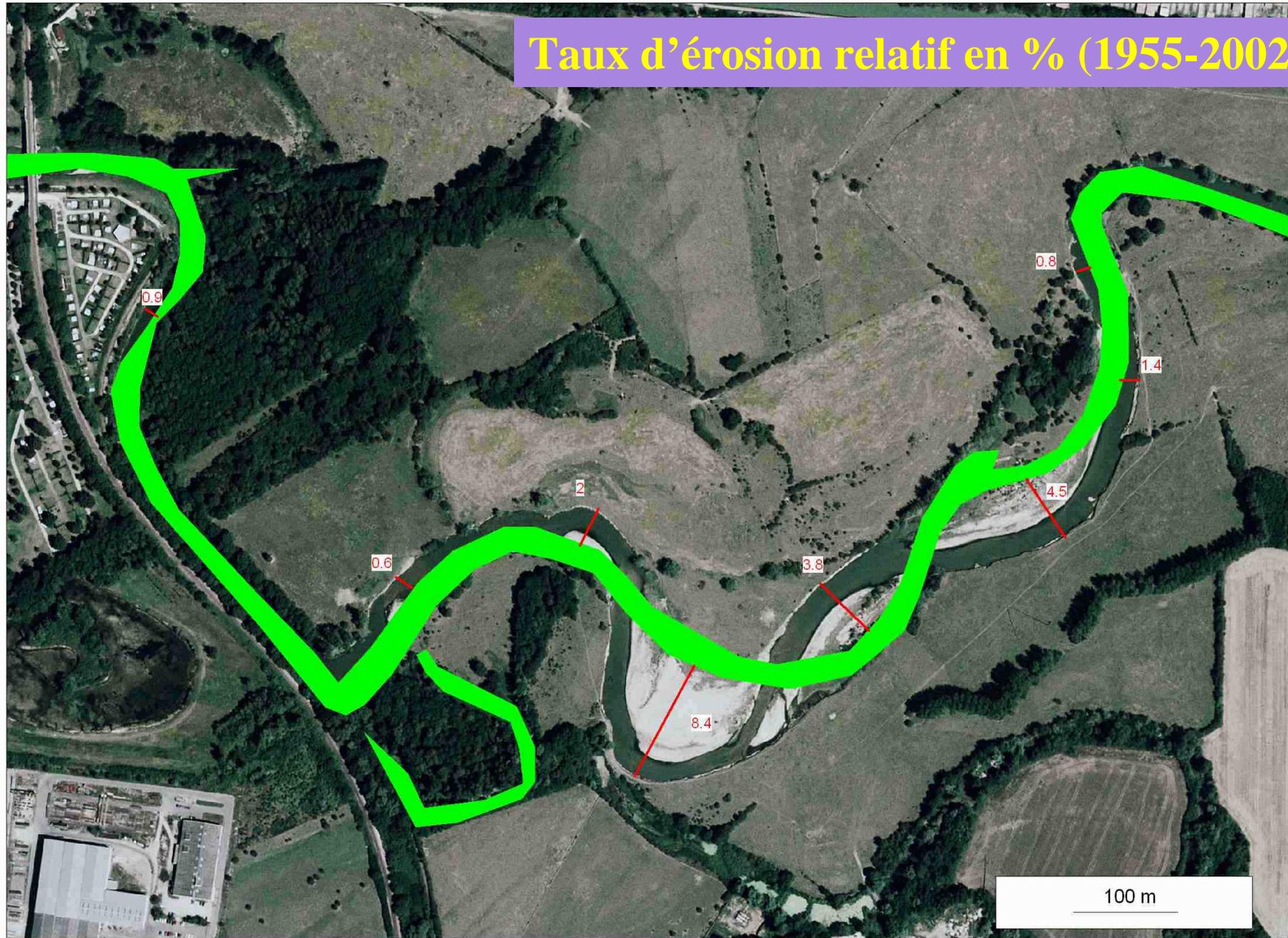
Longueur des flèches (1955-2002)



Taux d'érosion brut en m/an (1955-2002)

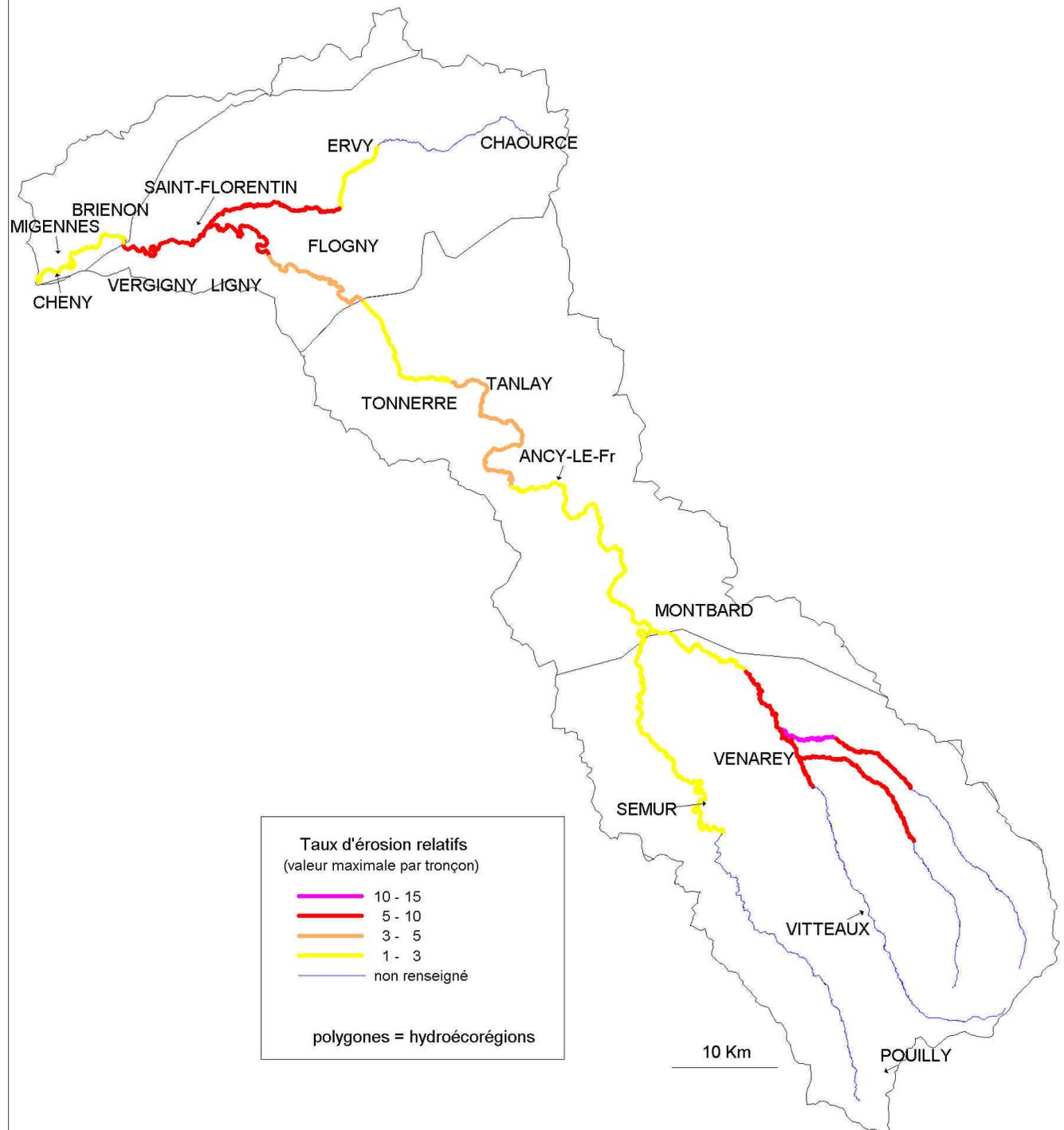


Taux d'érosion relatif en % (1955-2002)



Proposition de classification

	Taux annuel d'érosion relative (% de la largeur)
Rivières peu actives	$< 1 \%$
Rivières moyennement actives	$1 < < 3 \%$
Rivières actives	$3 < < 5 \%$
Rivières très actives	$5 < < 10 \%$
Rivières extrêmement actives	$> 10 \%$



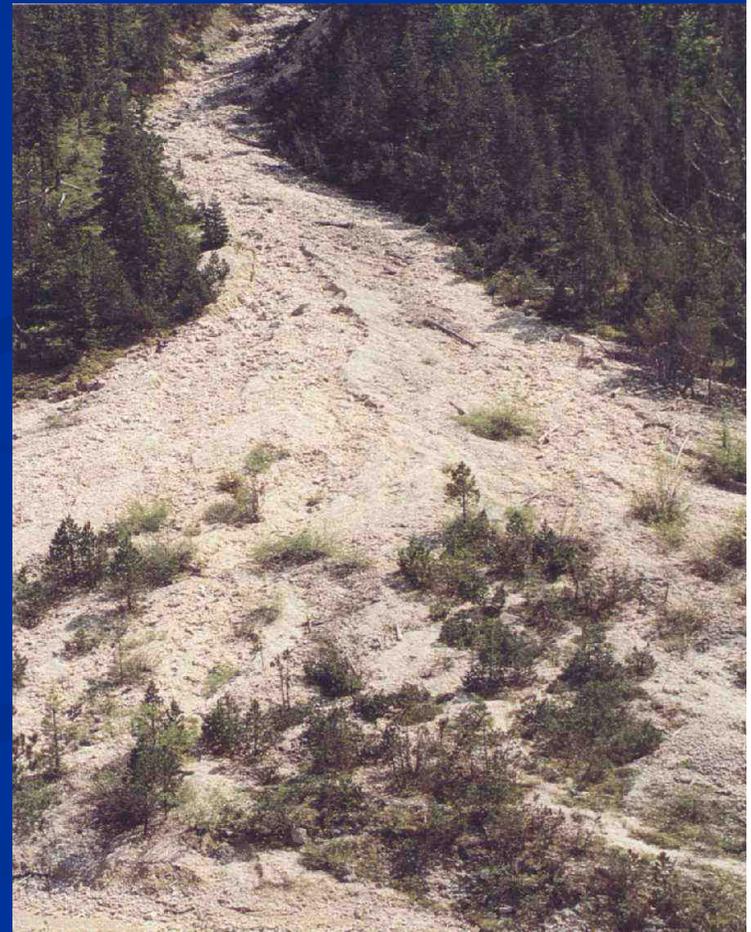
La charge de fond et son origine

APPORTS EXTERNES



Production primaire

**Production secondaire
apports des affluents**



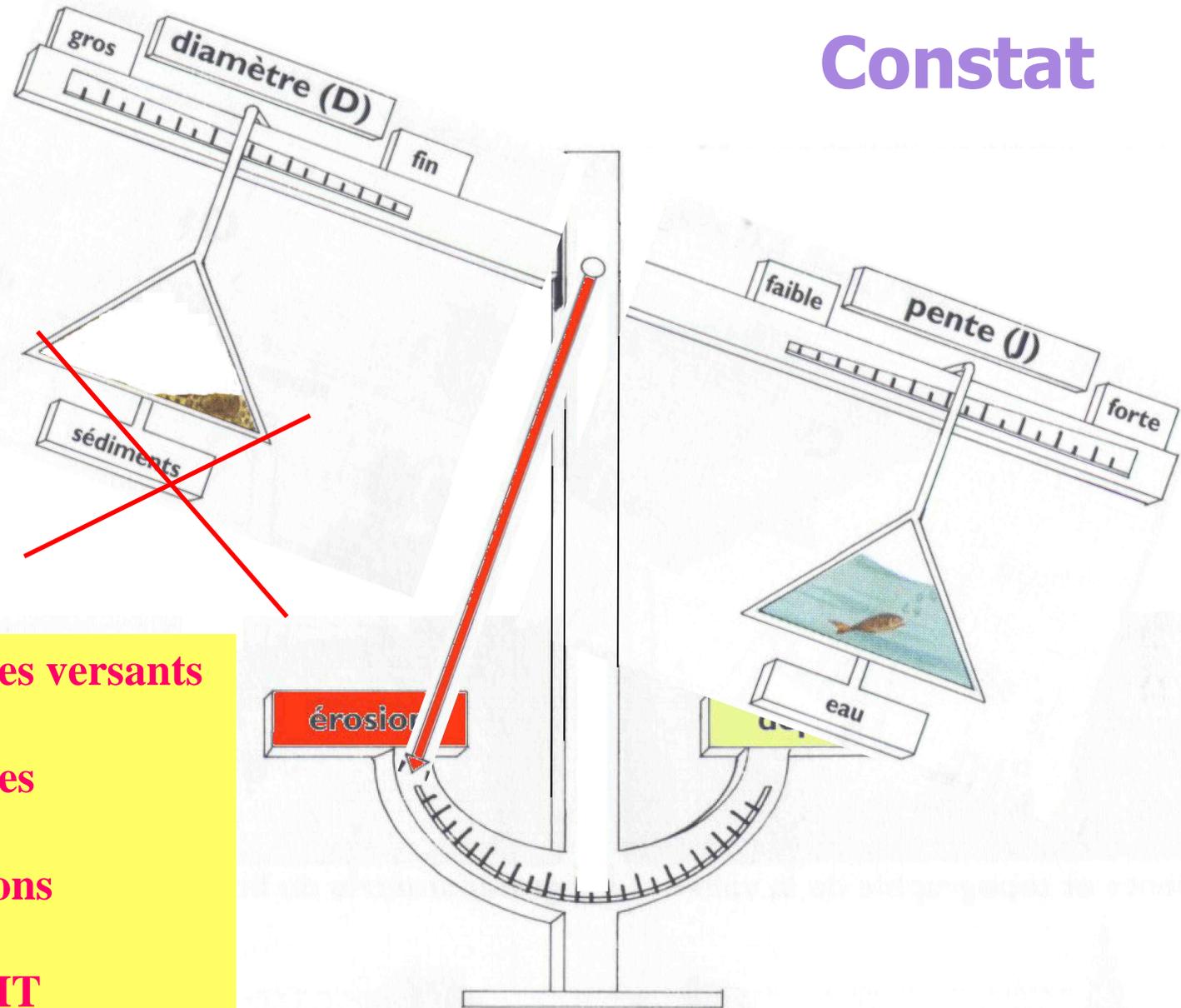
APPORTS INTERNES

Stock lit mineur



**Stock lit « majeur » :
holocène + terrasses**

Constat



Végétalisation des versants

+

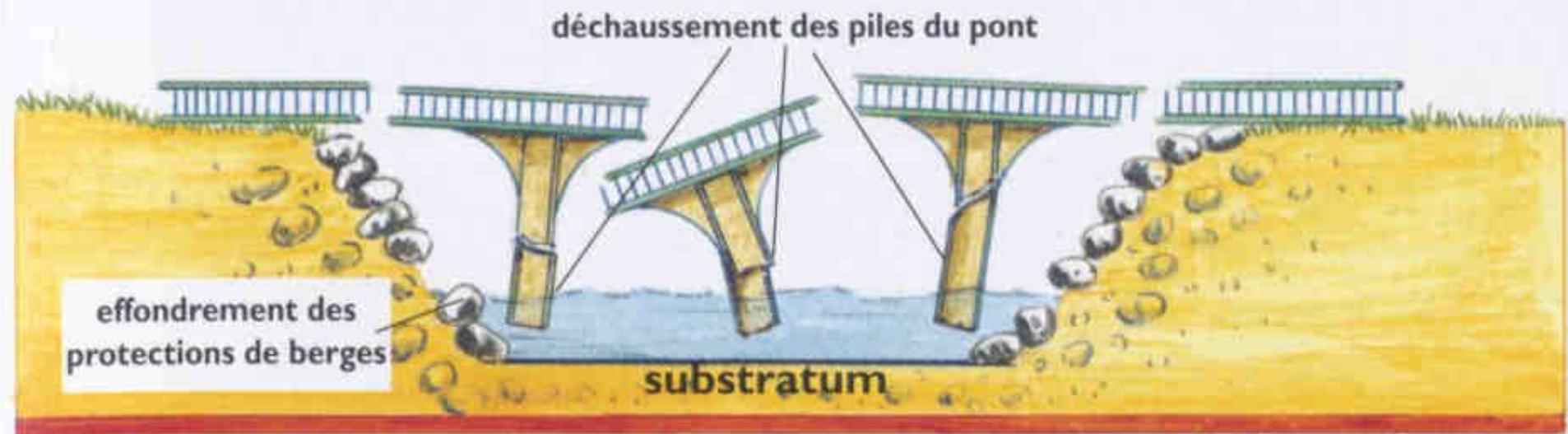
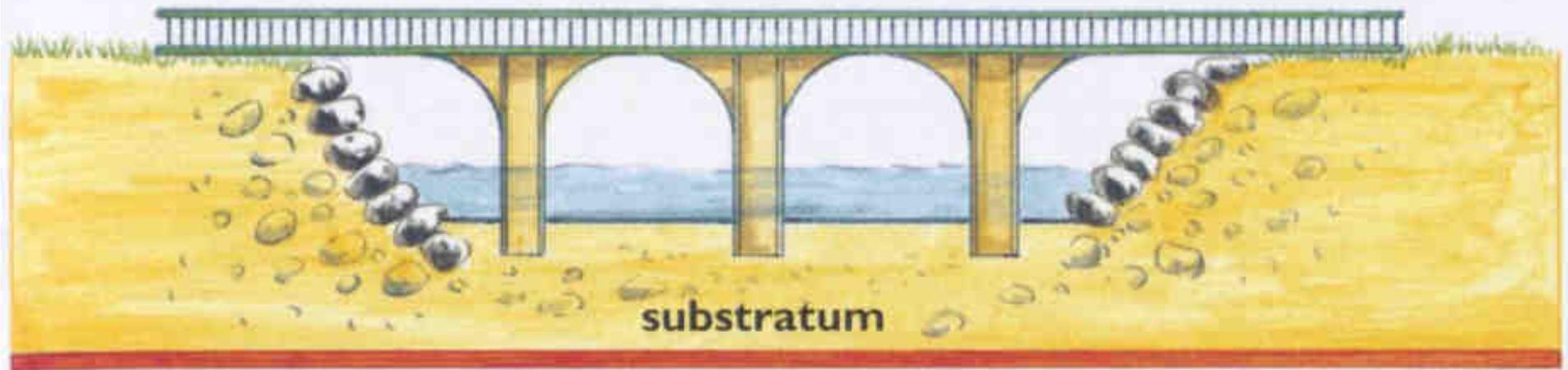
Barrages

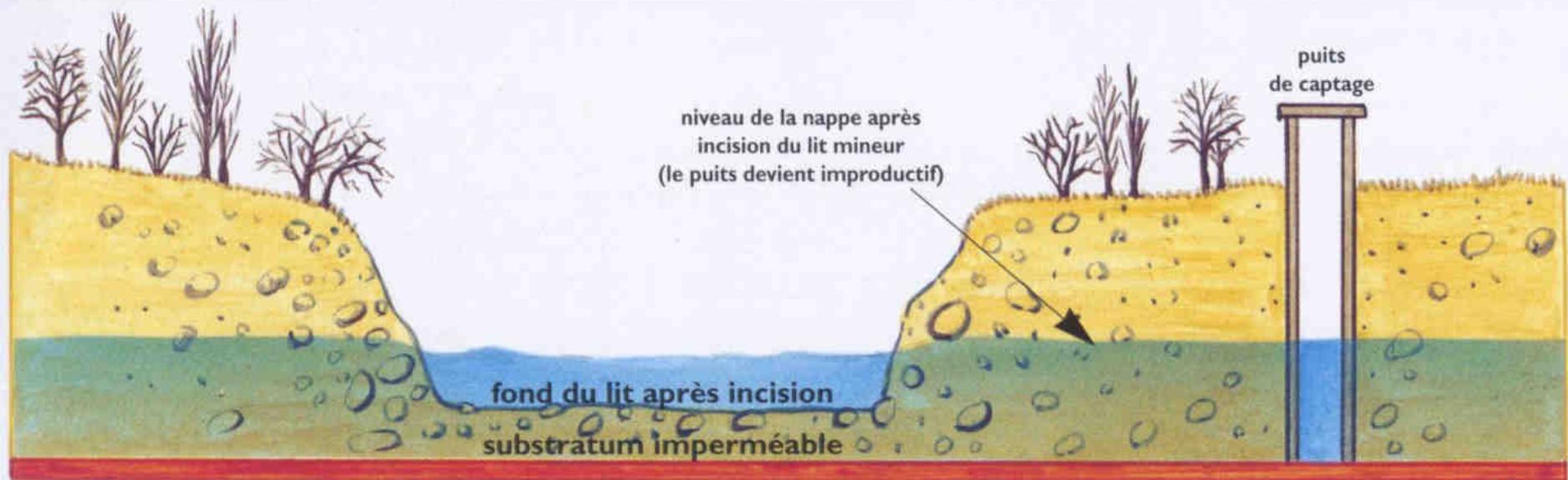
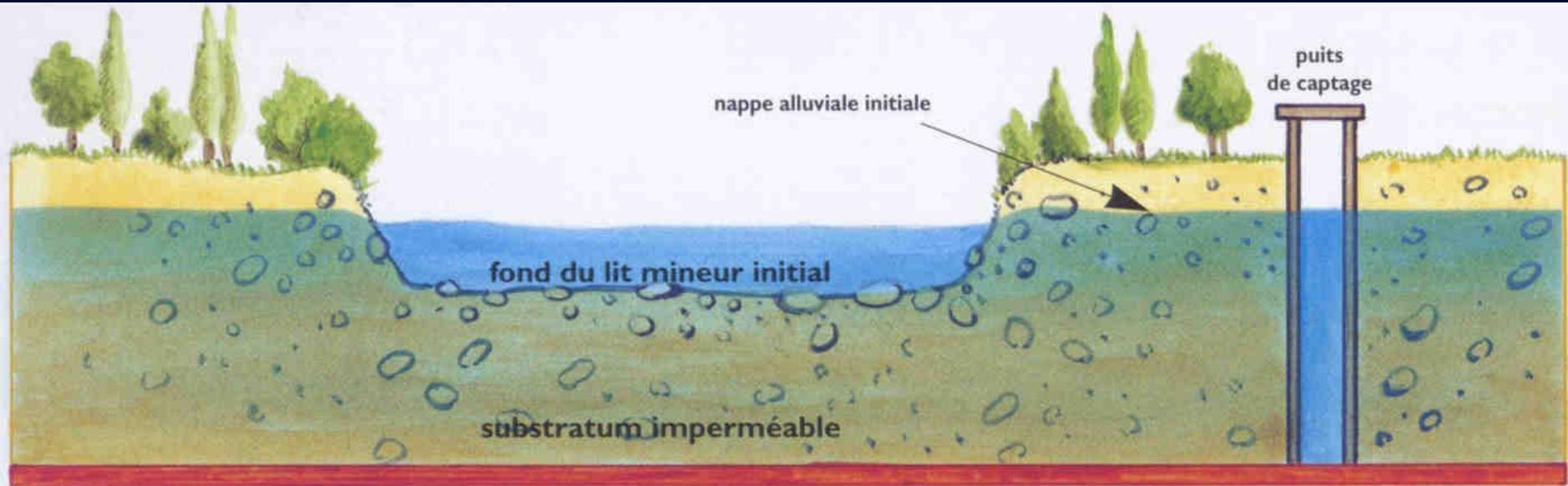
+

extractions

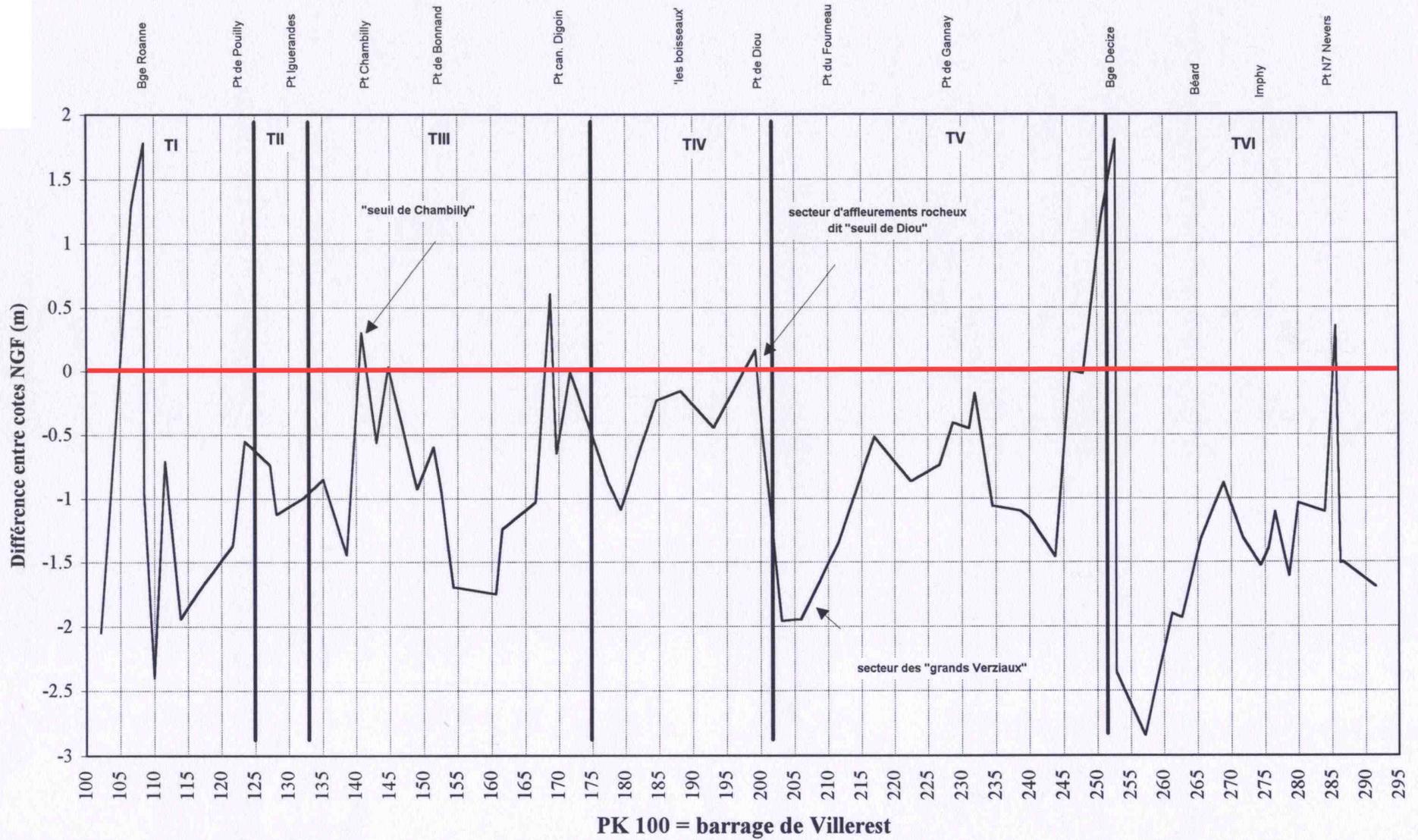
=

**DÉFICIT
SÉDIMENTAIRE**





EVOLUTION DE LA LIGNE D'EAU D'ETIAGE DE LA LOIRE ENTRE 1857 ET 1996



— diff. NGF

Aujourd'hui, l'essentiel de la charge alluviale de fond provient de l'érosion des berges :
-> destockage du stock alluvial ancien (souvent Fz)

Cette érosion est donc indispensable au maintien de l'équilibre dynamique

LES CONCEPTS D'ESPACE DE MOBILITE

L'ÉMERGENCE DU CONCEPT

- L'Allier (Guinard, 1981)
- L'Ain (Piren Rhône, années 80)

- Les Assises Nationales de l'Eau (1991)

→ « l'espace de liberté du fleuve, expression de la dynamique fluviale, sous réserve des implantations déjà existantes, doit être reconnu et identifié comme tel sur le plan juridique »

→ Suite à la longue période d'extractions de graviers « il est généralement préférable de tolérer une certaine érosion des berges pour rétablir les conditions antérieures »

DÉFINITIONS CONCEPTUELLES INITIALES

un concept de gestion assimilable à un «espace réservé» dédié à la rivière afin qu'elle puisse :

- **conserver ses capacités d'ajustement en plan (développement ou recoupement de méandres)**
 - **garantir sa recharge sédimentaire (par érosion des berges)**
 - **garantir la qualité et la quantité de la ressource en eau de sa nappe (en évitant l'incision du lit)**
- **préserver le « moteur » de sa dynamique écologique originale, voire exceptionnelle**

DÉFINITIONS REGLEMENTAIRES

Le concept d'espace de liberté est aujourd'hui formalisé juridiquement à l'échelle nationale à travers 3 types de textes

- **les SDAGE rédigés pour les 6 bassins hydrographiques nationaux (concept d'espace réservé)**
- **l'arrêté du 24 janvier 2001 relatif aux exploitations de carrières (concept d'aléa érosion/avulsion/capture)**
- **la Loi ordinaire 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels (concept mixte ?)**

SDAGE du bassin Loire-Bretagne

“ dans les zones de forte variabilité du lit des cours d’eau, un fuseau sera déterminé à l’intérieur duquel la priorité sera laissée au déplacement des bras ou des méandres. Si des champs captants menacés s’y trouvent, leur déplacement devra être envisagé en tout premier lieu, de même que pour toute autre activité qui pourrait requérir une protection ”

SDAGE du bassin Seine-Normandie

« lorsque la rivière est maintenue fonctionnelle, qu'elle dispose d'un espace de liberté minimal nécessaire à la diversité des biotopes et à la dissipation de son énergie, que les berges sont protégées par une végétation naturelle, elle peut assurer au moindre coût les différents usages » ;

« le principe général à respecter est celui de la libre divagation des rivières » (SDAGE du bassin Seine-Normandie. Orientation B2, p 38, 39 : « Restaurer la fonctionnalité de la rivière et de ses annexes »)

L'arrêté ministériel du 24 janvier 2001

modifie l'arrêté du 22 septembre 1994

**Il mentionne le concept d'espace de liberté sous le terme
« d'espace de mobilité »**

« Les exploitations de carrières de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau ». (Art II , alinéa 1).

« L'espace de mobilité du cours d'eau est défini comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le lit mineur peut se déplacer » (Art II , alinéa 2).

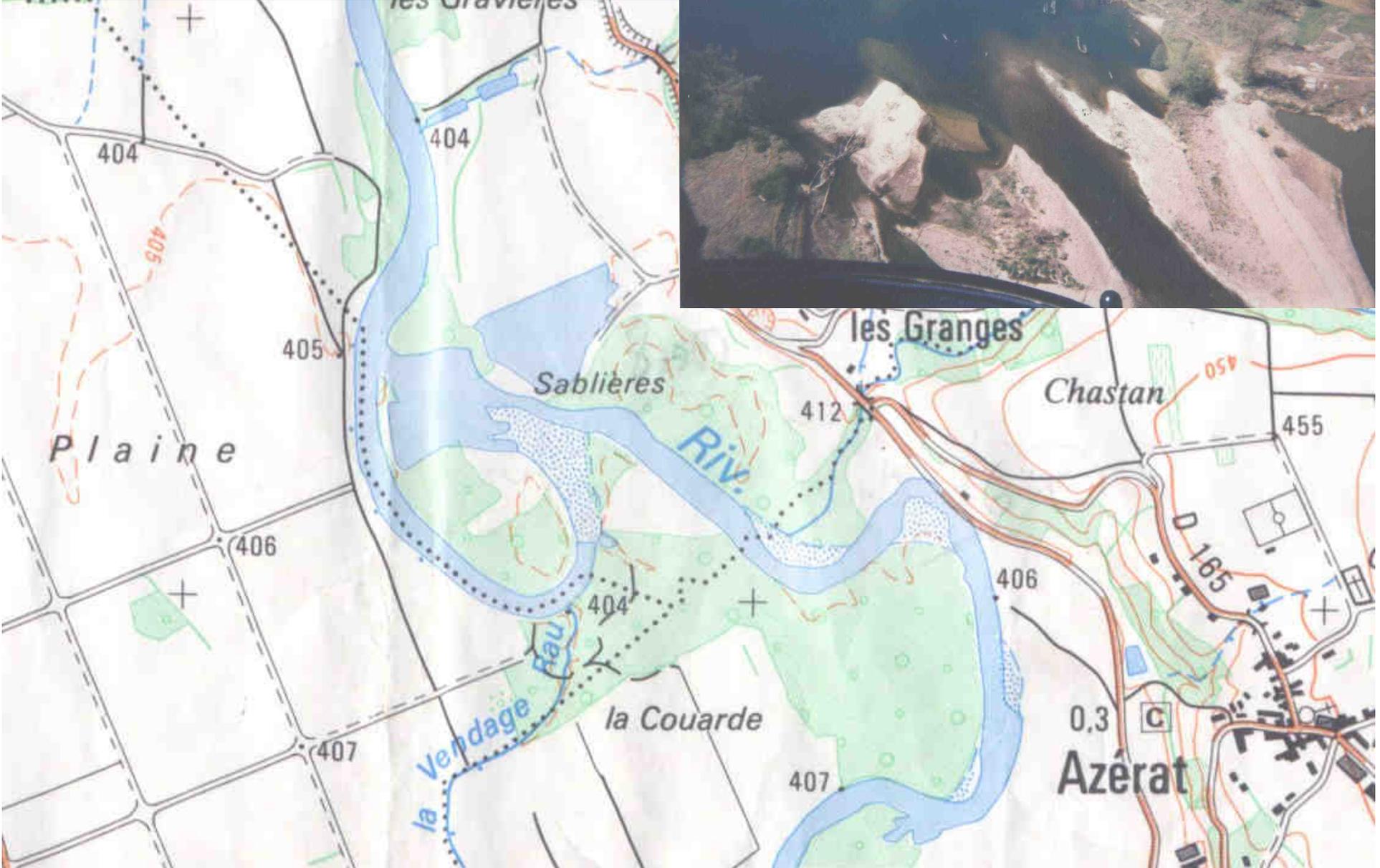
LES GRAVIÈRES EN LIT MAJEUR

3 « risques » géodynamiques sur les rivières actives

1. **Disparition irréversible d'une partie du stock alluviale nécessaire à l'équilibre dynamique**
2. **Fortes probabilité de piégeage de la charge de fond
= même impacts que les extractions en lit mineur**
3. **Travaux connexes (rectifications, endiguements, protections de berges)
= empêchent remobilisation du stock alluvial,
favorisent l'incision**

Loire forézienne





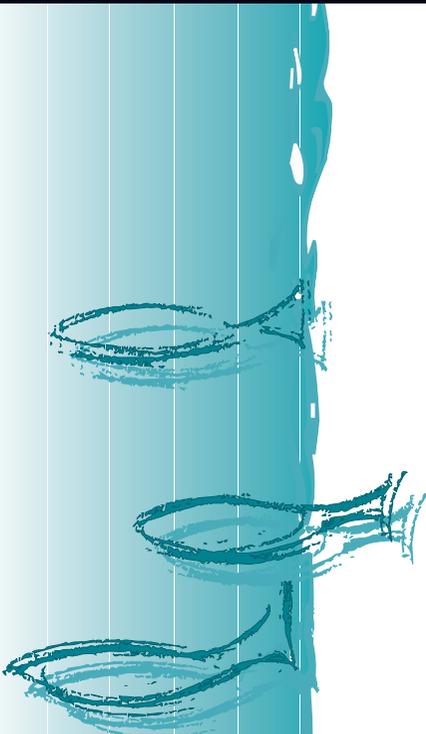


IL FAUT DANS TOUS LES CAS

**réserver le concept d'espace de liberté aux
cours d'eau à dynamique active ou
potentiellement active**

**PB : pas encore de définition précise et
validée par tous les partenaires d'un cours
d'eau à dynamique active...**

**→ n'exclut pas la possibilité de définir
d'autres enveloppes de préservation :
zones tampons, espace de « fonctionnalité**



BASSIN RHONE MEDITERRANEE CORSE

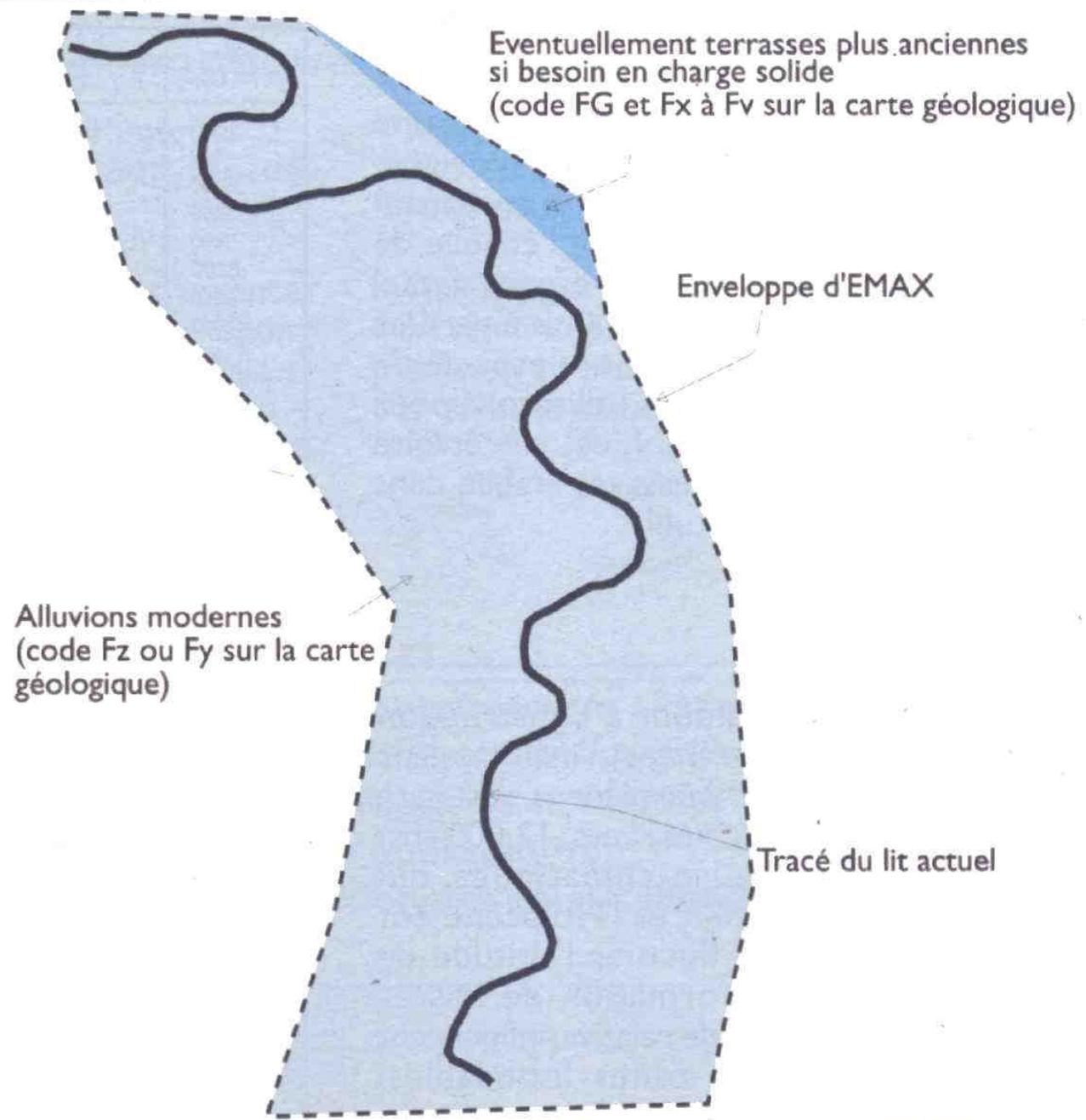
GUIDE TECHNIQUE N° 1

**DETERMINATION DE L'ESPACE
DE LIBERTE DES COURS D'EAU**

NOVEMBRE 1998



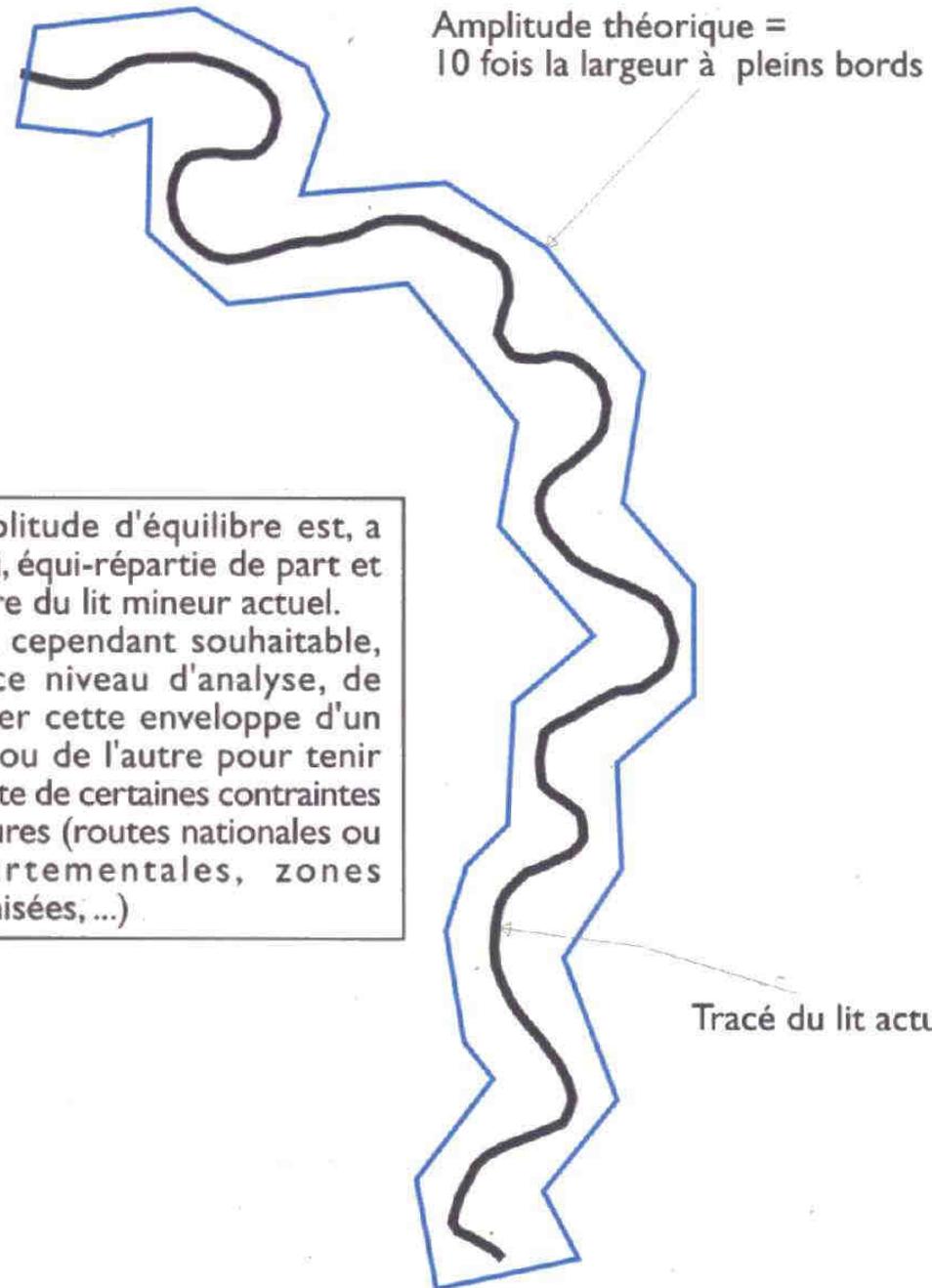
**ETAPE I :
DELIMITATION
DE L'ESPACE
DE MOBILITE
MAXIMAL (EMAX)**



**ETAPE II :
DELIMITATION
DE L'ESPACE DE MOBILITE
FONCTIONNEL (EFONC)**

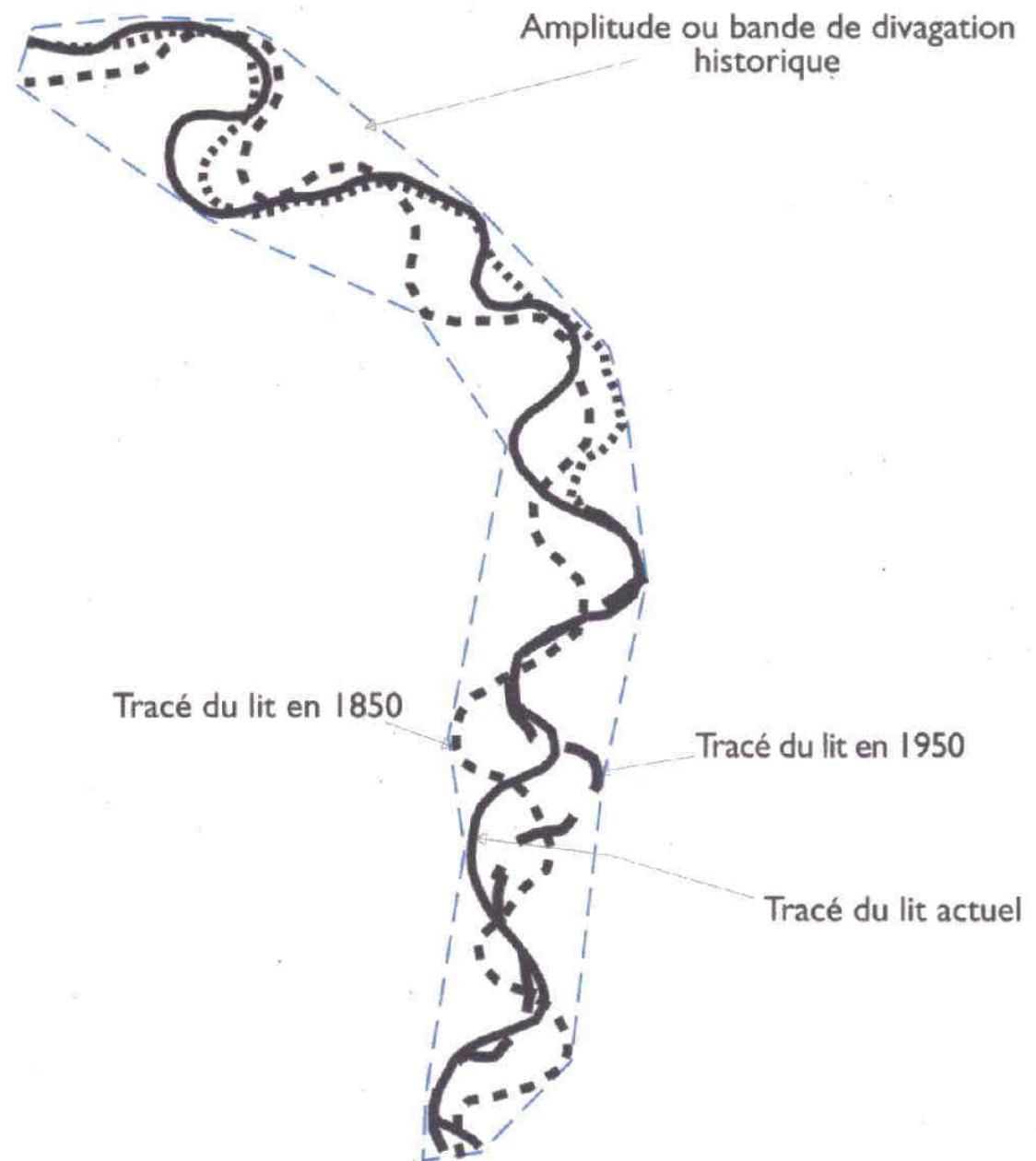
**Sous-étape II.1 :
Délimitation
de l'amplitude d'équilibre**

L'amplitude d'équilibre est, a priori, équi-répartie de part et d'autre du lit mineur actuel. Il est cependant souhaitable, dès ce niveau d'analyse, de décaler cette enveloppe d'un côté ou de l'autre pour tenir compte de certaines contraintes majeures (routes nationales ou départementales, zones urbanisées, ...)



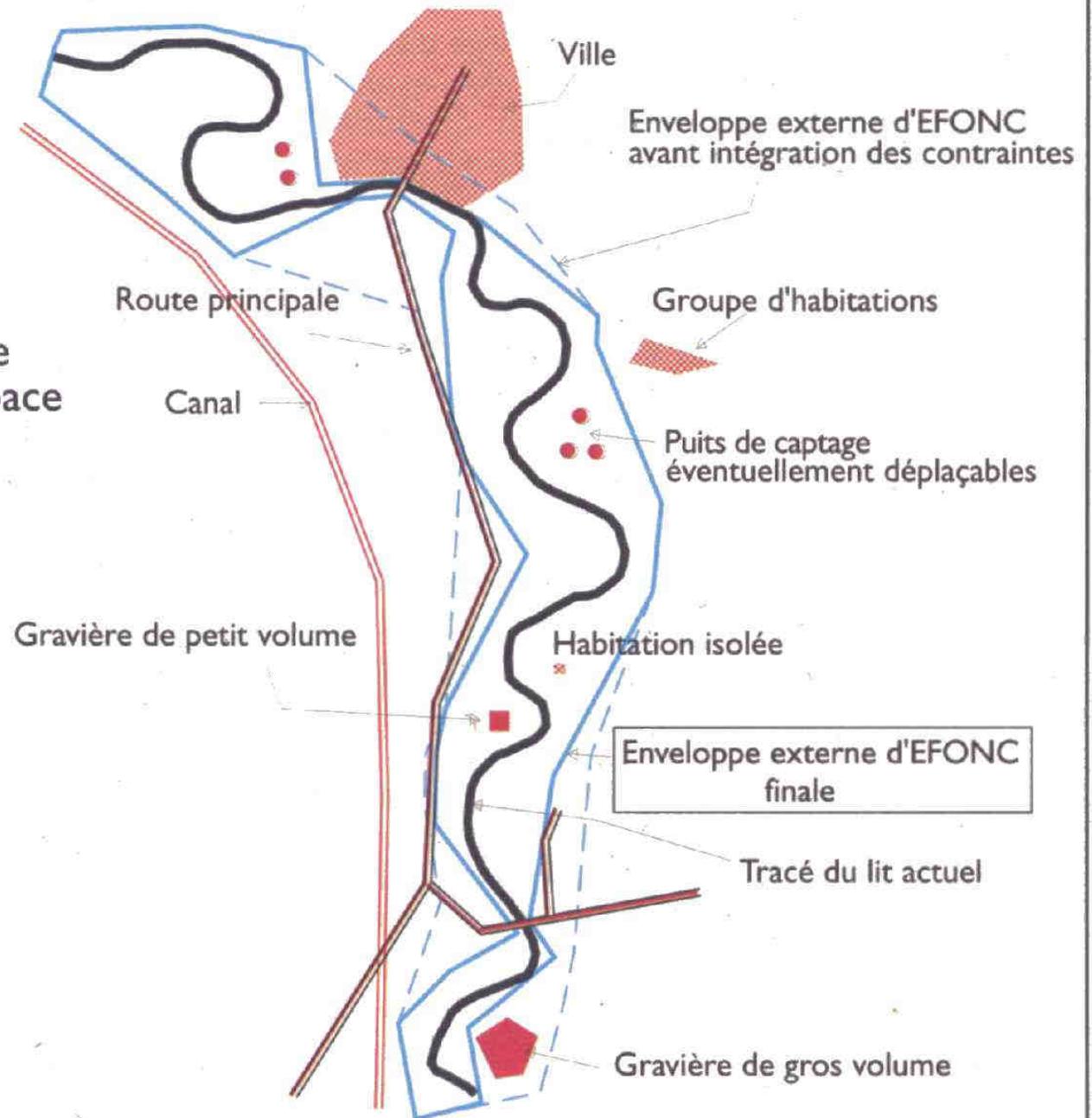
ETAPE II :
DELIMITATION
DE L'ESPACE
DE MOBILITE
FONCTIONNEL (EFONC)

Sous-étape II.3.1 :
Délimitation de l'espace
de divagation historique

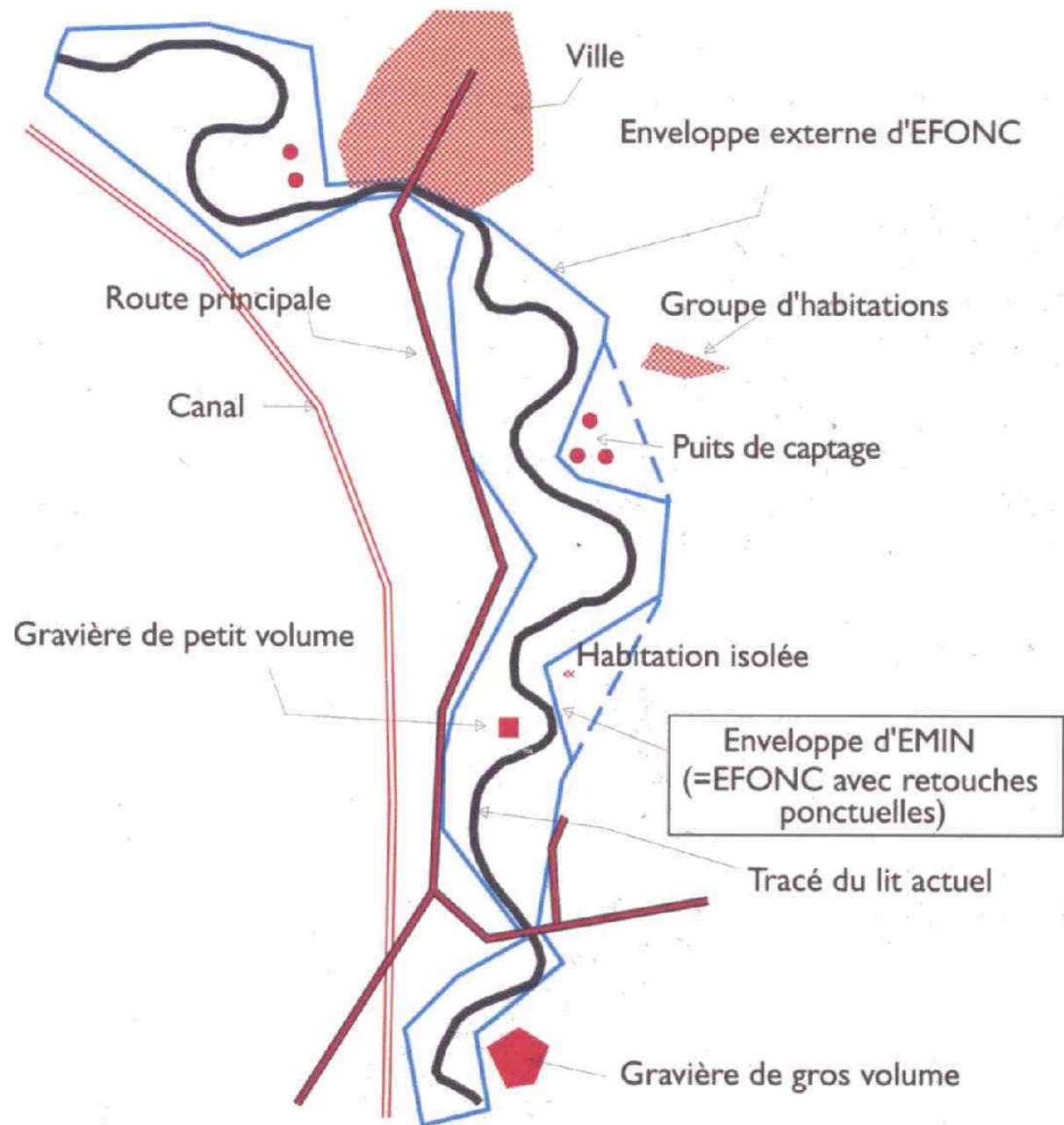


ETAPE II :
DELIMITATION
DE L'ESPACE
DE MOBILITE
FONCTIONNEL
(EFONC)

Sous-étape II.6 :
Approche socio-économique
et délimitation finale de l'espace
de mobilité fonctionnel



ETAPE III :
DELIMITATION
DE L'ESPACE
DE MOBILITE
MINIMAL (EMIN)

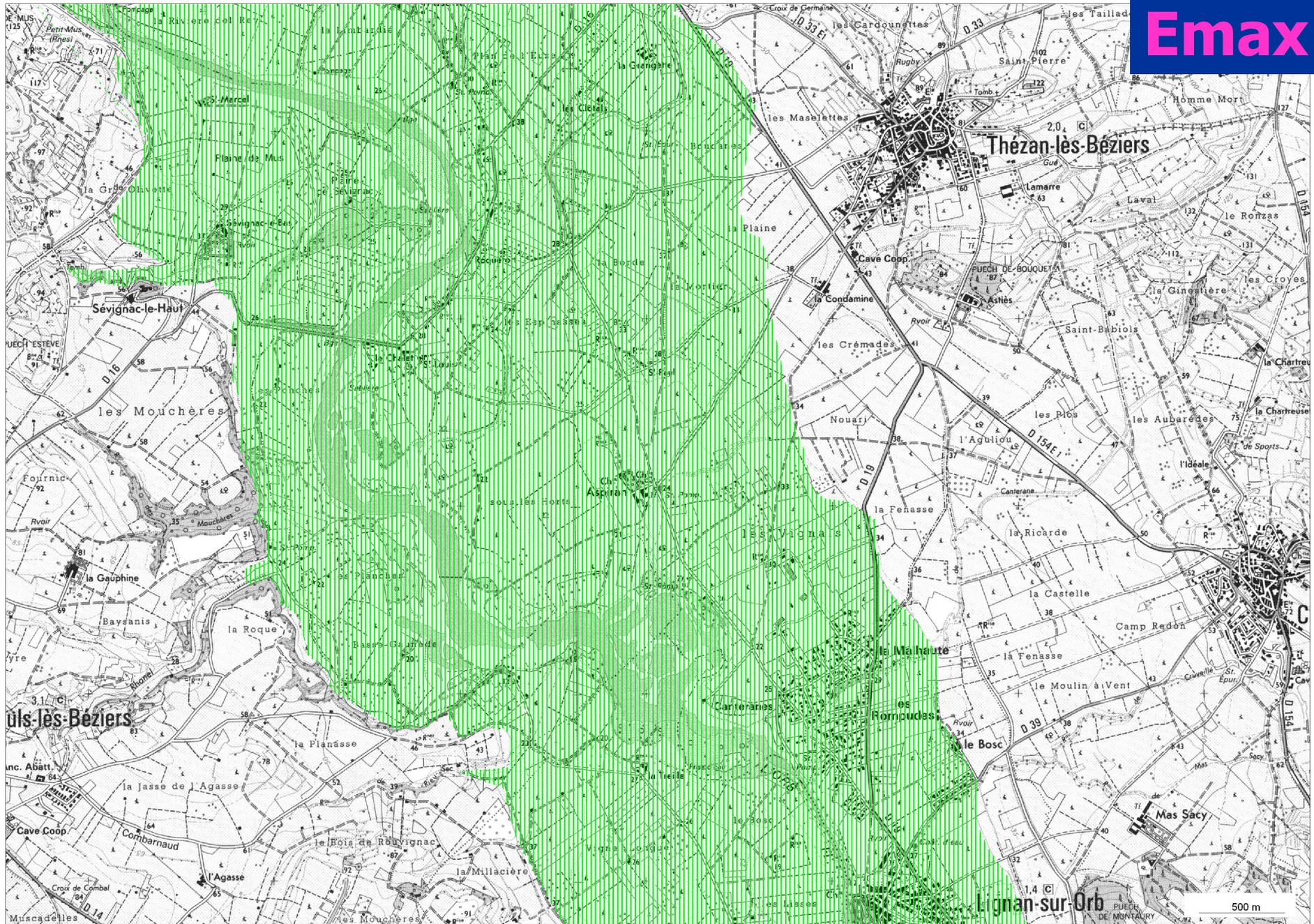


Attention

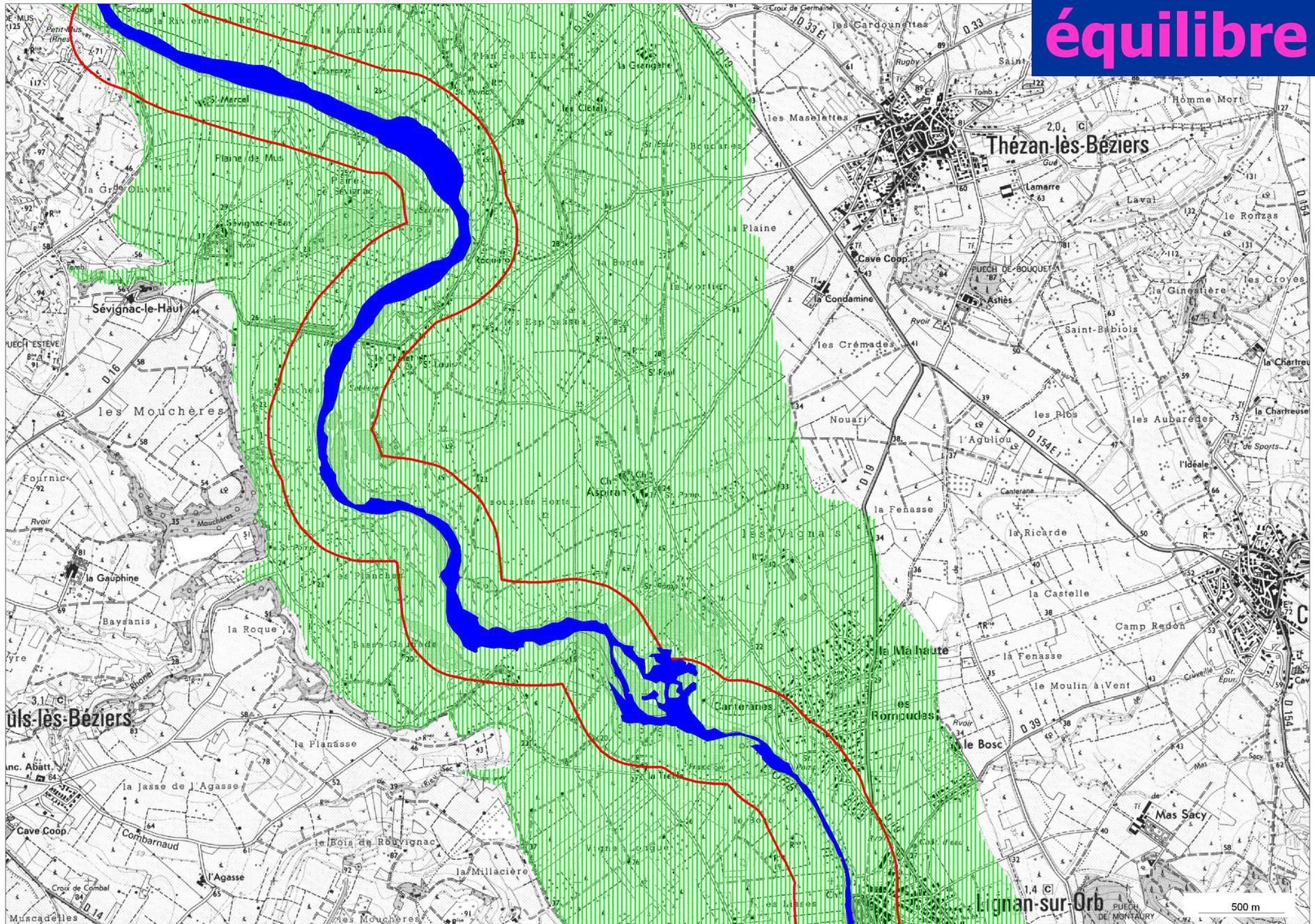
**il s'agit d'une cartographie « floue »
destinée initialement à un
« porté à connaissance » du concept
d'espace de liberté**

**-> pas de précision à la parcelle
et encore moins au mètre près...**

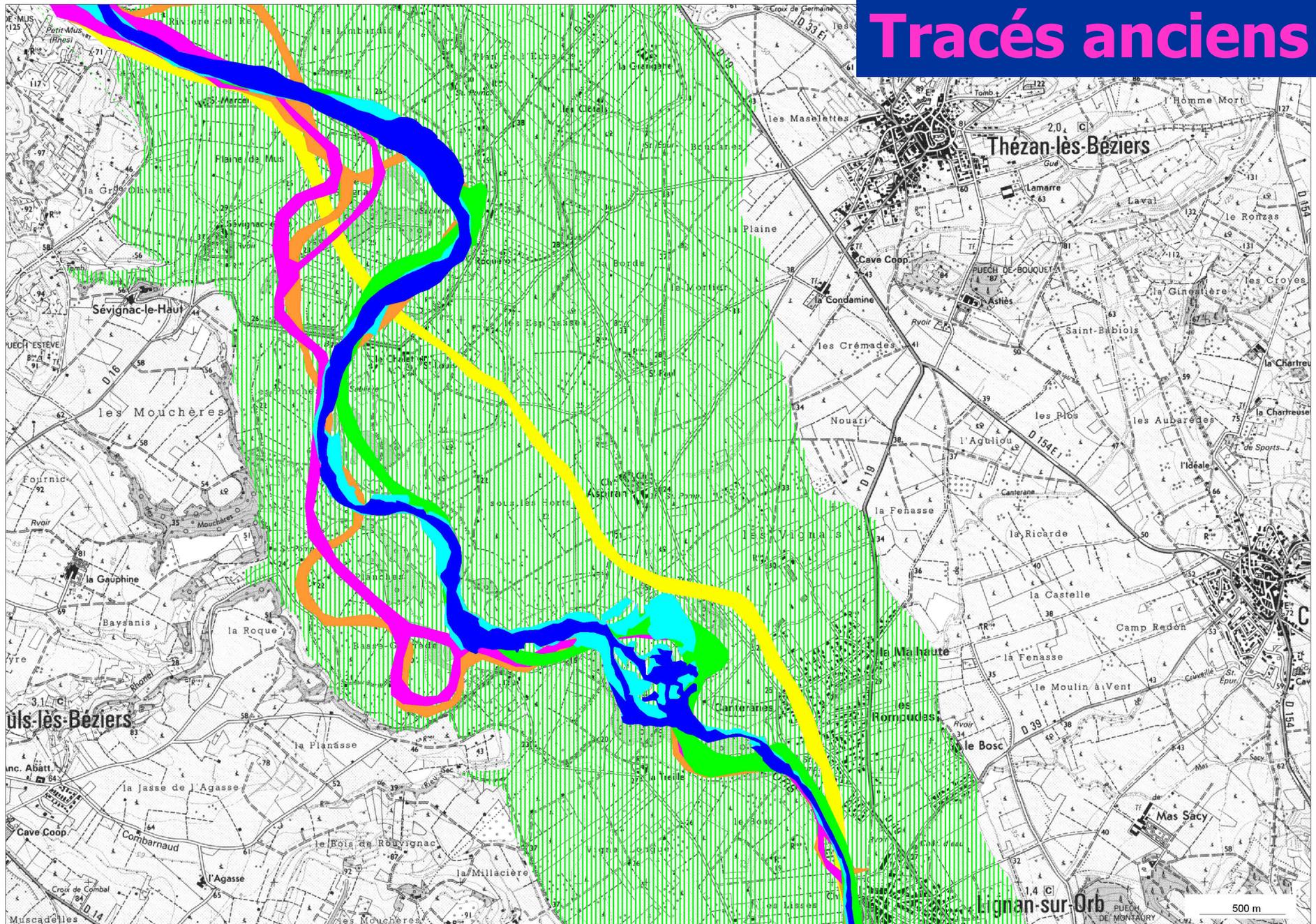
Exemple de l'Orb (34)

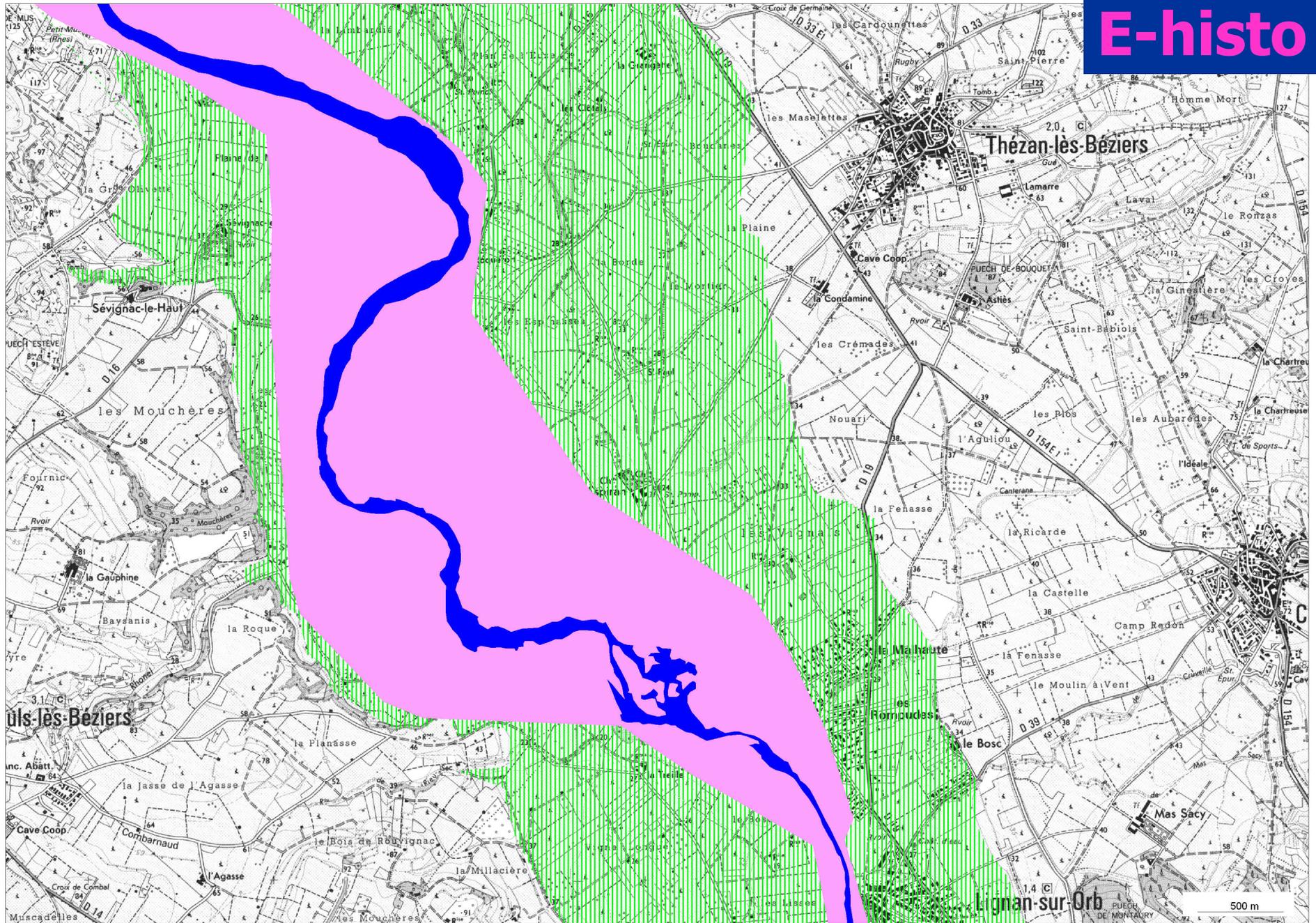


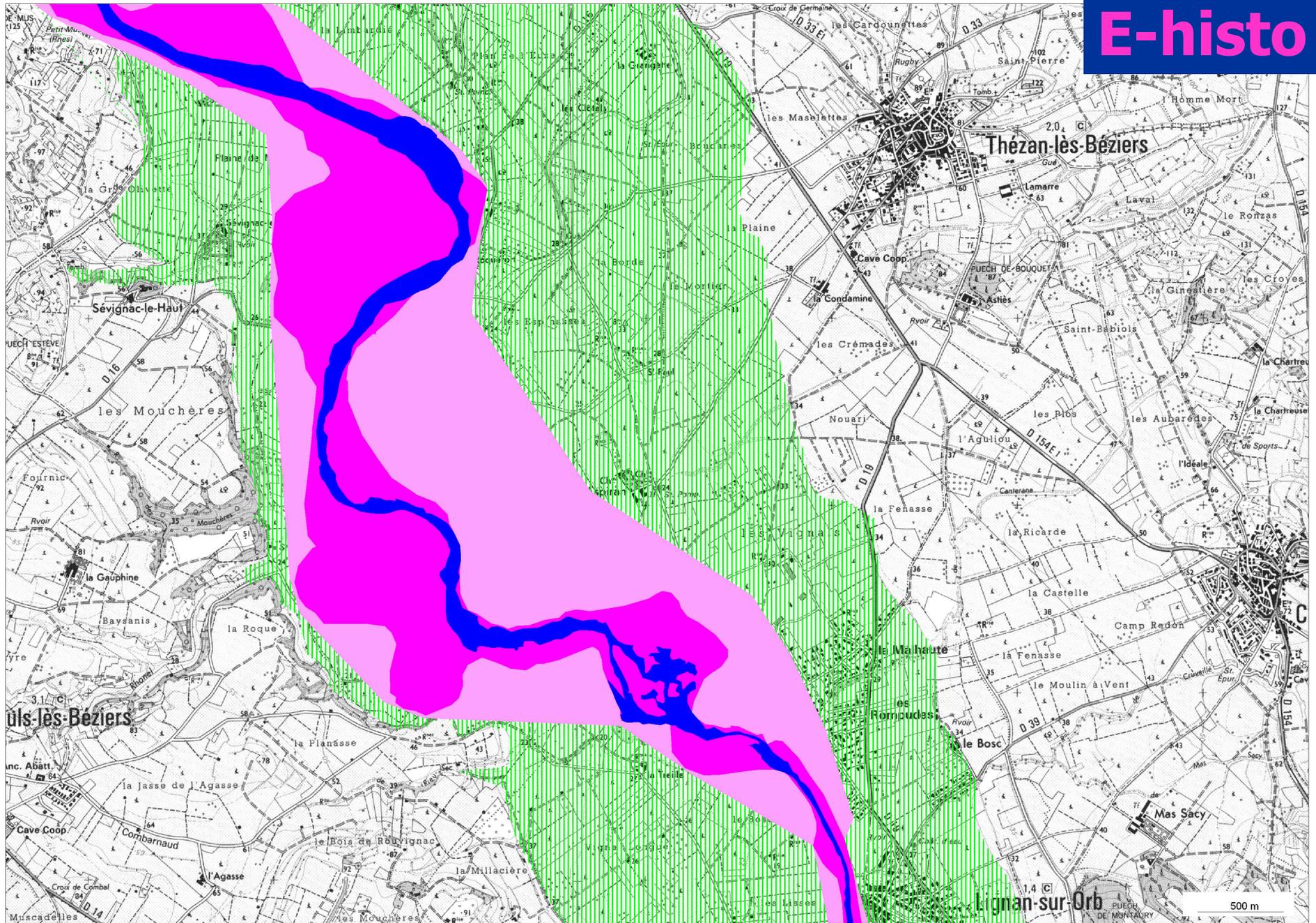
équilibre



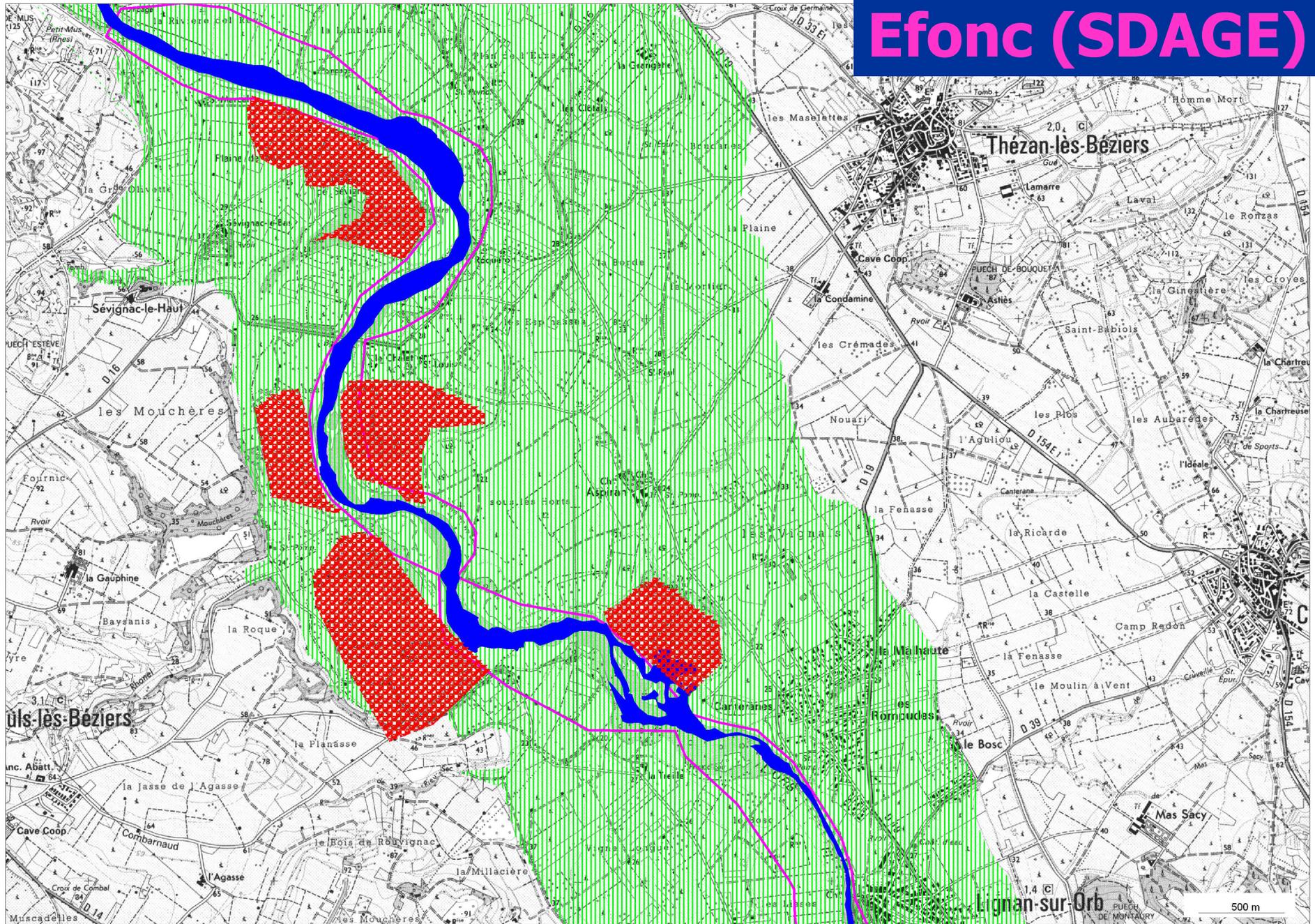
Tracés anciens







Efonc (SDAGE)



Efonc (arrêté 2001)

