

Le score géodynamique

La nature et l'intensité des processus géodynamiques fluviaux, ainsi que les formes qui en résultent, sont, nous l'avons vu, fonction de plusieurs variables de contrôle : débits liquides et solides, nature des alluvions du fond de vallée, etc.

Il nous a cependant semblé possible (Biotec, Malavoi, 2007), dans l'attente d'une typologie fonctionnelle normalisée des cours d'eau, de proposer une typologie simplifiée que l'on peut déterminer, à l'échelle de tronçons géomorphologiques homogènes, par la mesure (ou au moins l'évaluation) de trois variables :

- la puissance du cours d'eau ;
- l'érodabilité de ses berges ;
- l'importance et la nature des apports solides directement ou indirectement injectés.

De ces trois variables, qui ne reflètent cependant pas la totalité des variables de contrôle, dépendent en grande partie :

- les caractéristiques géomorphologiques du cours d'eau : géométrie, style fluvial, nature des substrats alluviaux, intensité actuelle ou potentielle des processus d'érosion latérale, verticale et de transport solide ;
- les caractéristiques écologiques globales ;
- les capacités d'ajustement géomorphologique suite à des travaux de chenalisation ou de restauration.

Notre postulat est le suivant :

- plus un cours d'eau est puissant
- plus ses berges sont facilement érodables
- plus les apports solides sont importants

⇒ plus les processus géodynamiques sont intenses
⇒ meilleure est la capacité de résistance du cours d'eau aux «agressions» anthropiques et plus grande est sa capacité de récupération, tant physique qu'écologique
⇒ plus grande est la pérennité des bénéfices d'une restauration hydromorphologique et moindre en est le coût, puisque le cours d'eau effectue lui-même une partie du travail de restauration

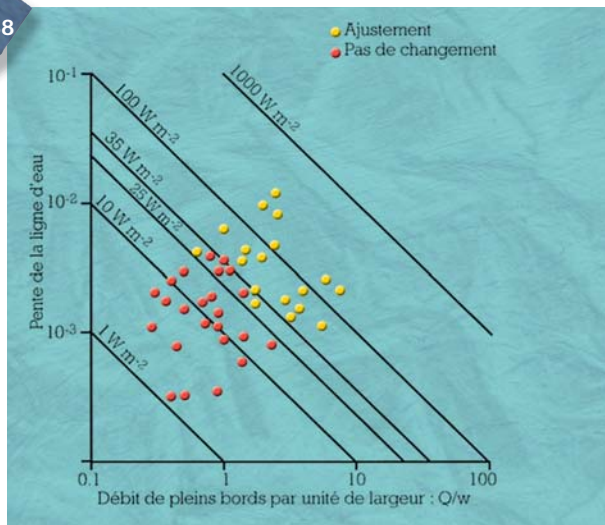
Fondements scientifiques

■ La puissance spécifique

Il a été démontré depuis de nombreuses années que les capacités d'ajustement d'un cours d'eau étaient en grande partie fonction de sa puissance spécifique. Les travaux pionniers de Brookes sur ce sujet (1988), repris dans Wasson *et al.* (1998), ont largement défriché le terrain. D'une manière synthétique, les résultats de Brookes permettent d'identifier deux seuils de puissance spécifique :

- un seuil « majeur » apparaît aux environs de 35 W/m^2 , au-dessus duquel la puissance naturelle de cours d'eau anciennement chenalisés a permis à ces derniers de réajuster leurs formes et de retrouver petit à petit une géométrie plus naturelle ;
- un seuil mineur est visible aux environs de 25 W/m^2 , en dessous duquel la dynamique n'a pas permis de retour à la morphologie primitive ;
- les autres valeurs de puissance ne permettent pas d'identifier de seuils supplémentaires.

Figure 38



Les seuils de puissance spécifique (d'après Brookes, 1988 in Wasson et al., 1998).

■ L'érodabilité des berges

Nos propres investigations nous conduisent à penser que ces seuils proches de 25 - 35 W/m² peuvent être affinés et relativisés en fonction des caractéristiques sédimentologiques des berges des cours d'eau et notamment de leur érodabilité, elle-même fonction de la nature cohésive ou non des alluvions constituant le fond de vallée.

Ainsi des cours d'eau à faible puissance (10 - 15 W/m²) peuvent présenter une activité géodynamique relativement importante si leurs berges sont pas ou peu cohésives et s'ils reçoivent de l'amont une certaine quantité d'alluvions grossières qui, par leur dépôt sous forme de bancs, activent les processus d'érosion sur les berges opposées.

A l'inverse, des cours d'eau plus puissants (40 - 50 W/m²), mais coulant dans une plaine alluviale composée de sédiments plus cohésifs (argiles, limons, sables limoneux), sont moins actifs, surtout si les apports solides provenant de l'amont sont modestes et formés de particules de dimensions réduites.

Il n'existe pas à ce jour de méthode normalisée de détermination de l'érodabilité des berges (mis à part le coefficient de Schumm qui quantifie la part des éléments cohésifs dans la tenue de la berge, cf. le paragraphe sur la géométrie hydraulique). Nous proposons dans le chapitre « Outils d'une étude hydromorphologique » quelques éléments méthodologiques accompagnés d'exemples visuels permettant une approche simplifiée de ce paramètre.

■ Les apports solides

Outre leur rôle dans l'activation des processus d'érosion latérale sur lequel nous reviendrons (effet défecteur de l'écoulement), les apports et les dépôts de charge sédimentaire grossière sont extrêmement importants en termes d'équilibre géodynamique (balance de Lane). Ils sont en outre à l'origine de la présence d'un **substrat alluvial** qui constitue l'habitat indispensable à de nombreux organismes composant les biocénoses aquatiques et ripicoles.

Aucune méthodologie n'a encore été développée à ce jour pour classer de manière simple l'intensité des apports solides à un cours d'eau. La méthode simplifiée que nous utilisons actuellement est basée sur l'analyse des photographies aériennes de l'Institut Géographique National (IGN), et notamment la BDOrtho au pixel 0,5 m (voir le chapitre « Outils d'une étude hydromorphologique »). Cette approche n'est que qualitative puisqu'elle s'intéresse uniquement à la cartographie des zones de stockage. Elle n'est présentée ici qu'à titre indicatif et mériterait un approfondissement pour être utilisable de manière normalisée.

Deux niveaux de précision peuvent être utilisés :

- soit une simple représentation par un point d'une macroforme alluviale (figures 39 et 40) ;
- soit une digitalisation plus précise des contours de ces masses alluviales, permettant de mieux quantifier les processus (superficie des macroformes, figure 41) .

Figure 39

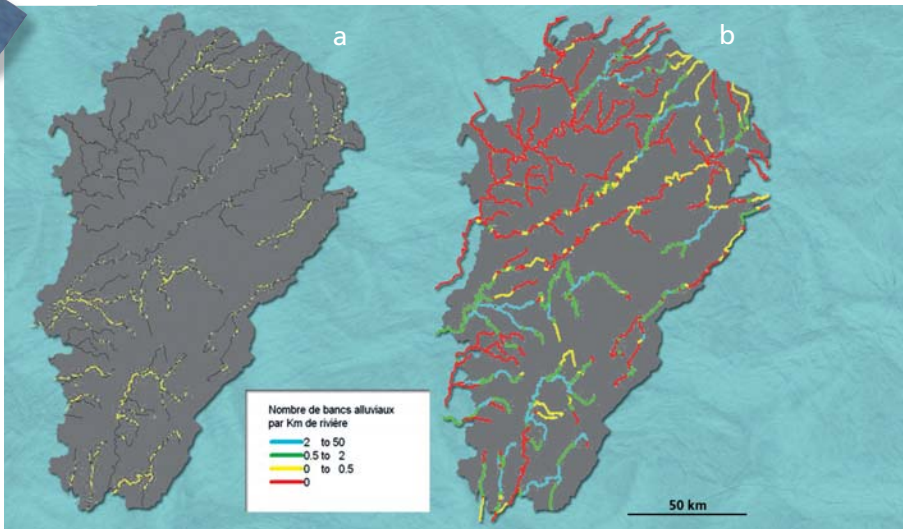


Franche-Comté. Exemples de localisation et de cartographie simplifiée sous SIG des bancs alluviaux visibles (in Malavoi et al., 2006). Chaque banc alluvial est simplement représenté par un point.

a-b- Fond BD ORTHO © 2001. © IGN 2010

Le résultat peut ensuite être présenté sur une carte synthétique permettant de distinguer les rivières en fonction de la densité des zones de stockage alluvial. On peut représenter l'information sous une forme brute (ci dessous, nombre de bancs par kilomètre de rivière), ou adimensionnalisée (nombre de bancs par unité de largeur du cours d'eau).

Figure 40



Exemple de cartographie de la densité kilométrique des bancs alluviaux exondés sur les rivières de Franche-Comté (Malavoi et al., 2006). (a) Levé « brut » des bancs sous forme de « points », (b) synthèse cartographique.

Figure 41



Exemple de digitalisation des bancs alluviaux (L'Armançon). Les chiffres en bleu sont les distances en km (PK) par rapport à la confluence avec l'Yonne. (Malavoi et Hydratec, 2007).

Fond BD ORTHO © 2002. © IGN 2010

Trois biais entachent cependant cette méthode d'une incertitude notable concernant l'évaluation du transport solide réel des cours d'eau :

- le débit lors des prises de vue de l'IGN, qui, s'il est élevé, peut masquer la présence de bancs alluviaux et, s'il est très bas, peut exagérer leur densité. Il faudrait, dans l'absolu, réaliser cette étude pour un débit équivalent sur tous les cours d'eau (débit moyen mensuel sec interannuel par exemple). La confrontation de la date de la prise de vue et des données hydrologiques disponibles à l'échelle du secteur d'étude permet cependant de lever une grande partie de l'incertitude ;
- la présence de la végétation riveraine qui masque parfois tout ou partie du cours d'eau. La méthode fonctionne bien dans les tronçons où les ripisylves ont été supprimées... Ce biais peut avoir des incidences sur le transport solide observé qui risque d'être fortement sous-estimé dans les tronçons où le chenal est masqué ;
- la présence de remous de seuils ou barrages, qui peuvent eux aussi masquer des bancs existants, mais ces derniers sont alors submergés (à noter que les sédiments sont aussi en grande partie piégés jusqu'à la réalisation d'un profil d'équilibre en arrière de l'obstacle).

NB Des mesures complémentaires de terrain peuvent s'avérer nécessaires pour compléter ces données en fonction des besoins de l'étude (par exemple : volume/épaisseur/granulométrie des bancs alluviaux dans le cas d'une étude visant à mieux cerner le transport solide du cours d'eau).

Proposition de typologie géodynamique simplifiée

Sur la base de ces trois variables et malgré les imperfections qui subsistent quant à leur mesure, il semble possible de proposer une typologie géodynamique simplifiée, qui pourrait être mise en œuvre à l'échelle nationale ou renseignée progressivement dans le cadre d'études ponctuelles (contrats de rivières, Sage, etc.) :

- puissance spécifique - ω ;
- érodabilité potentielle naturelle des berges (abstraction faite des protections éventuellement existantes) - B ;
- apports solides - A.

Tableau 3

Les 4 classes des variables permettant de discriminer la réactivité géodynamique des cours d'eau.

	1	2	3	4
Puissance spécifique - ω	< 10 W/m ²	10 - 30 W/m ²	30 - 100 W/m ²	> 100 W/m ²
Erodabilité des berges - B	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Apports solides - A	Nuls	Faibles	Moyens	Forts

Ainsi, pour le type $\omega_4/B_3/A_3$ (à forte puissance spécifique, apports solides et érodabilité des berges moyens), le cours d'eau est probablement très réactif et les travaux de restauration qui pourraient y être réalisés seraient efficaces et avec des résultats positifs rapides. A l'inverse, un type $\omega_1/B_2/A_1$ (très faible puissance, érodabilité des berges faible et apports solides nuls) est peu dynamique, plus sensible aux altérations hydromorphologiques, plus difficile à restaurer.