Les seuils méandrage/tressage

Depuis de nombreuses années, les géomorphologues essaient de comprendre pourquoi certaines rivières méandrent tandis que d'autres tressent et **surtout quels seuils de modification des variables de contrôle peuvent, s'ils sont atteints ou dépassés, entraîner le basculement, plus ou moins durable, d'un style vers un autre.** Nous venons en effet de voir que des métamorphoses fluviales majeures et durables pouvaient se produire, parfois à l'échelle de quelques décennies.

Or, on ne gère pas du tout de la même façon un cours d'eau en tresses et un cours d'eau sinueux ou méandriforme.

Par exemple, la construction d'un pont sur une rivière en tresses, à débit morphogène équivalent, nécessite généralement un ouvrage d'une portée *a minima* 5 à 10 fois plus longue que pour un lit unique et sinueux (15 fois supérieure dans l'exemple ci-dessous).

Figure 137

Exemple de la problématique des ouvrages de franchissement sur les rivières en tresses. Sur cette rivière de Nouvelle-Zélande, à partir de son entrée dans la plaine orientale où se développe un tressage intense, on ne trouve qu'un pont sur 60 km et d'une longueur 15 fois supérieure à celle du dernier pont en amont !

Ces rivières étant, de plus, soumises à des risques d'avulsion, il est nécessaire de conforter de manière importante les culées des ouvrages pour éviter leur contournement, ce qui n'est pas toujours possible (figure ci-dessous).

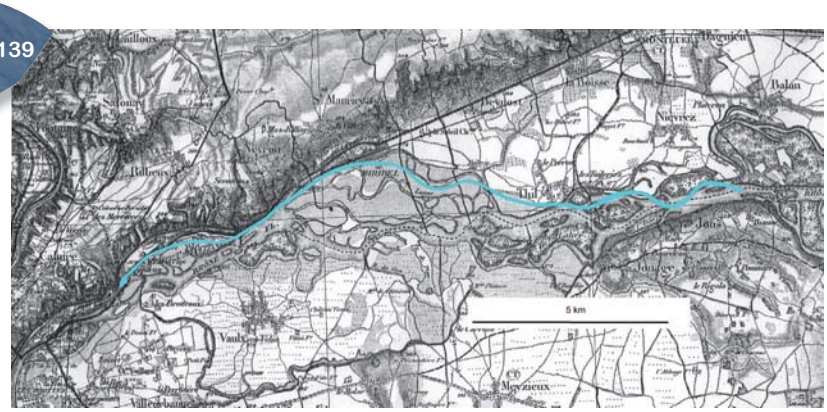
Figure 138

© V. J. Musi

Avulsion locale du rio Choluteca (Honduras) lors de la crue cyclonique de 1998 (ouragan Mitch). Le pont venait juste d'être inauguré…

La navigation sur une rivière en tresses est moins aisée que sur une rivière à méandres du fait des faibles hauteurs d'eau et des changements fréquents de tracé du chenal principal. Il faut donc, soit curer régulièrement un chenal désigné comme chenal de navigation, soit baliser après chaque crue le chenal le plus propice à la navigation, soit doubler le lit naturel par un canal navigable, soit fermer le lit de tressage et creuser un canal à la place (c'est l'option qui a été retenue sur le Rhône en amont de Lyon à la fin du XIX^{e} siècle pour garantir une navigabilité permanente aux bateliers, figure ci-après).

Figure 139



Fond carte d'Etat Major. © IGN 2010

Creusement du Canal de Miribel à la fin du XIX^e (en bleu) pour garantir la navigabilité du Rhône en tresses en amont de Lyon.

Les expérimentations sur modèle réduit

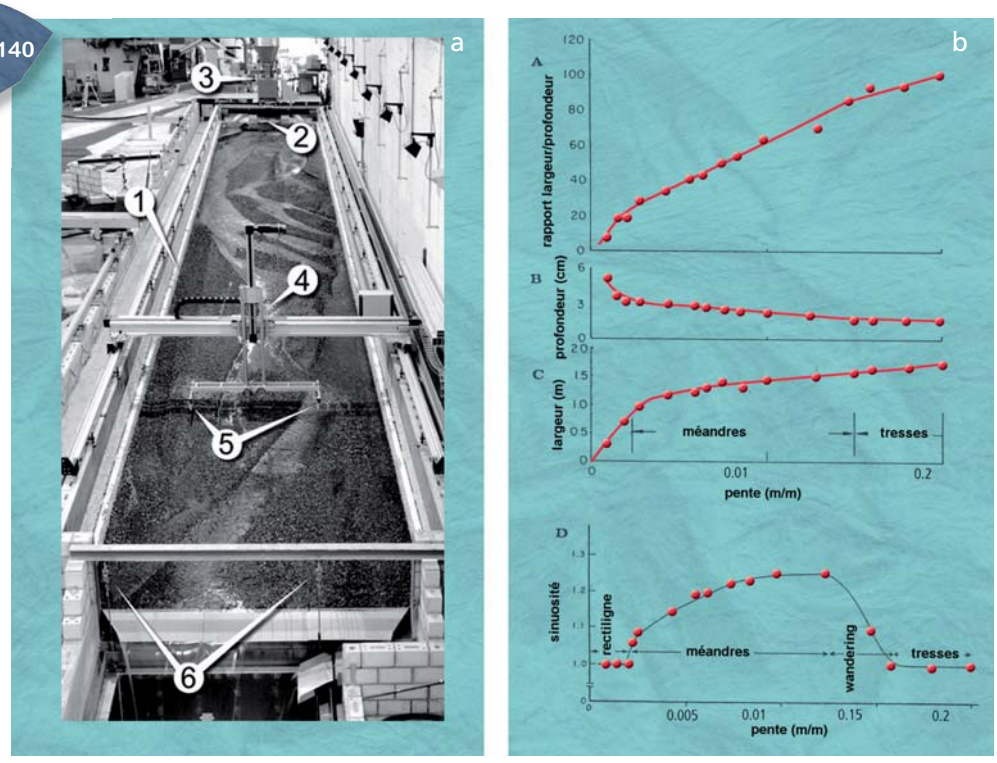
L'une des principales approches permettant de mieux cerner les processus conduisant au méandrage ou au tressage est l'expérimentation sur modèle réduit, qui permet de s'affranchir des aléas de l'hydrologie et des difficultés de mesure sur le terrain.

De très nombreuses études ont été réalisées en ce sens dès les années 40. Parmi les expérimentations les plus intéressantes, on peut citer les études de Schumm et Khan (1971 et 1972).

La première série de figures (figure 140b, A à D) montre l'évolution de divers paramètres géométriques en travers et en plan sous l'effet de modifications de la pente du cours d'eau expérimental (paramètre de contrôle).

Passé un seuil assez net en tout début d'expérience où la pente, très faible, donne un tracé rectiligne, on observe ensuite des évolutions plus ou moins graduelles de certains paramètres, comme la profondeur, la largeur et le rapport des deux. On voit par contre la sinuosité augmenter progressivement (dans des gammes faibles toutefois) puis brutalement chuter et passer au tressage.

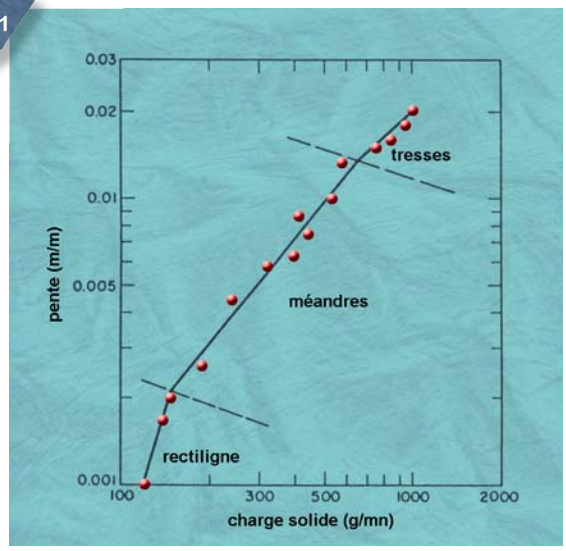
Figure 140



(a) Vue d'un modèle réduit expérimental (photo ETH Zurich) et (b) évolution des paramètres géométriques en travers et en plan sous l'effet de l'augmentation de la pente (slope) du chenal expérimental (Schumm et Khan, 1971).

La figure ci-dessous montre, inversement, l'évolution de la pente du lit et du style fluvial sous l'effet de l'injection progressive d'une quantité de plus en plus forte de sédiments. On observe bien le passage progressif au tressage, concomitant d'une augmentation de la pente sous l'effet de l'augmentation de la charge alluviale.

Figure 141



Evolution de la pente et du style fluvial sous l'effet de l'augmentation de la charge sédimentaire (Schumm et Khan, 1971).

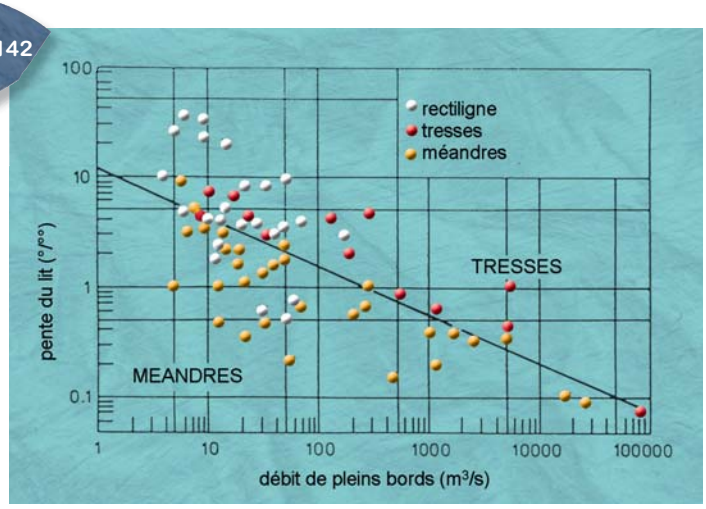
Mesures de terrain

Indépendamment de ces recherches expérimentales, de nombreux auteurs ont tenté, à partir de mesures de terrain, d'identifier des seuils discriminants entre les deux styles majeurs.

Les pionniers, comme Lane (1957) et Leopold et Wolman (1957), ont surtout travaillé sur des variables faciles d'accès comme la pente du cours d'eau et le débit de pleins bords.

Sur la figure ci-dessou la droite discriminant les cours d'eau en tresses et les cours d'eau à méandres est $S = 13Qpb^{-044}$ (avec S en °/°° et Qpb en m³/s). Cette première approche, bien qu'intéressante, est entachée d'un biais important lié au fait que les variables étudiées sont des variables de réponse et reflètent déjà un ajustement.

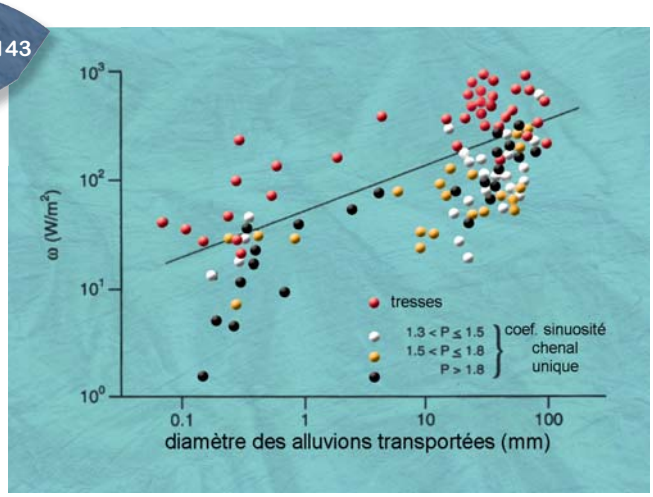
Figure 142



La droite discriminant les rivières en tresses des rivières à méandres sur la base du rapport pente du lit/débit de pleins bords (Léopold et Wolman, 1957).

Des études plus récentes ont tenté d'améliorer l'analyse en ajoutant une variable majeure : la nature des alluvions transportées. La pente et le débit sont ainsi réduits en une variable synthétique, la puissance spécifique (ω), et le diamètre médian des sédiments est ajouté. La droite discriminante est ici : $\omega = 900D50^{0.42}$ (Van den Berg, 1995).

Figure 143



Un exemple d'identification d'un « seuil » méandrage/tressage (Van den Berg, 1995. P est le coefficient de sinuosité).

La figure 143 permet de bien visualiser le fait que l'on peut observer des rivières en tresses aussi bien dans des gammes de faibles puissances, mais avec de petites granulométries, que dans des gammes de forte puissance (plus de 100 W/m²), mais dans des granulométries plus grossières.

Ces diverses approches, toujours en cours de développement scientifique, sont particulièrement intéressantes pour identifier les cours d'eau qui sont en « limite de seuil ». Sur ces derniers, en effet, la moindre modification de puissance, de granulométrie ou de toute autre variable de contrôle importante, peut se traduire par un changement, parfois brutal, de style fluvial, avec toutes les conséquences que cela implique en termes de gestion.