

L'influence des formations végétales dans la stabilité mécanique des rives

par Nicolas DEBIAIS

Un des rôles de la végétation des bords de cours d'eau est celui de maintien des berges. Cependant, cette fonction est à nuancer suivant les formations végétales concernées (herbacées, ligneux...) et la plus ou moins grande souplesse des tiges, l'effet peut alors être tout aussi néfaste pour les rives.

Mises à part les situations apicales montagnardes et alpines, ou alors en traversée sur des bancs rocheux ou sur des éboulis de pentes, les cours d'eau ne possèdent pas a priori, naturellement, de structure à base de blocs de roche. Au contraire, selon les cas, une végétation typique se développe sur des substrats particuliers, du centre du lit mineur jusqu'aux abords du lit majeur (Cf. Fig. 1). Régie par la qualité des sols, par des conditions hydriques et hydrauliques particulières liées à la nature du cours d'eau, les formations végétales indigènes qui s'implantent naturellement se distribuent en séries plus ou moins bien marquées, influencées également par des paramètres climatiques subtils, par des facteurs pédologiques variés et par des interactions biotiques.

De manière synthétique, c'est le degré de tolérance des plantes à un niveau d'hydromorphie plus ou moins élevé qui induit essentiellement cette répartition en séries.

Compte tenu d'un environnement physique assez hostile, les plantes aquatiques et rivulaires composant ces formations végétales ont donc dû développer, du moins pour la plupart, des systèmes racinaires hautement performants, constituant ainsi des modèles de stabilisation (LACHAT, 1995, 1998).

Les ripisylves méditerranéennes

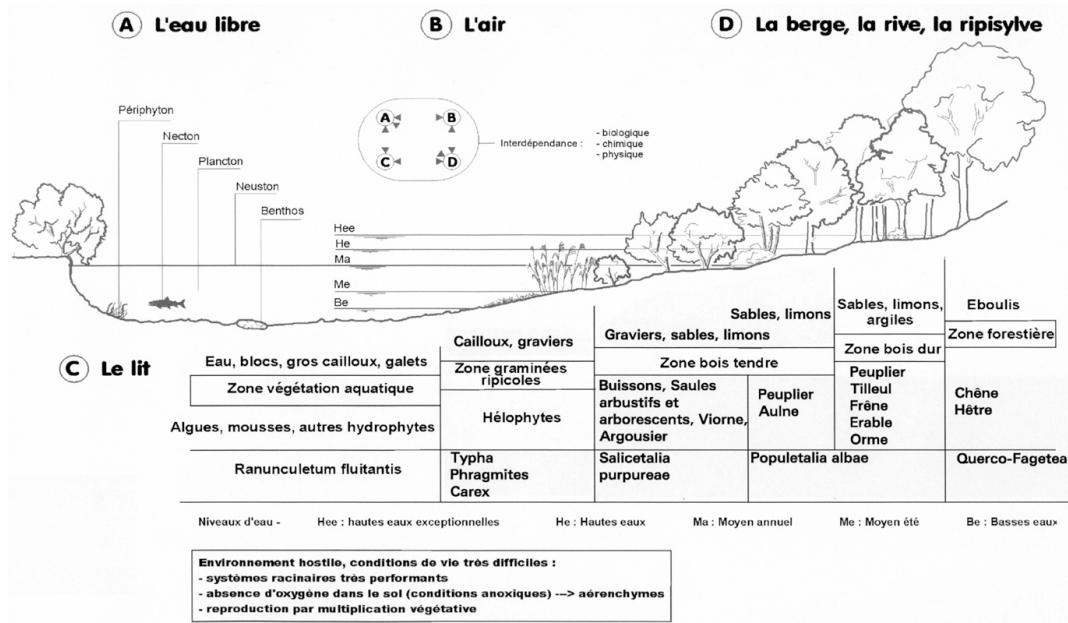


Fig. 1 :
Exemple schématique de l'implantation en série des formations végétales riveraines en région méditerranéenne (Sud-Est de la France).

Nom Latin	Nom vernaculaire	Développement des racines	Développement des tiges externes
Graminées			
<i>Agrostis stolonifera</i>	Agrostide stolonifère	30 cm	10-70 cm
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante	50 cm	30-50 cm
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Canche gazonnante	100 cm	30-80 cm
<i>Festuca arundinacea</i>	Fétuque élevée	jusqu'à 250 cm	60-150 cm
<i>Festuca ovina</i>	Fétuque ovine	50 cm	15-40 cm
<i>Lolium perenne</i>	Ray-grass anglais	jusqu'à 120 cm	30-70 cm
<i>Poa pratensis</i>	Pâturen des prés	jusqu'à 70 cm	15-90 cm
Légumineuses			
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé	jusqu'à 100 cm	5-60 cm
<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	10-30 cm	10-60 cm
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparrette	100-400 cm	10-70 cm
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc	70 cm	10-50 cm
Autres plantes			
<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille	10-90 cm	15-70 cm
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	60 cm	5-50 cm

Tab. I (ci-contre) :
Caractéristiques physiques de quelques herbacées (d'après Schiecht, 1973)

Qu'il s'agisse en effet des essences herbacées ou ligneuses indigènes et typiques des milieux ripicoles, il est généralement possible d'observer pour chacune d'entre elles des réseaux racinaires ou rhizomes particulièrement développés et efficaces en terme de fixation des sols tant en profondeur qu'en surface. Leurs racines créent un maillage biologique qui piège les particules minérales et augmente la cohésion des sols face aux différents facteurs naturels d'érosion (pluie, ruissellement, énergie hydraulique développée par le cours d'eau, etc.). Ainsi, l'exemple déjà maintes fois développé de la Fétuque faux roseau (*Festuca arundinacea*) dont le développement de racines peut atteindre 250 cm de profondeur (Cf. Tab. I et Photos 1).

Nom vernaculaire	Nom Latin	Ratio
Viorne lantane	<i>Viburnum lantana</i>	2.3
Saule drapé	<i>Salix elaeagnos</i>	1.8
Frêne oxyphylle	<i>Fraxinus angustifolia</i>	1.5
Saule pourpre	<i>Salix purpurea</i>	1.5
Troène vulgaire	<i>Ligustrum vulgare</i>	1.2
Argousier	<i>Hippophae rhamnoides</i>	1.0
Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>	0.7
Epine-vinette	<i>Berberis vulgaris</i>	0.6
Saule blanc	<i>Salix alba</i>	0.5
Peuplier blanc	<i>Populus alba</i>	0.5
Peuplier noir	<i>Populus nigra</i>	0.4
Cultivars de peupliers	<i>Populus x sp.</i>	0.4 (ou -)
[...]		

Tab. II (ci-contre) :
Ratio ou rapport volume racines / volume tiges externes chez quelques espèces ligneuses pionnières et spontanées en région méditerranéenne (d'après Lachat, 1998 ; Schiecht, 1973)

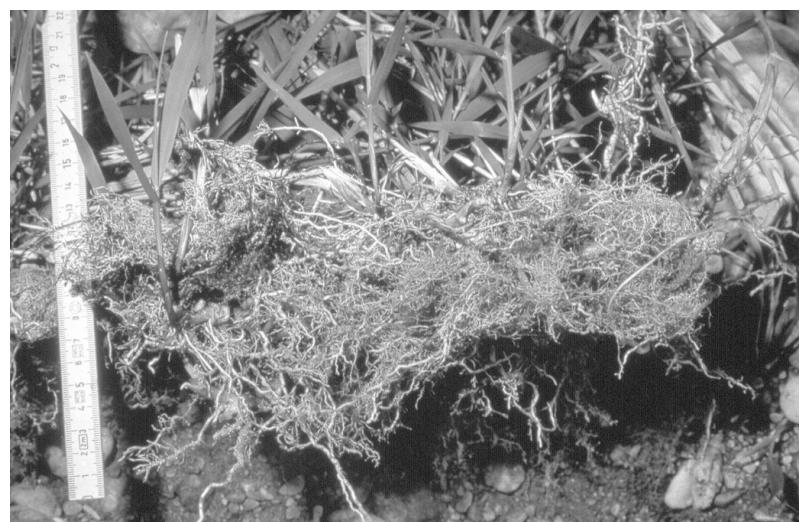
Tout aussi importants que les qualités individuelles des systèmes racinaires de chaque plante, sont le rapport entre le volume des racines et celui des tiges externes (Cf. Tab. II), l'association et la distribution de ces plantes sur les talus riverains, l'occupation complémentaire de la rhizosphère par leurs organes sous-terrains, ainsi que le rôle des parties aériennes des végétaux ripicoles en terme de dissipation de l'énergie hydraulique. Au delà des essences herbacées qui, par leur densité au sol, forment un tapis protecteur contre les effets du ruissellement, les tiges externes des végétaux réduisent significativement, et notamment en temps de crue, la vitesse des courants au contact du sol puis, de ce fait, leurs capacités érosives. Contrairement à la végétation arborescente, les végétaux arbustifs et buissonnants, par les « peignes » denses que forment leurs entrelacs de tiges aériennes, opposent une résistance souple et efficace, qui limite remous et turbulences souvent néfastes à la tenue mécanique des rives (Cf. Photos 2, page suivante).

Si les formations végétales riveraines typiques des milieux alluviaux sont capables de jouer des rôles positifs, et de manière significative, en terme de maintien de berges puis de protection contre l'érosion et les effets du ruissellement, les connaissances et expériences récentes ont prouvé :

- que cette influence pouvait être fort variée selon les différentes formes de végétation (plantes herbacées/végétation buissonnante et arbustive/ végétation ligneuse arborée) ;

- que le port et la plus ou moins grande souplesse des parties aériennes des végétaux pouvaient cependant avoir un impact regrettable sur la tenue à long terme desdits végétaux en rive et leur capacité à résister aux courants lors de phénomènes de crue (effet alors de fragilisation des berges).

Concernant ainsi les végétaux ligneux arborés, il est vrai que tout arbre ou souche d'arbre d'important diamètre et dépourvu de végétation périphérique, situé au sein du gabarit d'écoulement, voire en surplomb dans la section du cours d'eau, peut être à l'origine de turbulences susceptibles d'activer les processus d'érosion (Cf. Photos 3). En outre, il est vrai que les sujets de haut port, installés au sein du lit mineur ou sur des talus de forte pente, sont capables, lorsqu'ils sont régulièrement sollicités (crues, vents,



Photos 1 :

De haut en bas : exemples de systèmes racinaires développés par l'Agrostide stolonifère (*Agrostis stolonifera*), la Baldingère (*Phalaris arundinacea*), et l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*).



Photos 2 :

Les formations végétales riveraines, lorsqu'elles sont notamment dominées par les essences herbacées et buissonnantes en parties basse et médiane des talus riverains sont capables de jouer un rôle de protection souple.

Les massifs de saules arbustifs peuvent ainsi résister à d'importantes crues et à des forces d'arrachement souvent bien supérieures à 300N/m^2 .

etc.), de provoquer un effet « bras de levier » engendrant à terme le déchaussement du sujet et l'arrachement d'une partie de la berge.

Sous climat méditerranéen, dans un contexte où les remaniements périodiques des sédiments lors des crues sont entrecoupés de longues périodes de stabilité durant lesquelles la végétation alluviale peut aisément coloniser de nouvelles surfaces et envahir rapidement le lit mineur, les jeunes formations ligneuses, buissonnantes et arbustives, peuvent engendrer un plus ou moins fort encombrement du gabarit hydraulique et favoriser, par leur rôle alors d'obstacle aux courants, une mobilité accrue de la section d'écoulement. Il reste que, de manière générale, les perturbations hydrauliques engendrées par les formations végétales riveraines sont d'autant plus effectives lorsqu'il s'agit de cours d'eau de petit gabarit.

S'il a été choisi au sein de ces paragraphes de souligner les qualités d'adaptation des végétaux indigènes aux contraintes notamment hydrauliques s'exerçant aux dépens des milieux riverains, il est incontournable de rappeler qu'il existe, en outre, dans toute l'Europe et ailleurs des essences végétales originaires d'autres continents. Introduites accidentellement ou volontairement par l'homme à des fins ornementales voire économique, certaines de ces essences possèdent malheureusement la fâcheuse particularité de se propager rapidement jusqu'à devenir subspontanées et, finalement, envahir les milieux naturels (les cours d'eau facilitant non seulement leur diffusion par l'effet corridor de leurs habitats, mais aussi par l'importance des surfaces pionnières qu'ils abritent). Leur propagation en bordure de cours d'eau est alarmante à plus d'un titre : outre leur développement souvent exubérant, elles représentent des concurrents imbattables face à la flore indigène qui progressivement s'étoile et meurt ; puis, de par la structure de leurs organes aériens et souterrains, leur pouvoir de protection et de stabilisation des sols est généralement mauvais.

Les abords de cours d'eau sous climat méditerranéen n'échappent malheureusement pas à cet envahissement, les formations végétales pionnières abondantes sous ces latitudes demeurant des milieux bien plus sensibles au caractère invasif des xéno-



Photos 3 :

Dépourvus de végétation périphérique et positionnés de manière malencontreuse au sein du lit, certains sujets ligneux sont capables d'accélérer les processus d'érosion et de se déchausser aisément, surtout lorsqu'ils possèdent de faibles capacités d'enracinement (cas des cultivars de peupliers qui, en se déchaussant, créent souvent de larges encoches d'érosion en rive).



phytes que les structures végétales mûres. Ainsi, et parmi d'autres, est-il possible de citer la prolifération d'essences ligneuses telles que le Buddleja de David (*Buddleja davidii*), le Robinier faux acacia (*Robinia pseudo-acacia*), l'Ailante (*Ailanthus altissima*), l'Erable negundo (*Acer negundo*), les cultivars de peupliers (*Populus* sp.) ou, pour ce qui est des essences herbacées, les Renouées du Japon et de Sachaline (*Fallopia japonica*, *F. sachalinense*), ainsi que leurs hybrides (*F. x bohemica*), Cf. Photos 4.

Au bout du compte, on distingue donc par ce qui précède que pour que les formations végétales des milieux alluviaux aient un rôle largement positif dans la stabilité mécanique

des rives, il convient souvent, et uniquement lorsque les enjeux le nécessitent, d'en maîtriser notamment la densité, la hauteur et la répartition spatiale, en privilégiant notamment le développement de formations buissonnantes et arbustives en partie inférieure des talus riverains et en limitant la présence d'éventuels sujets arborés présentant des risques de déchaussement ou espèces au caractère invasif avéré. Il reste que les végétaux et leurs caractéristiques physiologiques ne sont pas les seuls éléments participant à la plus ou moindre tenue mécanique des rives (la qualité des substrats, leur plus ou moins forte cohésion, le profil de pente des talus riverains, etc., demeurant des facteurs tout aussi essentiels), et que les processus

Nicolas DEBIAIS
Ingénieur d'études
et responsable
d'activités
BIOTEC Biologie
appliquée sarl,
65-67 cours de la
Liberté 69003 Lyon
Tel : 04.78.14.06.06
Fax : 04.78.14.06.07

Courriel :
biotec@biotec.fr

d'érosion/sédimentation demeurent, quoiqu'il advienne, un véritable moteur écologique pour les cours d'eau, ayant pour effet de créer, détruire, recréer, une diversité de milieux dont la grande richesse tient justement à leur fréquence de régénération et à leur assemblage sous forme de mosaïque.

N.D.

Photos 4 :
Renouées du Japon
et de Sachaline
(*Fallopia japonica*, *F. sachalinensis*) ci-contre,
Buddleja de David
(*Buddleja davidii*)
ci-dessous,
Erable negundo
(*Acer negundo*)
en bas à droite,
sont autant d'espèces au
pouvoir certes différencié
mais élevé d'expansion,
à l'origine d'un
bouleversement des
structures de végétation
des milieux alluviaux et,
par là-même,
des fonctions
généralement associées
aux formations végétales
riveraines.



Bibliographie

Lachat B., 1995. – Confortement des berges et génie végétal. Les Cahiers du Conservatoire n°2 « Berge & Ripisylve », Conservatoire Régional des rives de la Loire et de ses affluents : 49-55.

Lachat B., 1998. – Conserver, aménager, revitaliser les cours d'eau avec une logique naturelle. Annales de Limnologie. 34 (2) : 227-24.

Maridet L. 1995. – Rôle des formations végétales riveraines. Recommandations pour une gestion régionalisée. CEMAGREF, Groupement de Lyon. 69 p.

Schiechtl H.M. 1973 – Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Grundlagen Lebende Baustoffe Methoden. Verlag Goerg. D.W. Callwey, München : 244 p.



Résumé

Mises à part les situations apicales montagnardes et alpines, ou alors la traversée sur des bancs rocheux ou sur des éboulis de pentes, les cours d'eau ne possèdent pas, naturellement, de structure à base de blocs de roche. Au contraire, selon les cas, une végétation typique se développe sur des substrats particuliers, du centre du lit mineur jusqu'au bord du lit majeur. Régie par la qualité des sols, par des conditions hydriques et hydrauliques particulières liées à la nature du cours d'eau, les formations végétales indigènes qui s'implantent naturellement se distribuent en séries plus ou moins bien marquées, influencées également par des paramètres climatiques subtils, par des facteurs pédologiques variés et par des interactions biotiques. Compte tenu d'un environnement physique assez hostile, ces plantes aquatiques et rivulaires ont dû développer, du moins pour la plupart, des systèmes racinaires hautement performants, constituant ainsi des modèles de stabilisation.

Si cependant il est aisément de démontrer que les formations végétales riveraines indigènes sont capables de jouer des rôles positifs, et de manière significative, en terme de maintien de berges puis de protection contre l'érosion et les effets du ruissellement, les connaissances et expériences récentes ont prouvé :

- que cette influence pouvait être fort variée selon les différentes formes de végétation (plantes herbacées/végétation buissonnante et arbustive/ végétation ligneuse arborée) ;
- que le port et la plus ou moins grande souplesse des parties aériennes des végétaux pouvaient cependant avoir un impact regrettable sur la tenue à long terme desdits végétaux en rive et leur capacité à résister aux courants lors des crues (effet alors de fragilisation des berges).

Il existe, en outre, dans toute l'Europe des essences végétales originaires d'autres continents. Introduites accidentellement ou volontairement par l'homme à des fins ornementales voire économiques, certaines de ces essences possèdent malheureusement la fâcheuse particularité de se propager rapidement jusqu'à devenir subspontanées et, finalement, envahir les milieux naturels (les bords de cours d'eau facilitent d'ailleurs leur diffusion par l'effet corridor de leur habitat). Leur propagation en bordure de cours d'eau est alarmante à plus d'un titre :

- outre leur développement souvent exubérant, elles représentent des concurrents imbattables face à la flore indigène qui progressivement s'étoile et meurt ;
- de par la structure de leurs organes aériens et souterrains, leur pouvoir de protection et de stabilisation des sols est généralement mauvais (cas des cultivars de peupliers, robinier faux-acacia, Renouées du Japon et de Sachaline, etc...).

Summary

The influence of vegetation formations on the mechanical stability of riverbanks

Watercourses, apart from those located high up in mountain or alpine situations or where they cross bedrock or hillside rubble, do not naturally exhibit structures formed of blocks of rock. Quite the contrary : depending on each case, a particular plant cover grows on a particular ground substrate, from the main channel outward to the bankfull or overspill zones. Native vegetation formations, governed by the quality of the soils, by the presence of water and the hydraulic conditions, self-seed themselves naturally, spreading out in a more or less well-defined series, the whole also influenced by subtle climatic and varied pedological factors, as well as by biotic interaction. Given the fairly hostile physical environment, this aquatic and riverine flora has had to develop highly efficient root systems which represent models for stabilisation.

Nevertheless, though it is easy to show that native riverine plant formations can play a positive, significant role in maintaining banks and in safeguarding against erosion and the effects of surface run-off, recent experiments and knowledge have proved that :

- this influence can vary considerably depending on the different forms of vegetation (herbaceous plants/shrub and bush cover/woody tree growth),

- the habit along with the more or less flexible nature of the above-ground growth can have an undesirable impact on the long-term establishment of the specific vegetation on the banks as well as on the banks' capacity to resist streamflow when flooding occurs (thus, fragilised banks),
There also exist throughout Europe plant species originating on other continents. Introduced accidentally or on purpose by man for ornamental or economic purposes, some of these species have the unfortunate ability for rapid self-propagation to the point where they have become semi-native and now invade natural environments (the sides of watercourses facilitate their spread by acting as corridors for their dissemination). Their propagation along watercourses is worrying for different reasons :
- as well as often displaying very strong growth, they represent unassailable competition for the native flora which progressively loses ground and dies out,
- on account of the structure of their under- and above-ground parts, their ability to protect and stabilise soils is generally poor (this holds for cultivars of poplar, *Robinia pseudoacacia* ...).

Riassunto

L'influenza delle formazioni vegetali nella stabilità meccanica delle sponde

Messe da parte le situazioni apicali di montagna e delle alpi, o allora la traversata su banchi rocciosi o su frane di pendii, i corsi d'acqua non possiedono, naturalmente, struttura a base di blocchi di roccia. Al contrario secondo i casi, una vegetazione tipica si sviluppa su sostratti particolari, dal centro del letto minore fino al bordo del letto maggiore. Rette dalla qualità del suolo, dalle condizioni idriche e idrauliche particolari legate alla natura del corso d'acqua, le formazioni indigene che s'impianzano naturalmente si ripartiscono in serie più o meno bene segnate, influenzate anche da parametri climatici sottili, da fattori pedologici vari e da interazioni biotiche. Conto tenuto di un ambiente fisico abbastanza ostile, queste piate acquatiche e riparie hanno dovuto svilupparsi, almeno per la maggior parte, con sistemi di radici altamente poderosi, costituendo così modelli di stabilizzazione.

Se tuttavia è agevole de dimostrare che le formazioni vegetali rivierasche indigene sono capace di tenere parti positive, e di modo significativo, in termine di mantenimento delle sponde poi di protezione contro l'erosione e gli effetti dello scroscio, le conoscenze e le esperienze recenti hanno dimostrato :

- che questa influenza poteva essere molta varia secondo le diverse forme di vegetazione (piante erbacee / vegetazione cespugliosa e arbustiva / vegetazione legnosa alberata) ;
- che il contegno e la pieghevolezza più o meno grande delle parti aeree dei vegetali potevano tuttavia avere un impatto spiacevole sulla tenuta a termine lungo dei così detti vegetali in riva e la loro capacità a resistere ai correnti durante le piene (effetto che provoca la fragilità delle sponde).

Esistono, inoltre, in tutta l'Europa essenze vegetali originarie d'altri continenti. Introdotte accidentalmente o volontariamente dall'uomo allo scopo ornamentale anzi economico, alcune di queste essenze possiedono sfortunatamente la spiacevole particolarità di propagarsi con velocità fino a diventare spontanee e finalmente, invadere gli ambienti naturali (le rive dei corsi d'acqua facilitano d'altronde la loro diffusione coll'effetto di corridoio del loro habitat). La loro propagazione sul bordo di certi corsi d'acqua è allarmante per più di un titolo :

- oltre il loro sviluppo spesso esuberante, rappresentano concorrenti imbattibili di fronte alla flora indigena che progressivamente s'imbozzacchisce e muore ;
- dalla struttura dei loro organi aerei e sotterranei, il loro potere di protezione e di stabilizzazione dei suoli è generalmente cattivo (caso dei coltivari di pioppi, robinie, poligono del Giappone e di Sakhaline, ecc...).