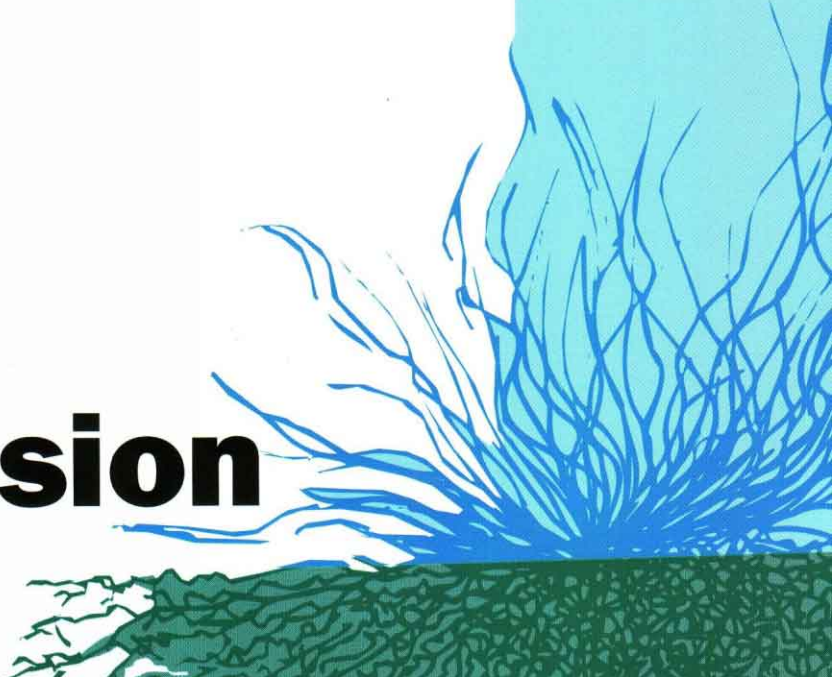


# conclusion



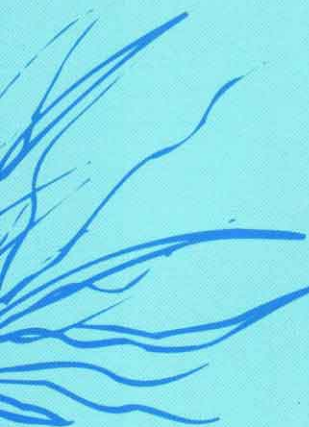
Si le guide a pour but de procurer une démarche et de nouvelles notions sur le \*génie végétal, il n'a pas la prétention de donner une solution à tous les problèmes. Il paraît donc essentiel de préciser, en conclusion, que ce guide doit être utilisé de manière intelligente et réfléchie. L'utilisation de ces techniques (et d'autres) doit se faire progressivement dans l'espace et le temps :

- pour éviter des erreurs graves ;
- pour limiter le risque d'homogénéisation des berges par l'utilisation systématique d'un procédé ;
- pour comprendre les réactions réciproques du cours d'eau et de l'ouvrage.

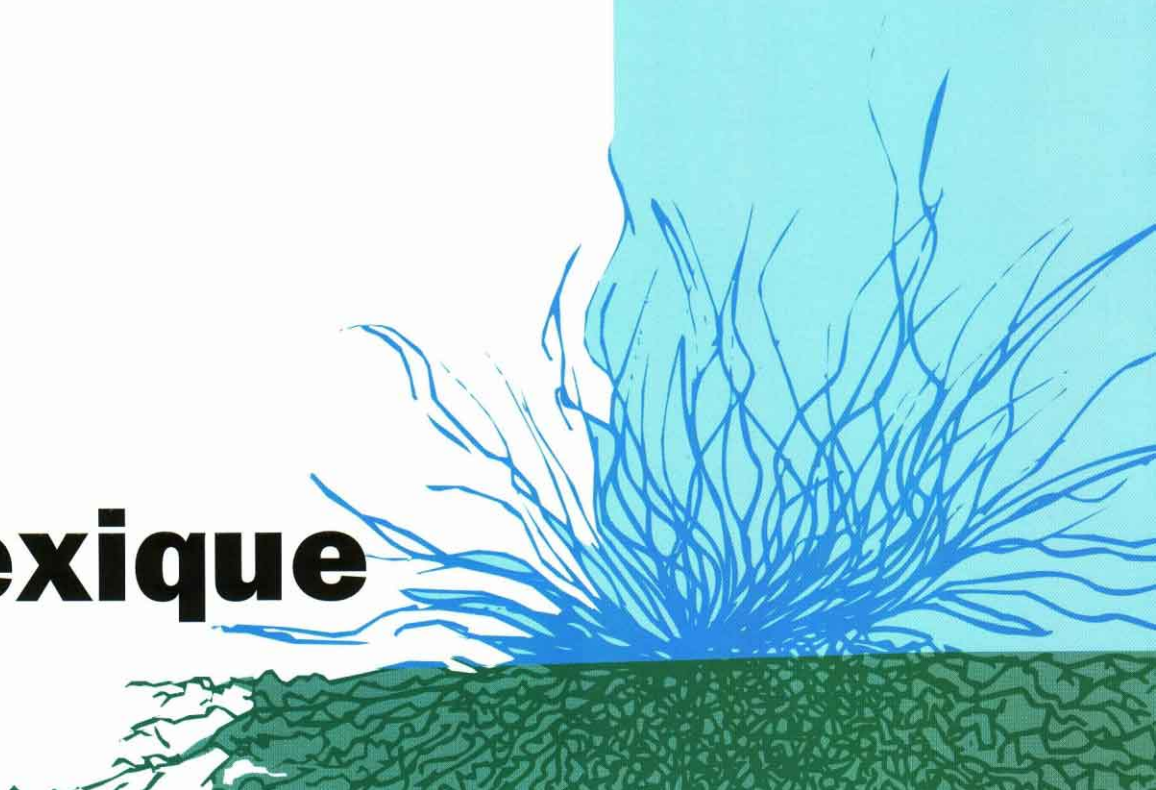
S'accorder les moyens d'essayer sur de petits tronçons constitue aussi un gage de succès futur si l'analyse d'un échec toujours possible est objective. Beaucoup d'essais farfelus ont vu le jour ici et là, sciemment ou inconsciemment réalisés, qui

auraient pu discréditer les techniques végétales. Un échec ne veut pas dire qu'il faut délaisser les techniques végétales, sinon beaucoup d'autres techniques habituelles du génie civil auraient souvent aussi été abandonnées ! Avec les végétaux il faut de la patience, il faut bien doser les différents facteurs et le résultat, même s'il se fait un peu attendre, finit toujours par réjouir son créateur. Car c'est cela aussi les techniques végétales : de la création qui évolue, en répondant de mieux en mieux à ses objectifs.

Il ne faut toutefois pas oublier que les interventions, même celles réalisées en génie végétal, ne doivent pas se généraliser à la moindre érosion constatée. Si les enjeux économiques essentiels ne justifient pas la protection de terrains riverains ou d'ouvrages, ne pas intervenir, afin de laisser le cours d'eau trouver son équilibre dynamique propre, constitue aussi une solution envisageable.



**lexique**





**Abiotique** qui n'a pas trait à la vie. Désigne un \*facteur écologique, un phénomène ou un processus de nature physico-chimique donc indépendant des êtres vivants et non contrôlé par des paramètres biologiques.

**Actinomycètes** organismes unicellulaires dépourvus de noyau (bactéries p. ex.). Certains genres sont capables de synthétiser les nitrates ( $\text{NO}_3$ ) à partir de l'azote atmosphérique (pris dans l'air). Ils vivent en symbiose avec les végétaux au niveau des racines où ils constituent des \*nodosités.

**Acuminé** se terminant en pointe allongée et effilée.

**Affouillement** effondrement de berge ou de talus produit par érosion sous-jacente.

**Anthropique** dû à l'action directe ou indirecte de l'homme (p. ex. défrichement, plantations, drainage, etc.).

**Appétence (= appétabilité)** l'\*appétence d'une plante dépend de l'intensité avec laquelle l'animal la consomme.

**Aquifère** voir \*nappe phréatique.

**Association végétale** \*communauté végétale type reconnue et caractérisée par sa composition floristique relativement constante et principalement par ses espèces caractéristiques (voir \*phytosociologie, \*phytocénose).

**Atterrissement** amas de terres, de sables, de graviers, de galets apportés par les eaux.

**Bassin versant** aire considérée à partir de l'exutoire, limitée par le contour à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux précipitées qui s'écoulent en surface et en souterrain vers la sortie.

**Biocénose (ou biocénose)** constituée par la totalité des organismes vivants qui occupent un \*écosystème donné. Ce terme remplace souvent celui de "peuplement" ou de "\*communauté". La \*biocénose qui évolue et se modifie dans le temps est composée de trois groupes d'organismes :

- les \*producteurs (ou végétaux chlorophylliens, autotrophes) ;
- les \*consommateurs (ou animaux) ;
- les \*décomposeurs (ou micro-organismes hétérotrophes et champignons).

**Biotique** qui est propre à la vie. Les facteurs \*biotiques représentent l'ensemble des \*facteurs écologiques liés aux organismes vivants qu'il s'agisse d'action sur le milieu (\*abiotique) ou sur les autres organismes.

**Biotope** composante non vivante (\*abiotique) de l'\*écosystème constituée uniquement par ses dimensions physico-chimiques et spatiales. Il correspond, en \*écologie végétale, à la notion de station.

**Cinquantennale** terme désignant la périodicité de retour d'une crue de cinquante ans, notée  $Q_{50}$  ; identique pour quinquennale, décennale, trentennale, centennale, etc.

**Communauté** ensemble d'individus appartenant à plusieurs espèces, vivant à un endroit donné, à un moment donné. Identique à la \*biocénose.

**Consommateurs** ensemble des animaux qui se nourrissent de végétaux ou d'animaux.

**Cultivar** terme désignant une variété de plante cultivée.

**Décomposeurs** ensemble des organismes qui dégradent la matière organique morte et libèrent les éléments minéraux. Essentiellement des micro-organismes (= bioréducteur).

**Dégrappage** action d'enlever la couche superficielle d'un sol.

**Désoxygénant** qui enlève tout ou partie de l'oxygène contenu dans une substance.

**Dicotylédones** végétaux dont l'embryon est pourvu de 2 cotylédons et les feuilles sont à nervures non parallèles au pétiole.

**Dagger** couche géologique située dans la partie moyenne du système jurassique.



**Dragéon** rejet ou pousse qui naît sur la racine d'une plante vivace.

**Ecologie** science qui étudie les relations réciproques des êtres vivants entre eux et avec leur milieu.

**Ecosystème** unité fonctionnelle de base en \*écologie comprenant le \*biotope et la \*biocénose associée.

**Écotone** zone de transition entre deux \*communautés biologiques et donc entre deux milieux. Les \*écotones sont toujours plus riches biologiquement que les \*biocénoses de contact.

**Édaphique** qui concerne le sol. Les facteurs \*édaphiques sont des \*facteurs physico-chimiques et \*biotiques qui caractérisent les sols.

**Enzymatique** qui concerne les enzymes. Une enzyme est une substance protéinique qui facilite ou accroît une réaction biochimique et joue un rôle important dans les processus physiologiques de tous les organismes vivants.

**Évapotranspiration** phénomène d'évaporation de l'eau par les végétaux (transpiration) et les sols.

**Facteur écologique** désigne tout paramètre physico-chimique ou biologique propre au milieu.

**Facteur physico-chimique** qui relève à la fois de la physique et de la chimie, donc n'est pas vivant.

**Gabion** panier en grillage métallique dans lequel on entasse des cailloux pour former des murs.

**Génie végétal** ensemble des connaissances et des techniques concernant la conception, la mise en oeuvre et les applications dans l'utilisation des plantes pour protéger les sols contre l'érosion et pour stabiliser des berges et des talus. Appelé aussi génie biologique.

**Géotextile** produit ou article textile, en fibres naturelles ou artificielles, utilisé en construction.

**Glabre** dépourvu de poils.

**Graminées** famille très importante de plantes herbacées.

**Héliophyte** plante adaptée aux \*biotopes marécageux. C'est aussi une plante aquatique (ou semi-aquatique) pérenne dont les formes de durée sont constituées par des \*rhizomes enfouis au-dessous du niveau d'eau (ne pas confondre avec :  
 • héliophyte : espèce végétale exigeant un fort ensoleillement pour vivre  
 • halophyte : végétal adapté à un milieu sursalé.

**Hydromorphe** à caractéristique humide très prononcée ; trahissant visuellement l'état de saturation en eau d'un sol.

**Hydrophyte** plante se développant uniquement en pleine eau.

**Hydrosoluble** soluble dans l'eau.

**Hygrophile** inféodé à des \*biotopes caractérisés par une très forte humidité.

**Interaction** actions réciproques entre deux \*facteurs écologiques, entre deux espèces ou entre un facteur et un organisme.

**Interspécifique** relatif aux rapports entre espèces.

**Karstique** vient de karst, formation calcaire avec de vastes systèmes de circulation d'eau souterraine provoquée par la dissolution du calcaire.

**Lit majeur** lit maximum qu'occupent les eaux d'un cours d'eau en période de très hautes eaux.

**Lit mineur** lit qu'occupent les eaux d'un cours d'eau en débit de plein bord, c'est-à-dire jusqu'en sommet de berge.

**Lône** site d'eau stagnante, souvent en forme de croissant, produit par des divagations, par l'oblitération de certains méandres ou par l'abandon de tronçons par le lit principal. Terme fréquemment utilisé dans la vallée du Rhône.

**Maladie cryptogamique** affection des plantes (cultivées) provoquée par des champignons.

**Marcotte** tige induite à produire des racines alors qu'elle est encore rattachée à la plante-mère. L'action est le \*marcottage.

**Mégaphorbiaie** groupement de hautes herbes.



**Microbiologique** relatif aux disciplines biologiques qui s'occupent des organismes microscopiques.

**Morphodynamique** qui a une action permanente ou périodique, régulière ou irrégulière, dans le façonnement des aspects physiques (forme, structure, etc.)

**Mulch** couche de protection pour les graines et les jeunes pousses faite d'éléments végétaux secs ou morts (paille, natte, feuilles mortes, etc.).

**Nappe phréatique** formation hydrogéologique d'eau souterraine (= \*aquifère).

**Nodosité** hypertrophie des tissus de zone \*racinaire chez divers végétaux, se produisant sous l'action de bactéries symbiotiques.

**Noüe** terre grasse et humide cultivée en plaine ou pâturage, périodiquement inondée. Bras naturel ou artificiel d'une rivière demeurant en communication avec elle par l'aval.

**Pédologie** science qui a pour objet l'étude de la génèse, de l'évolution, de la structure et de la répartition des sols.

**Pénétromètre** instrument permettant de mesurer par pénétration la résistance et la dureté d'un sol.

**Permittivité**  $\frac{Kn}{e}$

$Kn$  = perméabilité à l'eau normale au plan du géotextile (coefficient de Darcy).

$e$  = épaisseur du géotextile. C'est l'aptitude d'un géotextile à laisser percoler l'eau. C'est aussi la quantité d'eau traversant un géotextile par unité de temps, par unité de surface et par unité de charge.

**Phasage** action de mener de façon différenciée et étagée dans le temps des travaux précis et non inversibles.

**Phénolique** de phénol. Corps composé soluble dans l'eau, obtenu par synthèse ou produit par les plantes, pouvant être doué de forte toxicité pour les organismes aquatiques.

**Phytocénose** \*communauté végétale d'une \*biocénose.

**Phytosociologie** science qui étudie la structure, la systématique, la synécologie, la dynamique, la chorologie des groupements végétaux.

**Pionnier, pionnière** organisme capable de s'installer sur un sol dénudé et très pauvre.

**Plançon** appelé aussi plantard, est une branche de saule utilisée comme bouture.

**Pool** autre terme pour une mouille, partie la plus profonde d'un tronçon de cours d'eau, formant un creux.

**Producteurs** \*producteurs primaires : végétaux à capacité photosynthétique produisant de la matière organique, augmentant la biomasse et servant de nourriture aux \*consommateurs ; \*producteurs secondaires : ensemble des organismes non photosynthétiques, essentiellement des animaux produisant une biomasse à partir des végétaux.

**Pruine** fine pellicule cireuse à la surface de certains rameaux ou fruits (prunes).

**Racinaire** désigne ce qui est propre aux racines des végétaux.

**Ragondin** (*Myocastor coypus*) espèce originaire d'Amérique du sud, introduite en Europe méridionale et qui pullule actuellement dans les zones humides de la plus grande partie de la France, à l'exception de la Corse et des Massifs montagneux. Des individus sont régulièrement signalés çà et là plus au nord.

**Rat musqué** (*Ondatra zibethica*) appelé également ondatre, c'est une espèce de rongeur originaire d'Amérique du nord. Introduite en Europe dans des élevages pour sa fourrure, il colonise maintenant le nord et l'est de l'Europe et est présent dans toute la France, à l'exception de quelques départements méditerranéens et de la Corse. Il est présent en cours d'eau, en étang, au bord des lacs. Il creuse des terriers dans les berges et les digues

pouvant provoquer d'énormes dégâts.

**Résineux** synonyme de conifère, opposé à feuillu.

**Reverdissement** action de mettre de la verdure, c'est-à-dire des végétaux capables de coloniser un substrat neuf ou nu.

**Rhizome** organe végétal souterrain qui constitue une forme de réserve et par lequel les plantes peuvent se multiplier de manière asexuée.

**Ripisylve** désigne les formations végétales qui croissent le long des cours d'eau.

**Rivulaire** qui vit dans les eaux courantes ou sur leurs berges.

**Squameux** écailleux. Caractérise l'écorce de certains saules qui se détache par plaques.

**Stipule** appendice foliacé placé à la base des feuilles.

**Stolon** tige aérienne ou souterraine rampante qui produit des racines adventives, point de départ

d'un nouveau pied (ex. fraisier).

**Subspontané** échappé de la culture et se comportant presque comme une plante sauvage.

**Taller** donner naissance à une ou plusieurs pousses issues de la partie souterraine ou du collet des racines chez les \*graminées.

**Talutage** action de donner un fruit accentué en parlant d'un talus ou d'une berge, ou d'aplanir leur surface.

**Thermophile** ayant une affinité pour les milieux chauds.

**Tomenteux** pourvu de poils contonneux mous, très serrés, entrecroisés et très souvent étoilés (tomentum) à la façon d'un feutre.

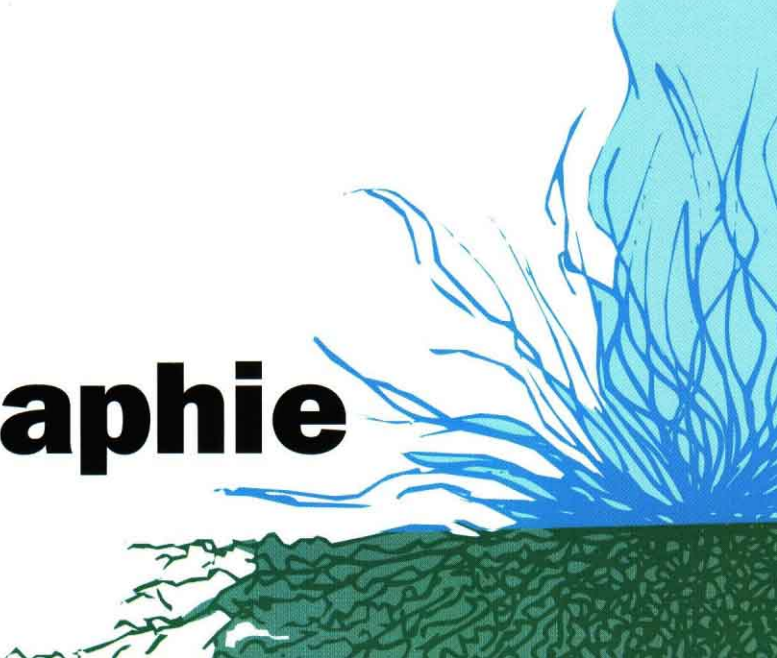
**Végétaliser** action de mettre en place des végétaux herbacés ou ligneux dans le but de reverdir des talus ou des berges, la plupart du temps pour leur protection contre l'érosion.

**Xérothermophile** ayant des affinités pour des milieux arides et chauds.

D'autres définitions peuvent être trouvées dans [24].



# **bibliographie**



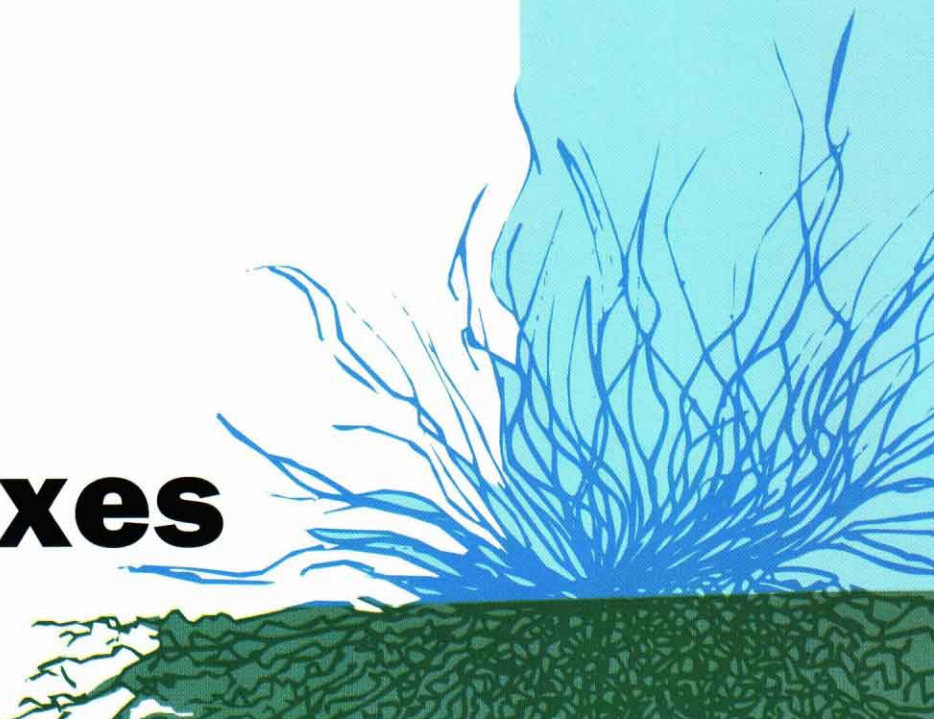


- [1] DEMONTZEY, P. 1878. *Etude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes*. Paris. Imprimerie nationale.
- [2] DEMONTZEY, P. 1894. *L'extinction des torrents en France par le reboisement*. Paris. Imprimerie nationale.
- [3] THIERY, E. 1891. *Restauration des montagnes, Correction des torrents. Reboisement*. Baudry et Cie. éd. Paris.
- [4] AGENCE DE L'EAU - RHIN-MEUSE. 1993. *Entretien des rivières*. Fiches techniques.
- [5] LACHAT, B. 1991. *Le cours d'eau - Conservation, entretien et aménagement*. Série aménagement et gestion n° 2. Conseil de l'Europe. Strasbourg. 84 p.
- [6] KUTSCHERA, L. et LICHTENEGGER, E. 1982. *Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band I : Monocotyledonae*. G. Fischer Verlag. Stuttgart. New York.
- [7] ZEH, H. 1990. *Grenzen der Ingenieurbiologie*. In Grundsätze und Beispiele der Ingenieurbiologie. Vortragstagung 7.12.90. pp 33-37.
- [8] LACHAT, B. 1991. *Hydroécologie et génie biologique - les fondements de l'aménagement des cours d'eau*. SIA Ingénieurs et architectes suisses N° 24. p. 503-510.
- [9] BEGEMAN, W. et SCHIECHTL, H. M. 1986. *Ingenieurbiologie*. Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau. Bauverlag. Wiesbaden und Berlin. 261 p.
- [10] RAMEAU, J.C., MANSION, D., DUME, G., TIMBAL, J., LECOINTE, A., DUPONT, P. et KELLER, R. 1989. *Flore forestière française. Guide écologique illustré. Tome 1: plaines et collines*. Institut pour le développement Forestier. 1785 p.
- [11] VOSER-HUBER, M.L. 1992. *Verges d'or - Problèmes dans les réserves naturelles*. Cahier de l'environnement N° 167. Nature et paysage. 22 p.
- [12] LENCASTRE, A. 1979. *Manuel d'hydraulique générale*. Ed. Eyrolles. Paris. 411 p.
- [13] NATIONS UNIES, COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'ASIE ET L'EXTREME ORIENT. 1954. *Régularisation du lit et protection des berges*. Nations Unies. New York. 86 p.
- [14] DETHIOUX, M. 1987. *Aménagement biologique des cours d'eau*. Ministère de la Région Wallonne. 72 p.
- [15] SCHIECHTL, H. M. 1973. *Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Grundlagen Lebende Baustoffe Methoden*. Verlag Goerg. D. W. Callwey, München. 244 p.
- [16] ZEH, H., ROTH, H., MOSIMANN, R., SCHENKER, J., LACHAT, B. et DURLER, R. 1990. *Mesures de génie biologique dans l'aménagement des rives*. Méthodes et exemples dans le canton de Berne. Direction des travaux publics du canton de Berne - Office des ponts et chaussées. 44 p.
- [17] LEWIS, G. et WILLIAMS, G. 1984. *Rivers and wildlife*. Handbook : a guide to practices which further the conservation of wildlife on rivers. RSPB, RSNC. 296 p.
- [18] ZUFFI, D. 1989. *Cours sur la stabilisation végétale des talus*. Service des Forêts Fribourg. 49 p.
- [19] LACHAT, B. 1989. *Cours sur la stabilisation végétale des cours d'eau*. Service des Forêts Fribourg. 47 p.
- [20] SCHIECHTL, H. M. et STERN R. 1992. *Handbuch für naturnahen Erdbau*. Österreichischer Agrarverlag. 153 p.
- [21] LACHAT, B. 1986. *Ingenieurbiologie : Wachstumsbeschleunigung durch Anwendung von Geotextilien. Biotechnologie : Accélération de la croissance végétale avec des géotextiles*. Der Gartenbau. 25/1986. pp 1150-1152.
- [22] BOURRIER, R. 1985. *Les réseaux d'assainissement*. Calculs, applications, perspectives. 2ème éd. Technique et documentation Lavoisier. Paris. 482 p.

- [23] VEN TE CHOW, 1959. *Open-channel hydraulics*. Mc Graw-Hill ed. New York. 680 p.
- [24] RAMADE, F. 1993. *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des Sciences de l'Environnement*. Ediscience. 882 p.
- [25] WURTZ, A. 1955. *Action des feuilles de peupliers dans les petits bassins de pisciculture*. Bull. Fr. Piscic. pp 179-184.
- [26] TREMOLIERES, M. et CARBINER, R. 1985. *Quelques aspects des interactions entre litières forestières et écosystèmes aquatiques ou terrestres*. Rev. Ecol. (La Terre et la Vie). Vol. 40. pp 435-450.
- [27] GEISSERT, F. 1989. *Arbres et arbustes de Strasbourg à Lauterbourg. Tous nos saules*. F. Geissert. Sessenheim. 116 p.
- [28] LAUTENSCHLAGER, E. 1989. *Die Weiden der Schweiz und angrenzender Gebiete*. Birkhäuser. Basel 136 p.
- [29] SCHIECHTL, H. M. 1992. *Weiden in der Praxis*. Patzer Verlag. Berlin-Hannover. 130 p.
- [30] WEBER, B. 1978. *Contribution à l'étude morphologique des feuilles de Salix L. Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 88 (1/2). pp 72-119.
- [31] COMITE FRANCAIS DES GEOTEXTILES ET DES GEOMEMBRANES. 1984. *Recommandations générales pour la réception et la mise en oeuvre des géotextiles*. Normes françaises d'essais. 32 p.
- [32] COMITE FRANCAIS DES GEOTEXTILES ET DES GEOMEMBRANES. 1986. *Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les systèmes de drainage et de filtration*. 23 p.



**annexes**



# A1. DOMAINE D'APPLICATION DES PROTECTIONS VEGETALES SUR LES BERGES

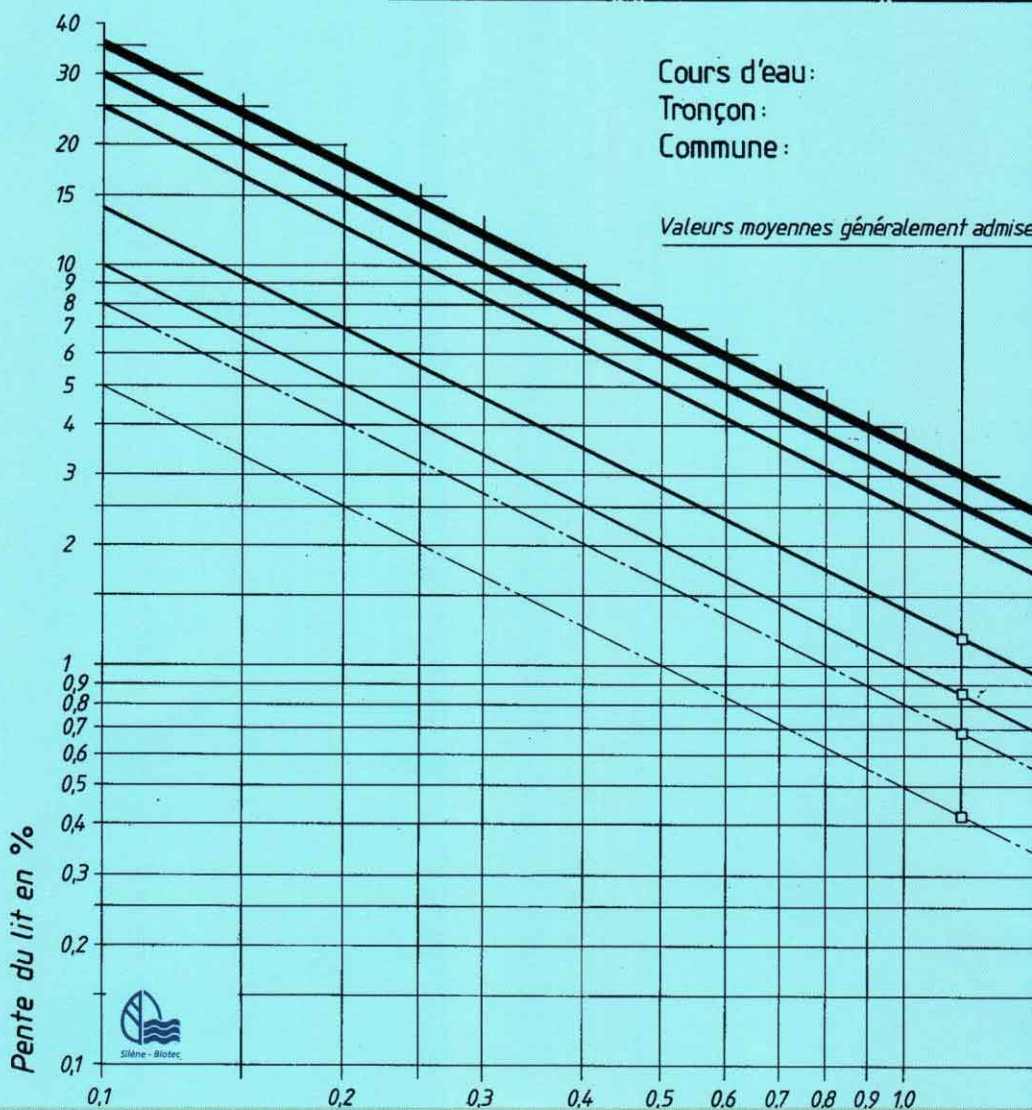
L'abaque ci-dessous tient compte d'innombrables résultats acquis en grande nature par de nombreux services administratifs responsables de l'aménagement des eaux en Suisse, Autriche, Italie et Allemagne, ainsi que par des bureaux d'études.

Les valeurs de résistance de diverses techniques végétales, exprimées par les droites, constituent des valeurs maximales et ont été obtenues par calcul de la force tractrice en relation avec des événements hydrauliques réguliers ou exceptionnels. Des facteurs supplémentaires peuvent agir sur ces valeurs :

- utilisation ou non de géotextile (cf. «amélioration de l'efficacité par l'apport d'autres matériaux» p. 72) ;
- nature du substrat et géométrie de la berge (cf. «force tractrice critique sur les berges» p. 35) ;
- âge de la protection ;
- qualité de mise en oeuvre.

L'abaque constitue un des outils à disposition du concepteur pour vérifier le dimensionnement d'une protection végétale. La prise en compte d'autres paramètres est néanmoins nécessaire (cf. chapitre «conditions de réussite des techniques végétales» p. 38).

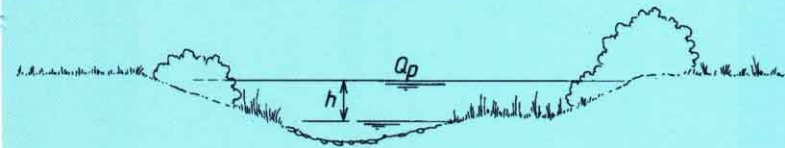
## Domaine d'application des protections



Profondeur limite de l'eau pour les protections végétales (h) en m.



## s végétales sur les berges



Enrochements et végétaux  $T=350 \text{ N/m}^2$  (Zone montagne)

Couche de branches de saules  $T=300 \text{ N/m}^2$

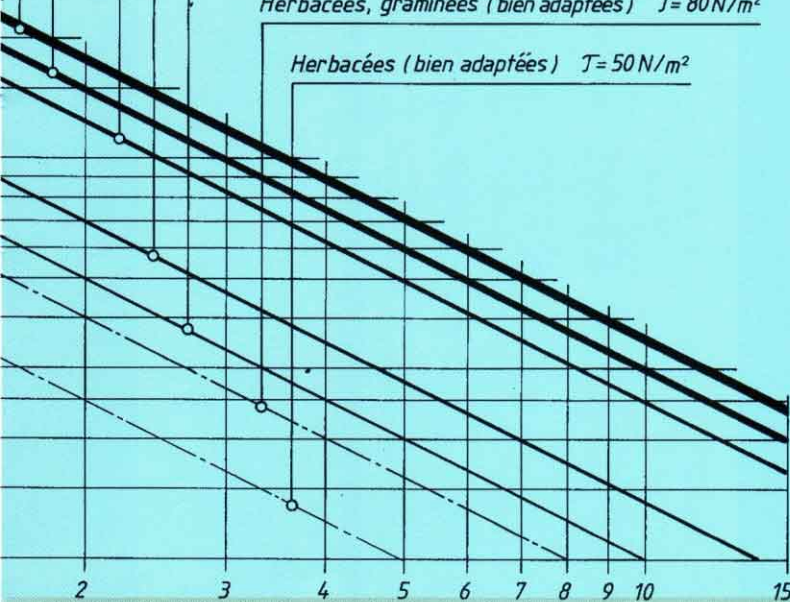
Fascines en branches de saules  $T=250 \text{ N/m}^2$

Saules  $T=140 \text{ N/m}^2$

Saules (jeunes)  $T=100 \text{ N/m}^2$

Herbacées, graminées (bien adaptées)  $T=80 \text{ N/m}^2$

Herbacées (bien adaptées)  $T=50 \text{ N/m}^2$



## A2. DESCRIPTION ET CONNAISSANCE DES ESPÈCES NON INDIGÈNES INDÉSIRABLES SUR LES COURS D'EAU

### **Renouée du Japon** (*Reynoutria Japonica* = *Polygonum cuspidatum*) :

C'est certainement l'espèce la plus inquiétante, de par sa vitesse de propagation et son comportement extrêmement agressif. Des tiges souterraines lui permettent, à partir d'un foyer naissant, de conquérir latéralement de grandes surfaces en quelques périodes de végétation. De plus, elle se propage également par un ensemencement abondant de ses graines, dont la capacité germinative est très forte.

Très fréquente sur les cours d'eau, elle colonise également efficacement les remblais non \*végétalisés. Elle forme alors des massifs compacts, de deux à trois mètres de haut, desquels est exclue toute autre forme de végétation, même les ligneux de petite taille.

La renouée du Japon est indésirable de par la concurrence qu'elle oppose aux essences \*rivulaires indigènes, et pour la banalisation dont elle menace la végétation \*rivulaire. S'ajoute à cela, une absence d'intérêt dans la stabilisation des rives.

À l'heure actuelle, aucune étude complète n'apporte des résultats, en vue de développer des méthodes de lutte efficace. L'utilisation d'herbicide pourrait être efficace; cependant, l'emploi de substances toxiques au bord de l'eau est très dangereux.

### **Renouée de Sakhaline**

(*Polygonum Sachalinense*) :

Autre espèce, proche de la Renouée du Japon, ayant à peu près les mêmes comportements.

### **Verges d'or** (*Solidago graminifolia*, *S. altissima* et *S. gigantea*) :

Si le genre *Solidago* comporte bien une espèce autochtone (*Solidago virga-aurea*), d'autres espèces, originaires d'Amérique du Nord ont été introduites comme plantes ornementales (*Solidago graminifolia* ; *Solidago altissima* ; *Solidago gigantea*). Elles se sont propagées surtout par voie végétative, par l'intermédiaire des \*rhizomes. La propagation par les graines peut également être

très efficace, mais avant tout sur des surfaces dénudées. Appartenant aux \*associations végétales de la prairie américaine, ces espèces se rencontrent chez nous sur les berges des cours d'eau, mais également sur les remblais, sur les talus ferroviaires ou routiers, sur les décharges, dans les prairies à l'abandon. Même si leur floraison tardive d'un jaune intense est spectaculaire, les verges d'or exotiques posent notamment problème dans les zones humides (prairies humides ; cariçaie ; roselières) desquelles elles chassent la flore indigène et notamment des espèces à protéger.

Des essais de lutte ont donné des résultats satisfaisants :

- le fauchage répété deux fois dans l'année (fin mai + mi-août) permet de réduire sensiblement la densité des tiges ;

- la pose d'un plastique noir imperméable aux rayons UV, après la première fauche, assèche les \*rhizomes qui se laissent alors facilement enlever en fin de période de végétation. À cette première opération doit suivre un ensemencement avec des graines de prairie de fauche. Si cette technique recueille les meilleurs résultats, elle devient difficilement applicable sur de très grandes surfaces ;

- le broyage des racines au motoculteur répété deux fois dans l'année (mi-avril et début juin) donne également de bons résultats.

### **Balsamine géante** (*Impatiens glandulifera* = *I. Roylei*) :

Originaire de l'Himalaya, cette plante a été introduite et cultivée chez nous à des fins ornementales. Sa superbe floraison pourpre, s'étageant de juillet à octobre étant certainement à l'origine de son succès. Cette plante annuelle de un à deux mètres s'est actuellement répandue dans la nature et devient très envahissante.

Sa dispersion s'opère par la projection des graines. Espèce d'ombre ou de demi-ombre, elle affectionne les stations à forte humidité. Ainsi, forêts \*rivulaires, fossés, berges en sont souvent infestés, et les



bancs de gravier et galets ne la rebutent pas.

Si ses foyers paraissent moins hauts, denses et compacts que ceux de la renouée du Japon, elle est néanmoins très envahissante et ses peuplements généralement importants.

A notre connaissance aucune étude complète n'a été entreprise à ce jour, en vue de combattre cette espèce. A noter qu'elle possède une consœur parmi notre flore indigène, il s'agit de l'impatiante ou balsamine des bois (*Impatiens noli tangere*) qui, elle, ne pose aucun problème.

**Robinier faux acacia** (*Robinia Pseudoacacia*) :

Originaire des Etats-Unis, son introduction en France daterait du tout début du 17<sup>ème</sup> siècle. D'abord cultivé puis \*subspontané, et enfin pratiquement sauvage, il devient la mauvaise herbe des arbres. Abondamment utilisé comme arbre d'ornement ou comme essence stabilisatrice de talus, en raison de sa rusticité face à des conditions édaphiques défavorables, cet espèce s'est propagée naturellement, et entre autre sur les berges des cours d'eau, où il trouve d'excellentes conditions de croissance. Le robinier se développe par \*marcottage naturel et des \*drageons poussent souvent très distants de la plante mère. Grâce à une abondante production de graines à haut pouvoir germinatif, il se propage aussi par semis. Sa croissance est rapide et exubérante pendant une trentaine d'année, mais son espérance de vie peut atteindre deux siècles. Les peuplements de robiniers sont rapidement impénétrables, surtout lorsqu'ils sont traités en taillis. La densité du couvert mène rapidement à la disparition de toutes les autres espèces, ligneuses ou herbacées. La limitation de cette espèce peut s'opérer par des coupes régulièrement répétées qui affaiblissent la vigueur des souches, mais ce procédé ne l'élimine pas. Donc, lorsqu'un peuplement important est installé, il est impossible de

l'éliminer sans causer d'importants bouleversements au milieu. Si une coupe rase est entreprise, suivie d'un dessouchage, cela doit être accompagné d'une plantation d'arbres indigènes, capables de concurrencer des rejets éventuels de racines ou souches restées en place.

**\*Cultivars de peupliers**

(*Populus sp.*) :

Originaire des bords de la Méditerranée, le peuplier noir (*Populus nigra*), qui est certainement le peuplier spontané le plus répandu en Europe, a atteint à l'aide de l'homme les pays scandinaves. Sous nos latitudes, il est difficile de savoir si sa répartition est imputable à la seule influence \*anthropique ou à une progression naturelle. Une chose est certaine, la populiculture l'a fortement avantagé. Le peuplier noir (*Populus nigra*) forme des peupleraies naturelles et figure souvent en compagnie du Saule blanc (*Salix alba*), comme composant d'\*associations végétales \*rivulaires typiques, généralement lié à un substrat grossier. Mais il existe de nombreux peupliers hybrides et cultivés, de même que des espèces américaines pures (p. ex. *Populus deltoides*, *Populus trichocarpa*, etc.). Les \*cultivars peuvent avoir pour origine un peuplier indigène, à l'exemple du peuplier d'Italie (*Populus nigra* var. *italica*), utilisé comme plante ornementale en raison de sa silhouette fuselée typique et qui est un \*cultivar de *Populus nigra*. Mais de nombreux \*cultivars sont des hybrides, et souvent d'espèces non indigènes. De manière générale, les \*cultivars n'ont pas leur place dans les forêts riveraines. Leur port très élevé entraîne souvent un masquage et une fermeture du paysage. De plus, avec le vent, un effet de bras de levier est produit sur les racines beaucoup trop superficielles pour une protection des berges qui provoque un déchaussement de l'arbre et une déstabilisation de la berge où l'eau peut commencer à produire ses actions érosives. Les peupliers étouffent aussi,



souvent, la végétation indigène (étiolement et mort), notamment les aulnes et les frênes, et libèrent des substances qui inhibent leur croissance. La toxicité des feuilles de peupliers est bien connue d'un point de vue piscicole [25].

Selon [26], le peuplier noir s'avère être l'espèce la plus dangereuse pour la vie aquatique à cause d'un pouvoir \*désoxygénant \*enzymatique élevé et un contenu \*phénolique important. Les feuilles d'automne, très denses, s'enfoncent rapidement dans l'eau, libérant de grandes quantités de ces substances \*hydrosolubles.

Le peuplier, de par sa physiologie, produit au cours de sa croissance rapide beaucoup de bois mort sous forme de branches sèches qui se détachent à tout moment. Cet arbre, incontestablement, est le plus gros producteur d'embâcles en cours d'eau. Sa forte prolifération en fait aussi une espèce redoutable dans l'appauvrissement de notre végétation indigène et la perte de diversité floristique. Les peupleraies pures, la plupart du temps dépourvues de sous-bois, offrent un intérêt biologique médiocre. Pour ces raisons, ces essences capables de rejeter sont à exclure de tout aménagement de berges.

Deux autres peupliers indigènes sont encore à signaler. Il s'agit tout d'abord du peuplier blanc (*Populus alba*), dont la spontanéité est incertaine malgré tout, et qui présente une tendance méditerranéenne. Quant au tremble (*Populus tremula*), qui est généralement assez disséminé, il n'est pas inféodé aux cours d'eau au même titre que *Populus nigra*, et forme rarement des peuplements importants.

**Saule pleureur** (*Salix babylonica*) :

Bien que très connu et très populaire en raison de son port caractéristique qui lui vaut son nom, le saule pleureur n'en est pas moins une espèce exotique, originaire d'Asie centrale et de Mésopotamie. Introduit et

cultivé à des fins ornementales, il affectionne les terrains meubles, mais toujours frais et humides. On le rencontre avant tout dans les parcs et les jardins et si sa présence peut être signalée sur certaines rives, on ne peut pas vraiment le considérer comme naturalisé ou \*subspontané. A notre connaissance, il n'existe pas de cas spectaculaires de colonisation de terrains naturels par cette espèce, car sa présence a toujours une origine \*anthropique directe. Cependant, le saule pleureur qui se bouture très bien, ne doit pas être utilisé dans les techniques végétales, car son port le rend inintéressant, et la flore indigène est déjà suffisamment dénaturée par tout un cortège de plantes exotiques.

**Erable negundo** (*Acer negundo*) :

Petit arbre (15-20 m) de faible longévité, l'érable negundo est originaire d'Amérique du Nord et du Canada. Utilisé comme arbre ornemental, de nombreux \*cultivars horticoles de cette espèce ont été développés. \*Subspontané dans les forêts \*rivulaires, cet arbre qui rejette de souche affectionne les terrains légers, alluvionnaires et sableux. Il présente également un caractère héliophile marqué.

**Buddleja de David** (*Buddleja davidii*) :

Plante ligneuse buissonnante originaire de Chine, le buddleja est abondamment planté dans les jardins, comme plante ornementale. Il se caractérise surtout par ses fleurs en longs panicules compactes de 20 à 50 cm, de couleur violette, de même que par ses rameaux écartés en tous sens et ses longues feuilles lancéolées, blanches tomenteuses dessous. Cultivé au départ, le buddleja est actuellement \*subspontané. Des sols bruts et squelettiques à granulométrie grossière lui suffisent, et son installation dans des rocaillies et des décombres lui prête un caractère \*xérophile. Le pouvoir de propagation du buddleja semble important et



on peut observer son implantation à grande échelle sur des berges ouvertes, peu \*végétalisées et à substrat brut. Son comportement présente les caractéristiques d'une plante \*pionnière. Même si ses inflorescences très nectarifères sont réputées pour l'attrait qu'elles exercent sur les papillons diurnes, cette plante est à ajouter à la longue liste des végétaux indésirables, qui envahissent les formations végétales riveraines typiques.

**Amorphe buissonnante**

(*Amorpha fruticosa*) : Cette plante arbustive de la famille des légumineuses est originaire d'Amérique du Nord et a été introduite au 18ème siècle, pour la végétalisation des parcs et des jardins. Elle se caractérise par des feuilles comportant 12 à 25 folioles oblongues, et des fleurs violettes disposées en grappes. Cultivée au départ, elle a pris le statut de plante \*subspontanée, à caractère \*thermophile et présentant également une tendance \*hygrophile.

**Ailante** (*Ailanthus altissima*) : Originaire de Chine, cet arbre dont les feuilles peuvent faire penser à un frêne et pouvant atteindre 25 m, a été introduit

en Europe au 16ème siècle. Actuellement, il est surtout utilisé pour arboriser des friches agricoles, dans le but de produire du bois de papeterie. Il présente une croissance juvénile intéressante, mais qui s'arrête relativement rapidement. Devenu \*subspontané le long des cours d'eau ou dans certaines friches, cet arbre semble cependant se cantonner dans le sud de la France, et sa propagation ne pose pas de gros problèmes en dehors de cette région. Cet arbre a la faculté de rejeter de souche et de \*drageonner.

**Conifères :**

D'une manière générale très peu de résineux poussent naturellement et de manière optimale au bord des cours d'eau de plaine. Les enrésinements constatés sur de nombreux cours d'eau nuisent à la qualité biologique des eaux et simplifient les berges du point de vue floristique et faunistique. Même les plantes herbacées n'arrivent plus à croître dans cet environnement. La stabilité des sols n'est pas assurée et le paysage, surtout lors de plantations monospécifiques denses, s'enlaidit.

### A3. DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE RUGOSITE "n" et "Ks" ET FORCE TRACTRICE

#### DETERMINATION DES COEFFICIENTS «n» ET «K<sub>s</sub>»

La détermination des coefficients "n" et "Ks" est fondamentale car ils caractérisent le type du cours d'eau à étudier. Les valeurs telles que débit, vitesse de section projetées par l'ingénieur sont directement fonction de ces coefficients.

Pour l'ingénieur, il existe deux façons de procéder :

a) utilisation de tables qui donnent directement les valeurs de "n" ou de son inverse "Ks" en fonction de différents paramètres du cours d'eau (cf. tableau annexe A4) ;

b) utilisation et appréciation de différents paramètres conduisant à une valeur estimée du coefficient de Manning dans la formule suivante [22] :

$$n = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5) n_6$$

avec :

**n<sub>1</sub>** : caractérise le fond et les bords du lit, les valeurs généralement admises allant de 0,01 à 0,03 (roches lisses à graviers) ;

**n<sub>2</sub>** : caractérise les irrégularités du fond et des bords du lit, les valeurs généralement admises allant

de 0,0 à 0,02 (maximum = grosses irrégularités) ;

**n<sub>3</sub>** : caractérise la variation de formes et de dimensions de la section mouillée, les valeurs généralement admises allant de 0,0 à 0,02 (maximum = grandes variations de formes et dimensions) ;

**n<sub>4</sub>** : tient compte de l'obstruction de la section mouillée, les valeurs généralement admises allant de 0,0 à 0,06 (maximum = beaucoup d'embâcles) ;

**n<sub>5</sub>** : tient compte de la végétation aquatique, les valeurs généralement admises allant de 0,005 à 0,010 (maximum = beaucoup de végétation) ;

**n<sub>6</sub>** : tient compte de l'importance des méandres, les valeurs généralement admises allant de 1,0 à 1,3 (maximum = beaucoup de méandres).

#### Remarque :

L'expérience de l'ingénieur joue un rôle très important dans l'estimation de ces coefficients.

#### DETERMINATION DU COEFFICIENT MOYEN «K<sub>s</sub>» DANS LE CAS D'UNE SECTION COMPOSÉE

La section d'un cours d'eau est régulièrement composée de plusieurs sous-sections ayant souvent chacune une rugosité différente, c'est-à-dire un coefficient "n" ou "Ks"

différent (cf. figure ci-dessous). Le but est alors de calculer le coefficient Ks moyen devant s'appliquer au débit de projet afin d'en calculer par exemple la hauteur d'eau correspondante.



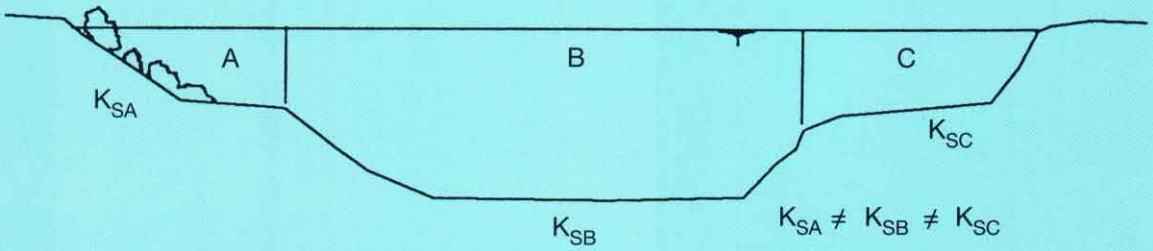


Figure A3.1 - Division du cours d'eau en sous-sections

On utilise la formule caractérisant la débitance

$$D = \frac{Q}{\sqrt{I}}$$

de manière à ne prendre en compte que les paramètres de la section transversale, soit :

$$D = K_S \cdot S \cdot R^{2/3}$$

Un calcul par zones séparées est nécessaire où l'on fait attention de considérer les périmètres mouillés (P) suivants :

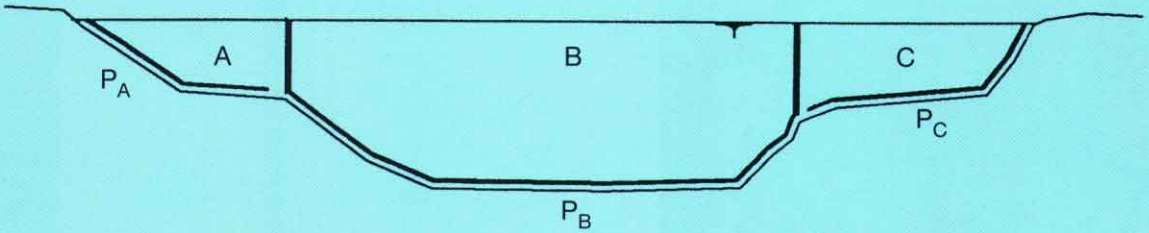


Figure A3.2 - Définition des périmètres mouillés

On a la débitance totale ( $D_T$ ) :

$$D_T = D_A + D_B + D_C$$

$$D_T = K_{SA} \cdot S_A \cdot \left(\frac{S_A}{P_A}\right)^{2/3} + K_{SB} \cdot S_B \cdot \left(\frac{S_B}{P_B}\right)^{2/3} + K_{SC} \cdot S_C \cdot \left(\frac{S_C}{P_C}\right)^{2/3}$$

Le cours d'eau pris dans sa globalité répond à :

$$D_T = K_S \cdot S_T \cdot R_T^{2/3}$$

On trouve alors le coefficient moyen :

$$K_S = \frac{D_T}{S_T \cdot R_T^{2/3}}$$

## FORCE TRACTRICE EN FONCTION DE LA VITESSE D'UN COURS D'EAU

1) Soit la formule de Strickler (p. 32) :

$$V = K_S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

2) Soit la formule de la force tractrice (p. 34) :

$$\tau = \rho \cdot R \cdot I$$

3)

$$\Rightarrow R = \frac{\tau}{\rho \cdot I}$$

Introduisons 3) dans 1) :

$$V = K_S \left( \frac{\tau}{\rho \cdot I} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$V = K_S \cdot \tau^{2/3} \cdot \rho^{-2/3} \cdot I^{-1/6}$$

$$\tau^{2/3} = V \cdot \rho^{2/3} \cdot I^{1/6} \cdot K_S^{-1}$$

4)

$$\tau = \rho \cdot I^{1/4} \cdot K_S^{-3/2} \cdot V^{3/2}$$

Cette formule est intéressante parce qu'elle ne dépend pas du rayon hydraulique du cours d'eau, donc un profil en travers du cours d'eau n'est pas nécessaire. Par contre, elle est fonction de la pente du

cours d'eau, élément qu'il n'est pas toujours facile à mesurer, c'est pourquoi une deuxième formule est également proposée en fonction du rayon hydraulique du cours d'eau et non de la pente :

Soit la formule de Strickler (p. 32) :

$$V = K_S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

5) Soit la formule de Chézy (avec C : coefficient de Chézy) :

$$V = C \cdot R^{1/2} \cdot I^{1/2}$$

Mettons en relation 5) avec 1), soit :

$$C \cdot R^{1/2} \cdot I^{1/2} = K_S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$C = K_S \cdot R^{2/3 - 1/2}$$

6)

$$C = K_S \cdot R^{1/6}$$

Soit la formule de la force tractrice (p. 34)

$$\tau = \rho \cdot R \cdot I$$

$$\Rightarrow R = \frac{\tau}{\rho \cdot I}$$

7) de la formule 5), on a :

$$R = \frac{V^2}{C^2 \cdot I}$$

Mettons en relation 3) et 7)

$$\frac{\tau}{\rho \cdot I} = \frac{V^2}{C^2 \cdot I}$$

On obtient :

$$V^2 \cdot \rho = C^2 \cdot \tau$$

8)

$$\tau = \frac{1}{C^2} \cdot V^2 \cdot \rho$$

Introduisons 6) dans 8) :

$$\tau = \frac{1}{K_S^2 \cdot R^{2/6}} \cdot V^2 \cdot \rho$$

9)

$$\tau = K_S^{-2} \cdot R^{-1/3} \cdot V^2 \cdot \rho$$



Ainsi, lorsqu'il est plus aisé de connaître la pente d'un cours d'eau (profil en long), la formule 4) est utilisée, alors

que la formule 9) est utilisée lorsqu'il est plus aisé d'établir le rayon hydraulique (profil en travers).

#### Exemples numériques :

1. Soit un cours d'eau de vitesse  $V = 2$  m/s, un coefficient  $K_S = 20$  et une pente  $I = 10$  ‰

On a :

$$V = K_S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \Rightarrow R^{2/3} = \frac{V}{K_S \cdot I^{1/2}} = \frac{2}{20 \cdot \sqrt{0,01}} = 1$$

$$\Rightarrow R = 1$$

Soit la formule de force tractrice 2) :

$$\tau = \rho \cdot R \cdot I = 1000 \cdot 1 \cdot 0,01 = \mathbf{10 \text{ kg/m}^2} \quad (100 \text{ N/m}^2)$$

Soit la formule 9) :

$$\tau = K_S^{-2} \cdot R^{-1/3} \cdot V^2 \cdot \rho$$

$$\tau = \frac{1}{20^2} \cdot 1 \cdot 2^2 \cdot 1000 = \mathbf{10 \text{ kg/m}^2} \quad (100 \text{ N/m}^2)$$

Soit la formule 4) :

$$\tau = \rho \cdot I^{1/4} \cdot K_S^{-3/2} \cdot V^{3/2}$$

$$\tau = 1000 \cdot 0,01^{1/4} \cdot 20^{-3/2} \cdot 2^{3/2} = \mathbf{10 \text{ kg/m}^2} \quad (100 \text{ N/m}^2)$$

2. Soit un cours d'eau de vitesse  $V = 2$  m/s, un coefficient  $K_S = 20$  et une pente  $I = 17$  ‰

On a :

$$R^{2/3} = \frac{2}{20 \cdot \sqrt{0,017}} = 0,797 \Rightarrow R = 0,797^{3/2} = 0,6716819$$

Soit la formule 2) de force tractrice :

$$\tau = \rho \cdot R \cdot I = 1000 \cdot 0,6716819 \cdot 0,017 = \mathbf{11,42 \text{ kg/m}^2} \quad (114,2 \text{ N/m}^2)$$

Soit la formule 4) :

$$\tau = \rho \cdot I^{1/4} \cdot K_S^{-3/2} \cdot V^{3/2} = 1000 \cdot 0,017^{1/4} \cdot 20^{-3/2} \cdot 2^{3/2} = \mathbf{11,42 \text{ kg/m}^2} \quad (114,2 \text{ N/m}^2)$$

Soit la formule 9) :

$$\tau = K_S^{-2} \cdot R^{-1/3} \cdot V^2 \cdot \rho = 20^{-2} \cdot 0,6716819^{-1/3} \cdot 2^2 \cdot 1000 = \mathbf{11,42 \text{ kg/m}^2} \quad (114,2 \text{ N/m}^2)$$

# A4. VALEURS DU COEFFICIENT DE RUGOSITÉ EN COURS D'EAU NATURELS

## PETITS COURS D'EAU (largeur au miroir < 30 m)

### Cours d'eau de plaine

- 1** Net, droit, plein niveau, sans seuil ni grandes mouilles profondes
- 2** Idem mais avec plus de cailloux et d'herbe
- 3** Net, méandreux, quelques mouilles et hauts fonds
- 4** Idem mais avec des herbes et des cailloux
- 5** Idem, niveaux plus bas, plus de talus et de sections ineffectifs
- 6** Idem 4, mais plus de cailloux

- 7** Bief paresseux, herbé, mouilles profondes
- 8** Bief très herbeux, mouilles profondes ou chenaux de crue avec grandes souches d'arbres et de buissons

### Cours d'eau de montagne sans végétation dans le lit, berges généralement raides, arbres et buissons le long des berges submergés en période de crue

- 9** Fond : graviers, galets, et quelques gros cailloux
- 10** Fond : galets avec grands cailloux

### \*LIT MAJEUR

### Pâturage sans buissons

- 11** Herbe rase
- 12** Herbe haute

### Zones cultivées

- 13** Pas de culture
- 14** Culture sarclée à maturité
- 15** Culture céréalière, à maturité

### Buissons

- 16** Buissons épars hautes herbes
- 17** Buissons et arbres clairsemés, en hiver
- 18** Buissons et arbres clairsemés, en été

- 19** Buissons moyens à denses, en hiver

- 20** Buissons moyens à denses, en été

### Arbres

- 21** Saules très branchus en été
- 22** Zone ouverte avec souches d'arbres sans pousses
- 23** Idem 2, mais avec beaucoup de pousses en croissance
- 24** Secteur fortement boisé, plusieurs petits arbres, un peu de broussailles, branches submergées en période de crue
- 25** Idem 4, mais niveau de crue ne dépassant pas les branches

## GRANDS COURS D'EAU (largeur au miroir > 30 m)

La valeur "n" est inférieure à celle des petits cours d'eau pour une même description, car les berges offrent moins de résistance effective

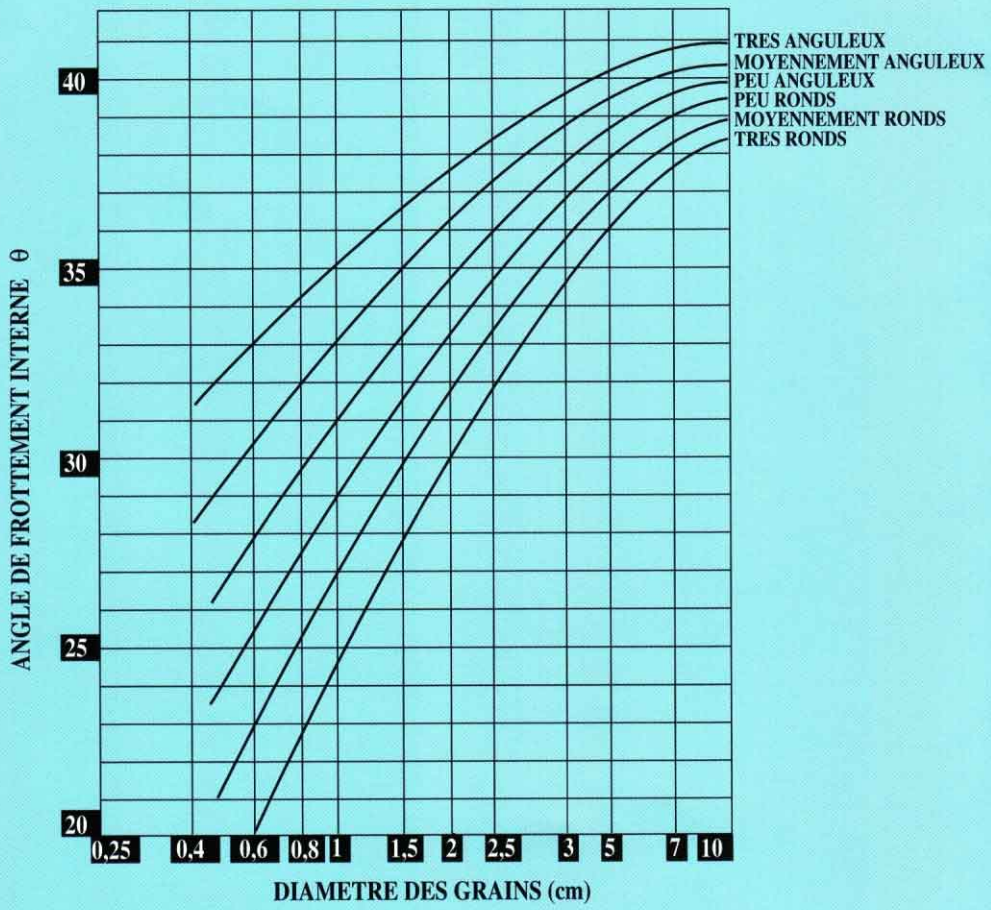
- 26** Section régulière sans gros cailloux ni buissons
- 27** Section irrégulière et rugueuse



	n min	n normal	n max	Ks max	Ks normal	Ks min
1	0.025	0.030	0.033	40	33	30
2	0.030	0.035	0.040	33	29	25
3	0.033	0.040	0.045	30	25	22
4	0.035	0.045	0.050	29	22	20
5	0.040	0.048	0.055	25	21	18
6	0.045	0.050	0.060	22	20	17
7	0.050	0.070	0.080	20	14	13
8	0.075	0.100	0.150	13	10	7
9	0.030	0.040	0.050	33	25	20
10	0.040	0.050	0.070	25	20	14
11	0.025	0.030	0.035	40	33	29
12	0.030	0.035	0.050	33	29	20
13	0.020	0.030	0.040	50	33	25
14	0.025	0.035	0.045	40	29	22
15	0.030	0.040	0.050	33	25	20
16	0.035	0.050	0.070	29	20	14
17	0.035	0.050	0.060	29	20	17
18	0.040	0.060	0.080	25	17	13
19	0.045	0.070	0.110	22	14	9
20	0.070	0.100	0.160	14	10	6
21	0.110	0.150	0.200	9	7	5
22	0.030	0.040	0.050	33	25	20
23	0.050	0.060	0.080	20	17	13
24	0.080	0.100	0.120	13	10	8
25	0.100	0.120	0.160	10	8	6
26	0.025	....	0.060	40	....	17
27	0.035	....	0.100	29	....	10

D'après [23].

## A5. DETERMINATION DE L'ANGLE INTERNE DE FROTTEMENT DE DIVERS MATERIAUX NON COHERENTS



D'après [12].



## A6. CLES DE DÉTERMINATION SIMPLIFIÉES POUR LES SAULES BASEES SUR DIFFERENTS CRITERES MORPHOLOGIQUES

Les présentes clés de détermination n'ont pas la prétention de remplacer la littérature spécialisée à ce sujet. Elles ne s'appliquent qu'aux saules vivant en dessous de 1.200 m d'altitude.

Néanmoins, elles constituent un aide-mémoire aux critères les plus marquants et les plus importants distinguant les différentes espèces.

La 4ème clé est celle que l'on utilisera en hiver ou au printemps, lorsqu'il n'y a pas de feuilles. Cette clé, créée pour l'occasion, doit encore être améliorée. Elle doit être utilisée avec prudence car les saules, malgré leurs différences, possèdent des critères de distinction non

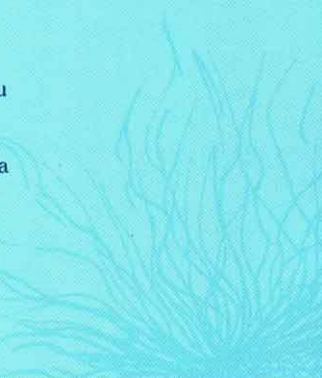
évidents à ceux qui n'y sont pas familiarisés.

Il est recommandé d'examiner plusieurs tiges ou plusieurs feuilles ou plusieurs bourgeons d'un même pied à divers endroits de la plante. Il ne faut jamais se contenter d'un caractère.

Les caractéristiques doivent souvent être observées avec une bonne loupe.

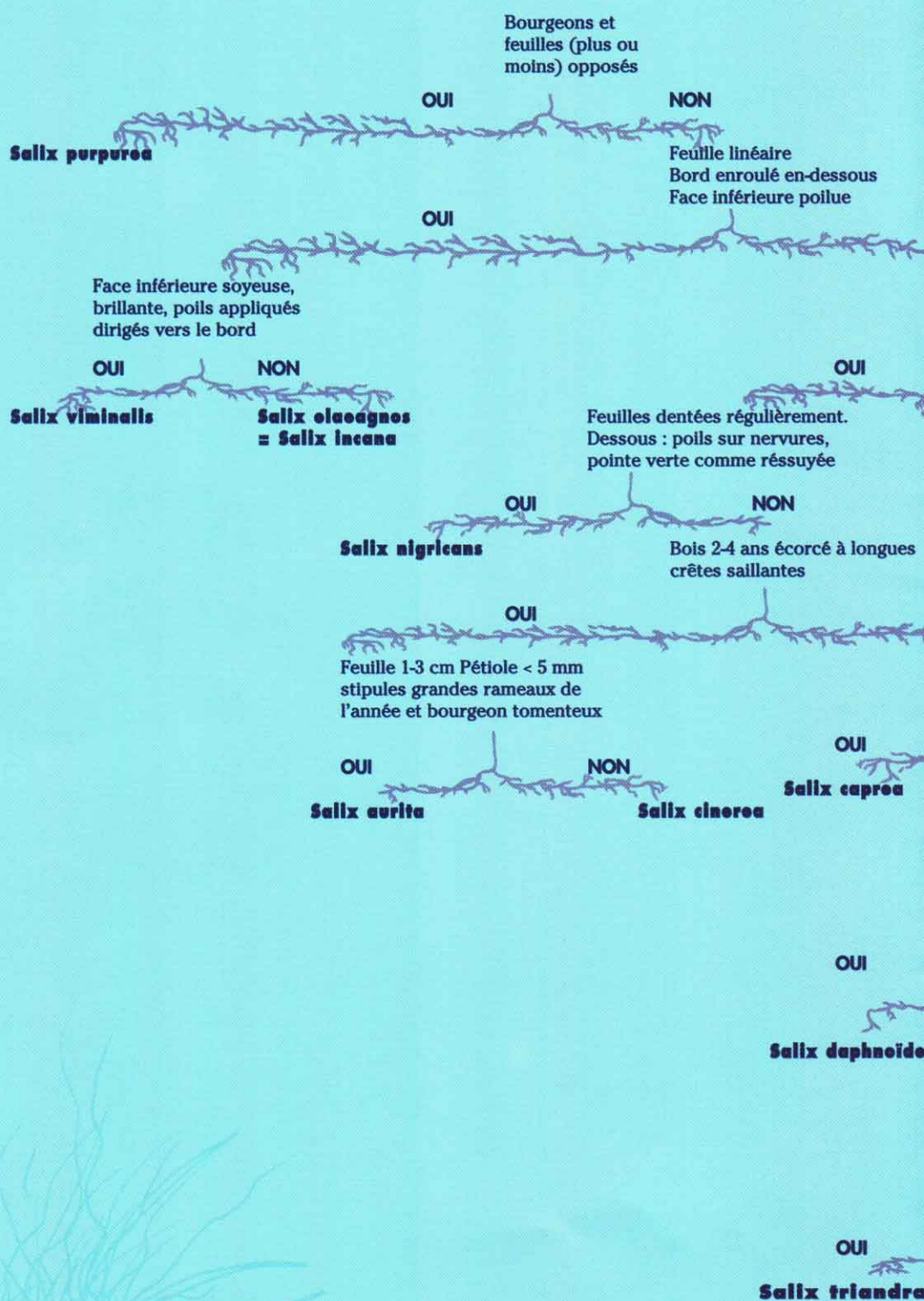
Dans ces clés, il n'est pas tenu compte des variétés et des hybrides qu'il est parfois possible de rencontrer dans la nature. Seuls les "types" sont décrits.

Des renseignements plus précis peuvent être trouvés dans [27, 28, 29, 30].

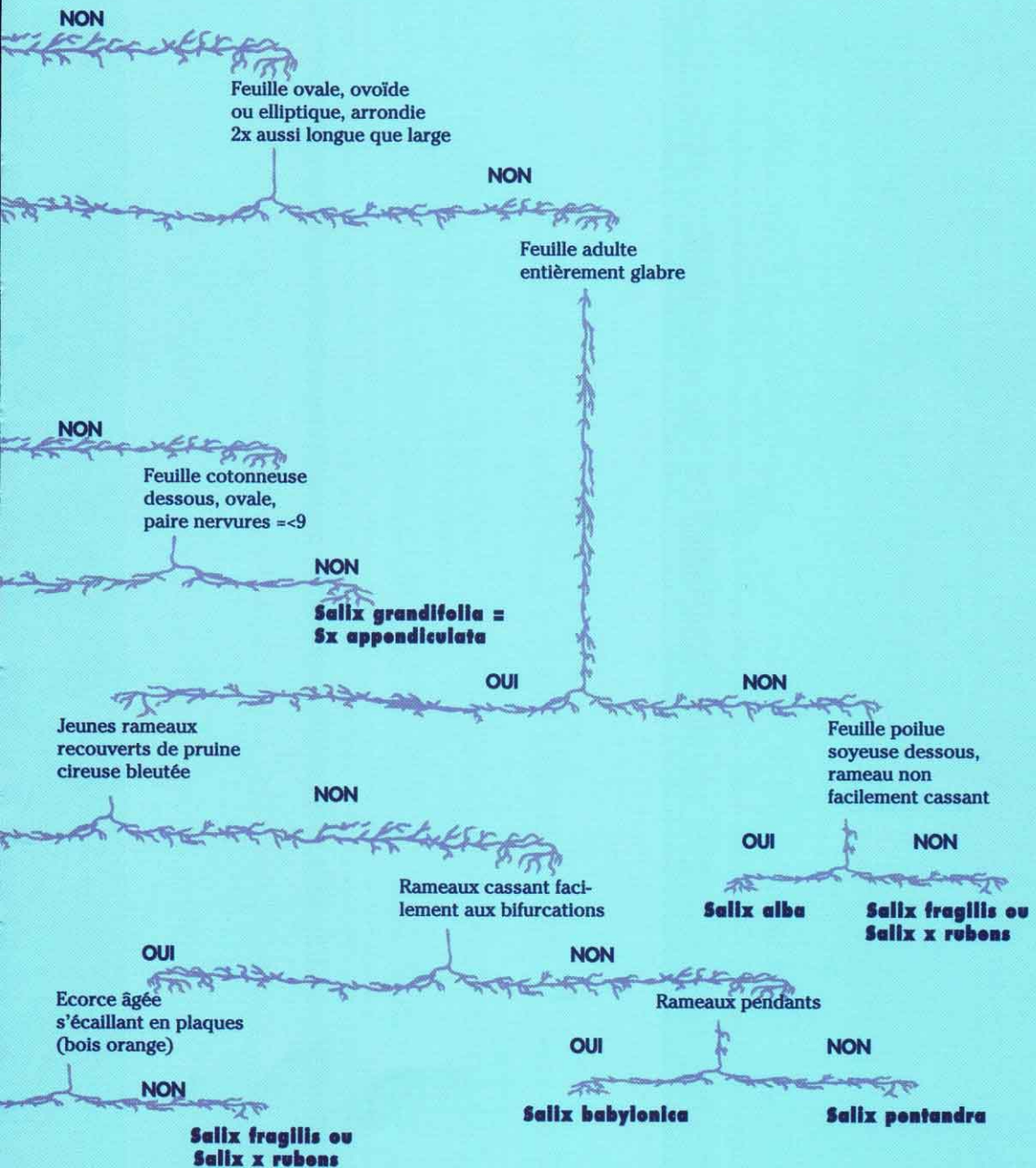


## CLE DE DETERMINATION DES SAULES I

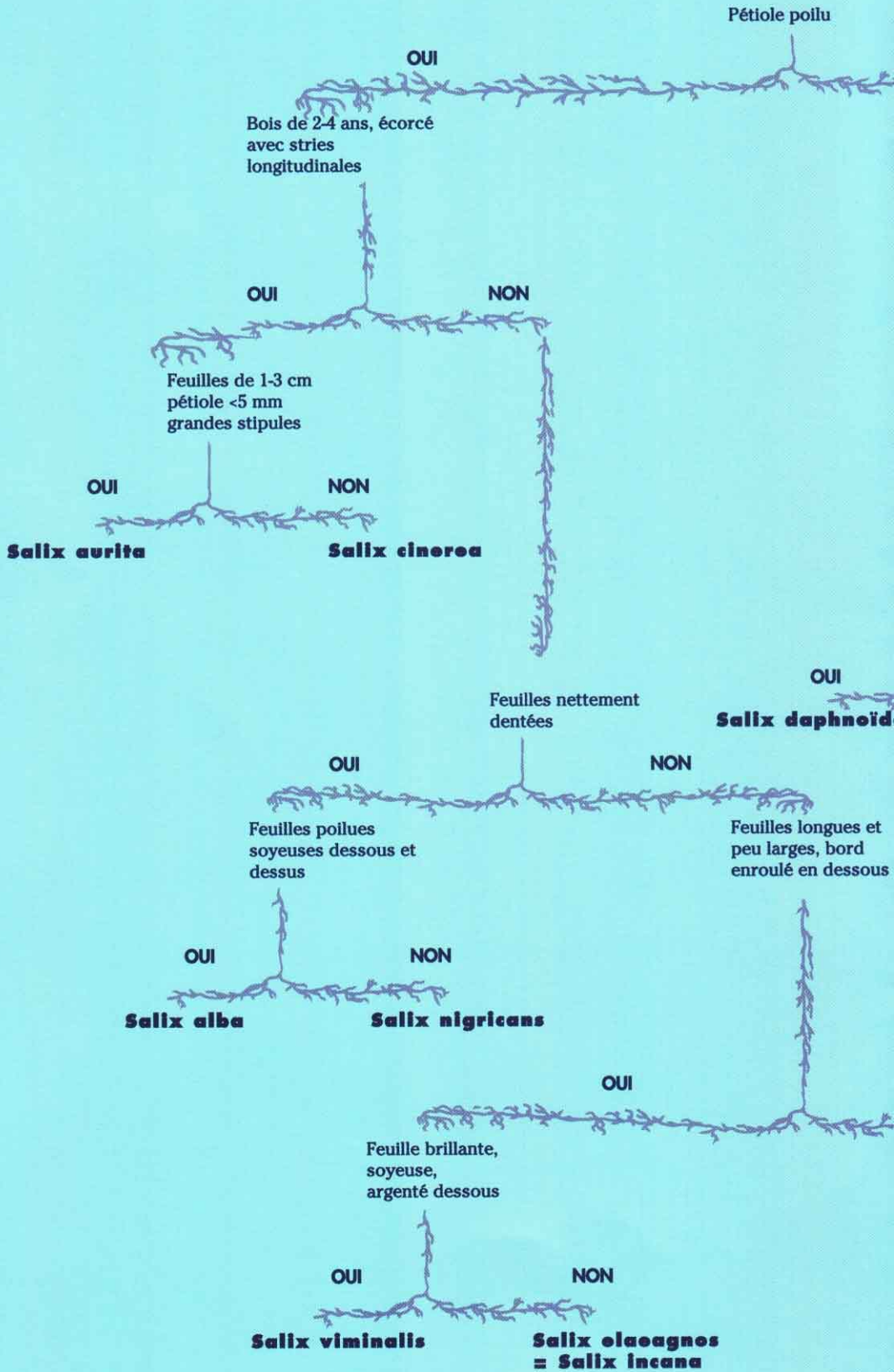
CRITERE PRINCIPAL : FEUILLES ET RAMEAUX



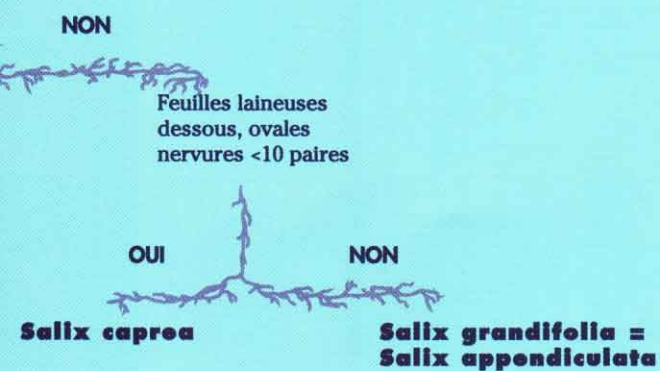
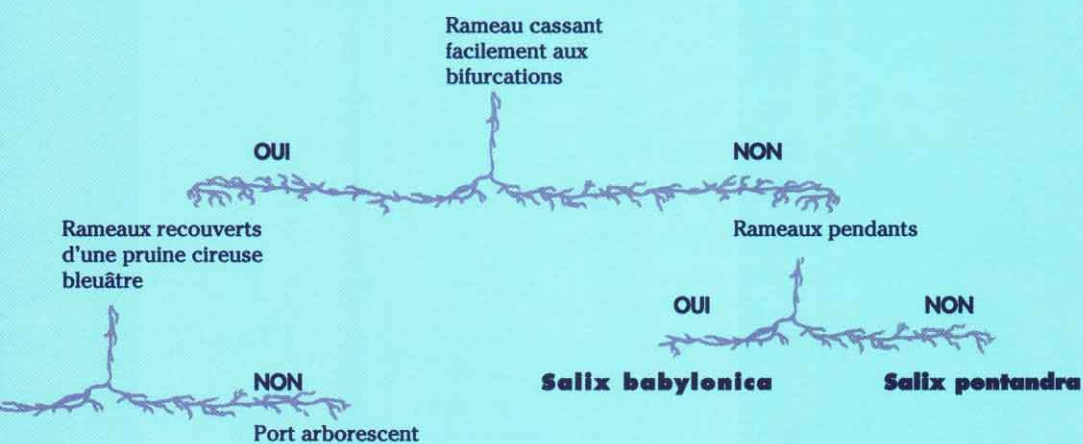
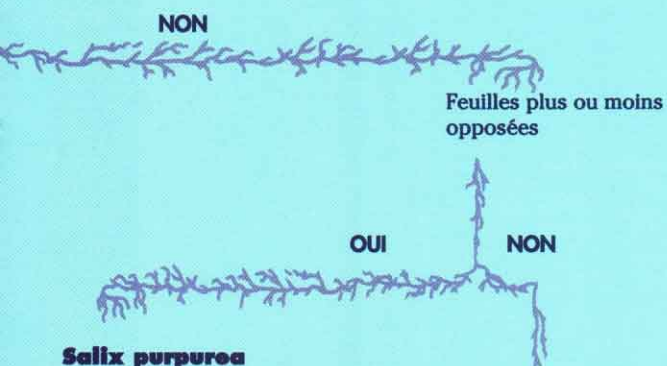




# CLE DE DETERMINATION DES SAULES II CRITERE PRINCIPAL : FEUILLES ET RAMEAUX

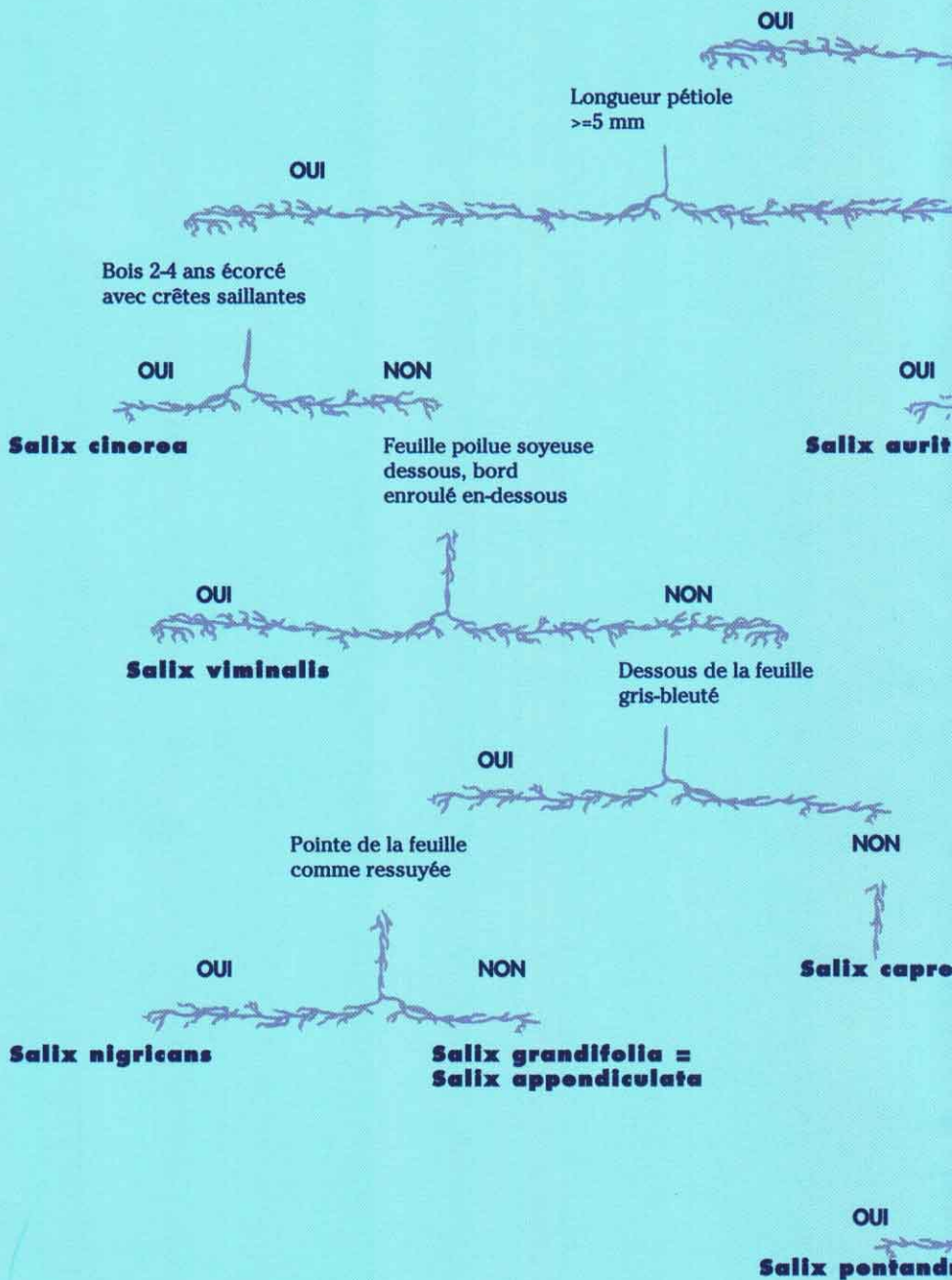




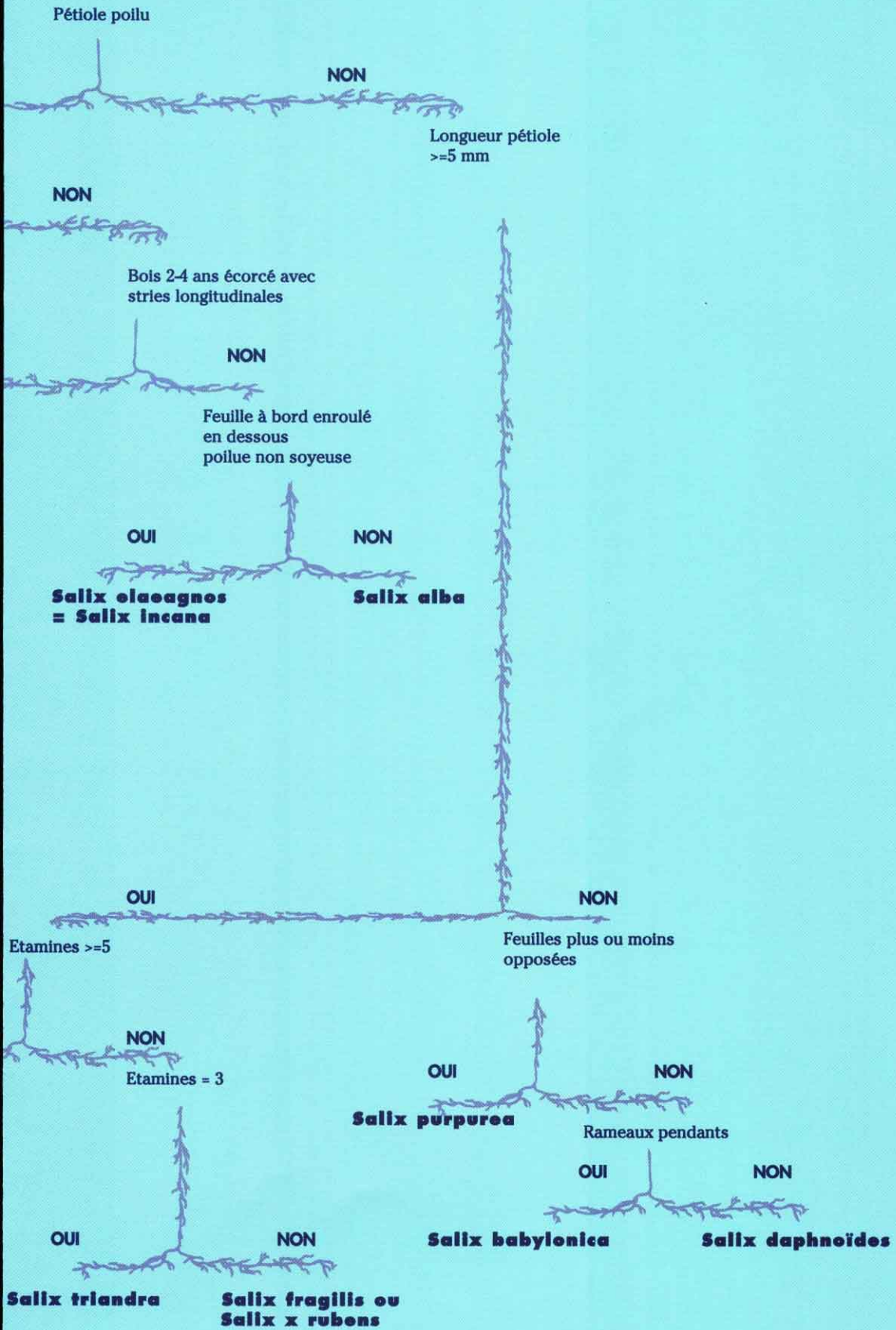


# CLE DE DETERMINATION DES SAULES III

CRITERE PRINCIPAL : FEUILLES, RAMEAUX ET FLEURS







# CLE DE DETERMINATION DES SAULES IV CRITERE PRINCIPAL : BOURGEONS ET RAMEAUX

