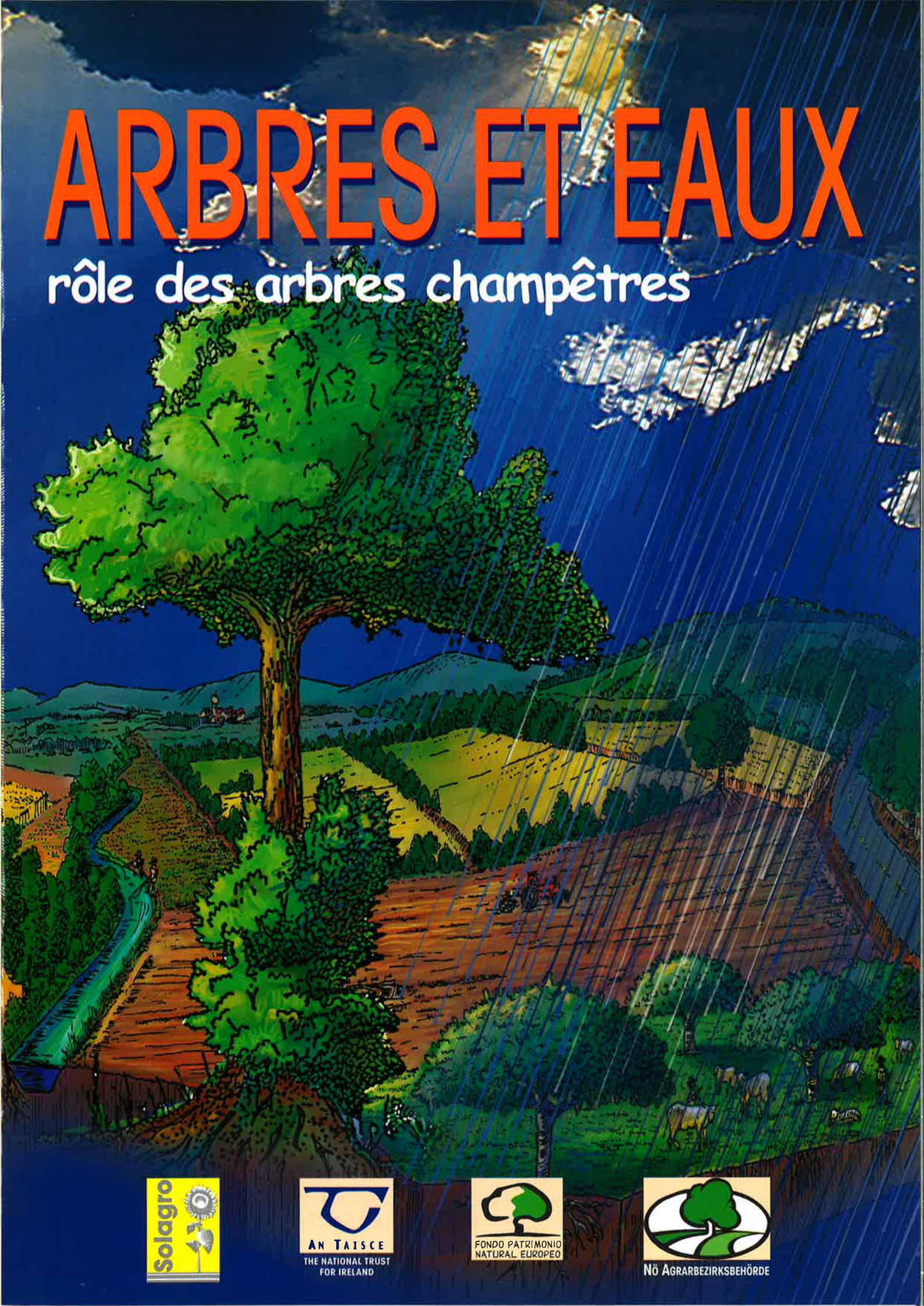


ARBRES ET EAUX

rôle des arbres champêtres



Présentation des partenaires

L'ADMINISTRATION AGRICOLE DE L'AMÉNAGEMENT FONCIER de la Basse Autriche (Autriche)

L'Administration agricole de l'aménagement foncier de la Basse Autriche réalise des projets dans les domaines suivants :

- La réforme agraire (réorganisation des parcelles de terrain agroforestières)
- L'architecture de paysage et les systèmes économiques favorables à l'environnement
- Project régional des « Écopoints » de la Basse-Autriche dans le cadre du programme agri-environnemental d'Autriche ÖPUL
- Projets pour l'aménagement de l'espace rural dans le but de renforcer les circuits économiques régionaux.

Le Fonds Européen pour le Patrimoine Naturel (Espagne)

est une organisation à but non lucratif de conservation fondée en Espagne en 1989.

Ensemble avec son organisation sœur, la fondation 2001, *Globale nature*, elles développent des projets pilotes tels que la réhabilitation des voies de transhumance (projet 2001), un programme de gestion durable des dehesas à Cáceres ou la restauration des zones humides de La Nava et Villacanas à Palencia et Toledo.

Réalisation

Solagro

Philippe POINTERAU
(coordonateur)
et Isabelle MEIFFREN
75 voie du TOEC
31076 TOULOUSE Cedex 3
Téléphone 00 33 5 67 69 69 69
Télécopie 00 33 5 67 69 69 00
E-mail solagro@solagro.asso.fr

NÖ Agrarbezirksbehörde

Christian STEINER
Landhausplatz 1, Haus 12
3109 St. Pölten/Autriche -
Téléphone 00 43 2742 200 6091
Télécopie 00 43 2742 200 5580
E-mail christian.steiner@noel.gv.at

David HICKIE

Consultant indépendant
Téléphone 00 353 1 6683 621
Email dhickie@indigo.ie

Contracté par

An Taisce

Back Lane
Dublin 8/Irlande
Phone: 00 353 1 4541 786
Fax: 00 353 1 453 32 55
Email coord@antaisce.org

Fondo Patrimonio Natural Europeo

Eduardo de MIGUEL
Capitan haya 23
28020 Madrid/Espagne
Téléphone 00 34 91 556 93 90
Télécopie 00 34 91 556 98 95
E-mail fondomadrid@telefonos.es

SOLAGRO (France)

est une association dont l'objectif est de favoriser « l'émergence et le développement de pratiques et procédés participant à une gestion économe, solidaire et de long terme des ressources naturelles ». Outre des actions de promotion et de développement des énergies renouvelables (biogaz, solaire thermique, bois énergie...), elle conçoit des outils d'évaluation et de prospective qui accompagnent les agriculteurs soucieux de faire évoluer leur système de production dans le sens d'une meilleure prise en compte de l'environnement. La préservation des « arbres des champs » est à ce titre, au cœur des préoccupations de Solagro depuis de nombreuses années et se traduit par l'édition de documents techniques et grand public, et des actions sur le terrain.

AN TAIISCE (Irlande),

le Trust national pour l'environnement, est une organisation intervenant dans la protection de l'environnement. Agée de 50 ans et comptant 5000 membres, son objectif est de protéger et conserver l'héritage naturel et culturel de l'Irlande, au travers d'une éducation citoyenne, de campagnes et d'actions de lobbying, d'interventions dans les politiques publiques, de projets pilotes, et de la gestion de ses propres terrains en propriété. An Taisce possède un statut privilégié dans les « Planning Acts » qui lui confère un rôle de force de propositions dans tous les projets de développement qui pourraient avoir un impact significatif sur l'environnement.

*Le contenu de cette publication n'engage pas la responsabilité
de la Commission européenne*

L'arbre champêtre

L'arbre champêtre constitue un des éléments essentiels qui caractérisent le paysage de nombre de régions : mirabelliers alignés de Lorraine, ragosses de Bretagne, pré-bois du Haut-Jura, amandiers du plateau Valensole... au milieu des champs de lavande... sans parler des pommiers de Normandie.

Cette présence de l'arbre champêtre est le résultat d'une double volonté, volonté des agriculteurs d'une part, volonté de la puissance publique d'autre part.

Les agriculteurs ont toujours trouvé, dans l'apport champêtre de l'arbre, une utilité personnelle voire un complément de revenu : bois de chauffage ou bois d'œuvre, fruits, piquets pour clôture, brise-vent, abris.... L'arbre champêtre a même rempli un rôle symbolique à l'occasion d'une naissance ou d'un mariage. Mais la volonté publique s'est aussi exprimée dans de grandes politiques de plantations d'arbres, que ce soit le long des routes depuis François 1^{er} ou dans les campagnes notamment au cours du XIX^e siècle.

Aujourd'hui, la question du renouvellement de ce patrimoine se pose, alors que les conditions économiques, sociales et environnementales ont changé.

Si l'utilité économique de l'arbre champêtre est devenue moins directe, son intérêt écologique par contre apparaît de plus en plus évident. Par son rôle de brise-vent, il concourt au bien-être animal, par sa fonction de piège à nitrates, il permet d'améliorer la qualité de l'eau, son intérêt devient alors central. Enfin, il peut aider l'exploitation agricole à s'ouvrir à la multifonctionnalité en diversifiant ses productions (cueillette, vente directe, travail du bois...).

La dynamique amorcée en 1993 par nos deux ministères, avec l'opération « l'arbre dans le paysage rural » suivie par la mise en place des opérations locales agri-environnementales, des plans de développement durable, du fonds de gestion de l'espace rural, a favorisé des opérations de replantation en liaison avec les actions de plus en plus nombreuses menées par les collectivités territoriales, d'un côté et la Commission Européenne, de l'autre.

La loi d'orientation agricole, avec le contrat territorial d'exploitation et la loi d'aménagement et de développement durable des territoires, avec notamment les schémas de services des espaces naturels et ruraux, amplifient l'engagement de l'État pour aider les agriculteurs à replanter des arbres dans les champs.

Il s'agit, à l'aube du troisième millénaire, d'un véritable enjeu pour un développement durable de l'agriculture au service de la société.



Dominique VOYNET



Jean GLAVANY

S o m m a i r e

Introduction	3
Chapitre 1	
Les systèmes agroforestiers en Europe	4
Panorama des principaux systèmes agro-forestiers	4
Un abandon progressif des systèmes agro-forestiers	5
Éléments régulateurs des conditions climatiques extrêmes	6
La protection de l'eau, un nouvel enjeu pour l'arbre des champs ?	7
Chapitre 2	
De multiples déclinaisons à l'échelle locale	8
Chapitre 3	
Les impacts de l'arbre sur le cheminement de l'eau	10
Chapitre 4	
Régulation du régime des eaux	12
Rôles des arbres en amont du bassin versant	12
Incidences en aval sur l'écoulement des rivières	15
En résumé	17
Chapitre 5	
Accroître la protection des sols contre l'érosion	18
Le sol : un capital qui ne se renouvelle que très lentement	18
L'érosion : une conjonction de facteurs	18
La moitié de la surface agricole européenne soumise à l'érosion hydrique	20
Dehesas et Montados : des arbres « parapluie » qui ont prouvé leur efficacité dans l'agriculture méditerranéenne	20
Des haies « barrières » dans les régions atlantiques	21
En résumé	21
Chapitre 6	
Mieux recycler les éléments minéraux	22
Le recyclage des éléments minéraux par les arbres	22
Le processus de dénitrification	23
En résumé	23
Chapitre 7	
Limiter l'évapotranspiration, là où l'eau fait défaut	24
Effets du vent sur l'évapotranspiration des plantes	24
Effets de la haie brise-vent sur les cultures	24
En résumé	25
Chapitre 8	
Protéger les rivières	26
Rôle de l'enracinement dans la protection des berges	26
Incidences de l'entretien dans la régulation des crues	26
Drainage et chenalisation des cours d'eau	27
Rôle des arbres et de la végétation rivulaire pour absorber les engrais lessivés	27
En résumé	28
Conclusion	
L'arbre champêtre, un rôle majeur pour l'économie de l'eau	29
Comment agir	30
Glossaire	31
Bibliographie	32

Introduction



Chouette
chevêche
et vieux fruitier.

L'objectif de cette brochure est, sur les bases des connaissances actuelles, de fournir les bases techniques qui montrent que « l'arbre champêtre » (l'arbre en tant qu'élément d'un système agricole productif et non forestier) peut apporter des solutions durables et économes dans la gestion de l'eau (qualité, écoulement, débit) et la préservation des sols. Les agriculteurs ont su depuis des générations adapter leurs systèmes de production et leurs pratiques agricoles au milieu naturel (sol, climat...). L'arbre « cultivé hors de la forêt » est dans de nombreuses régions européennes, un élément déterminant de cette adaptation.

Régulateur de tous les excès climatiques grâce notamment à son implantation pérenne et son système racinaire étendu, il a permis au paysan de s'implanter sur les fortes pentes, dans les pays battus par les pluies ou les vents, ou à l'inverse dans les climats secs. Certes il n'est pas présent partout. Dans les vastes plaines et sur les plateaux en climat tempéré non soumis à l'érosion, sur les estives d'altitude où la couverture prairiale permanente et des chargements en animaux limités assurent une bonne protection des ressources naturelles, l'arbre cultivé ne tient pas une place majeure. Tantôt élément annexe aux productions agricoles, il est dans certaines zones (arides, humides, pentues, ou peu fertiles) à la fois le cœur même de la production (oliveraie, châtaigneraie, suberaie, prés-vergers de pommiers...) et le meilleur allié d'une agriculture faible consommatrice d'intrants mais forte utilisatrice des ressources et des potentialités locales.

Pour satisfaire au mieux ses besoins (protection des cultures, alimentation des animaux...), le paysan a su au fil des années trouver l'essence (ou le mélange d'essences) la mieux adaptée aux spécificités et contraintes locales, choisir la structure la plus pertinente (en haie autour du champ ou en complantation), élaborer des techniques de taille appropriées (haut jet, parasol, taillis...)

Il en ressort aujourd'hui des systèmes agroforestiers très diversifiés depuis l'Andalousie jusqu'au Silchewig-Holstein, de l'Irlande à la Basse-Autriche : bocages, dehesas, prés-vergers, alignements...

Si ces structures arborées ont toutes été conçues pour assurer conjointement des fonctions économiques, écologiques, paysagères, les volets « production » (bois, fourrage, gland, fruit, liège...) et « fonctionnel » (clôture, brise vent, ombrage) étaient prioritaires. La protection des eaux, la régulation des ravageurs, le maintien de la biodiversité, la qualité du paysage... en d'autres termes toutes ces fonctions annexes qui donnent aujourd'hui une nouvelle légitimité aux arbres champêtres, n'étaient que des résultantes des attendus « économiques » et « fonctionnels ».

L'agriculture a bien évolué. L'intensification des pratiques agricoles et le manque (le coût) de main d'œuvre ont entraîné la perte de nombreuses productions des arbres et de certaines de leurs fonctions. Après avoir éliminé l'arbre des systèmes de production, on découvre aujourd'hui que certaines fonctions écologiques ne sont plus ou sont mal assurées, entraînant une dégradation des ressources naturelles. On s'aperçoit en particulier que l'arbre, réparti dans l'espace agricole d'une façon organisée, assurait une bonne protection du sol et des ressources en eau.

L'arbre champêtre disparaît. Doit-on vraiment s'en alarmer dans la mesure où l'arbre forestier s'étend partout en Europe ? Certainement. Car la progression de la forêt s'opère avant tout dans les zones de déprise agricole, là où les problèmes environnementaux sont les moins cruciaux.

Partout ailleurs, et tout particulièrement dans les zones de production intensive, là où les tensions sur la ressource en eau sont les plus fortes, l'arbre champêtre mérite de retrouver pleinement sa place.

Les systèmes agroforestiers en Europe



Dehesa pâturée par des merinos.

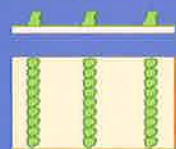
De la forêt aux espaces ouverts : une grande diversité de formes et de systèmes façonnés par le développement de l'agriculture, différents selon les régions, le climat, le sol et les habitudes culturelles.

La lente mais constante évolution de l'agriculture, basée sur la mise en valeur des ressources locales et de la biodiversité, a abouti à des systèmes agricoles et des paysages extrêmement diversifiés. L'évolution se poursuit aujourd'hui d'une façon accélérée mais tend à rationaliser et simplifier les systèmes et les paysages. Pendant longtemps, le développement de l'agriculture s'est fait au détriment des forêts et dans certains pays

comme l'Irlande, elles avaient même quasiment disparu. La forêt est cependant restée là où la mise en valeur agricole était difficile, avec parfois des pratiques de sylvopastoralisme. Ailleurs, l'arbre n'a pas été totalement éliminé. Le paysan a compris tout le bénéfice qu'il pouvait en retirer pour déployer son agriculture. Le recul des forêts a ainsi été en partie compensé par la mise en place de systèmes agroforestiers très diversifiés tant par leurs

structures, que leurs usages ou que par les essences qui les composent. Ces systèmes agricoles où l'arbre tient encore une place dans la production peuvent être analysés et perçus au travers du premier filtre des conditions climatiques. Le climat (ensoleillement, température, pluviométrie) constitue en effet une réalité dont le paysan ne peut s'abstraire.

Panorama des principaux systèmes agroforestiers



Néobocage en ligne. Couverture arborée de 2 à 5 %.



Bocage arboré. Couverture arborée de 3 à 10 %. Système stable à consommation limitée d'intrants.



Système de complantation. 10 à 30 % de couverture arborée. Système à faibles intrants.



Les néobocages

De construction récente (xix^e et xx^e siècles), ils occupent des zones très ventées où l'agriculture n'a pu se développer qu'à l'abri de haies brise-vent.



Le bocage traditionnel

Il occupe toute la zone atlantique mais aussi les zones de piémont. Dans ces régions, qui bénéficient

de conditions climatiques favorables (grandes périodes de végétation), l'élevage a conquis l'essentiel de l'espace. Le bocage constitue un maillage de haies qui sert à la fois d'enclos pour les animaux mais aussi à réguler l'eau et le vent.



Les prés-vergers

Il s'agit de pâtures complantées d'arbres fruitiers (40 à 80 arbres/ha) généralement des pommiers (Normandie, Kent et West Midlands, Wurtemberg, Asturies, plateau Suisse), des poiriers (Domfrontais en Normandie et Amstetten en Basse-Autriche) ou des mirabeliers (Lorraine et Alsace). Les fruits sont généralement valorisés en cidre ou en alcool.



Le système de cultura promiscua

C'est un paysage méditerranéen de complantation parfois en terrasses où se juxtaposent de manière serrée plusieurs cultures sur la même parcelle. Chaque par-



Le paysage méditerranéen

Il correspond à la zone des cultures traditionnelles méditerranéennes : arboriculture, vigne et céréales. Dans les secteurs les plus arides, il est remplacé par la dehesa et dans les secteurs fortement peuplés, il a donné lieu à des paysages très entretenus comme la cultura promiscua et les huertas.



Dehesa, vue générale.



Système de complantation et de sylvopastoralisme. 10 à 30 % de couverture arborée (dehesa, oliveraie traditionnelle).



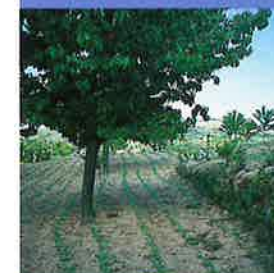
Dehesas et montados

Les dehesas en Espagne et les montados au Portugal sont des systèmes extensifs des zones semi-arides où les arbres coexistent avec quelques cultures et du pâturage. Moutons,



Les huertas

Véritables jardins, les huertas occupent les basses plaines irriguées des zones méditerranéennes avec une riche polyculture mêlant l'arbre au champ. Les cultures sont associées et nécessitent une main d'œuvre abondante. On y trouve des arbres subtropicaux tels que pêcher, abricotier, citronnier ou oranger qui profitent de la chaleur et de la longueur des étés.



Huerta : culture légumière implantée sous cerisiers. Pena de Francia - Espagne.



Clairière agricole en milieu boisé. 40 à 70 % de couverture boisée.

Les systèmes agroforestiers se distinguent des agricultures à champs ouverts

Les openfields

Ils occupent essentiellement les vastes plaines et plateaux du centre de l'Europe. On y trouve les meilleures terres et des conditions climatiques très favorables. La culture de céréales domine. L'arbre est quasi-absent de ces espaces où son rôle de régulateur face au climat est moins utile qu'ailleurs, sauf dans les régions ventées.

Openfields de grande culture, couverture arborée inférieure à 2 %. Système à forte consommation d'intrants et faible main-d'œuvre.

Les clairières forestières

Les paysages du nord de l'Europe tout comme les paysages de montagnes sont dominés par les forêts. La plupart des champs se retrouvent donc en lisière de bois.

Un abandon progressif des systèmes agroforestiers

ÉVOLUTION DES SURFACES ARBORÉES EN EUROPE

Systèmes agricoles traditionnels avec arbre	Taux de réduction	Dates
Linéaire de haies en km (France)	43 %	1975 à 1985
Linéaire de haies en km (Royaume-Uni)	23 %	1984 à 1990
Linéaire de haies en km (Catalogne - l'Espagne)	46 %	1957 à 1987
Linéaire de haies en km (Irlande)	14 %	1937 à 1984
Prés-vergers en ha (France)	37 %	1982 à 1998
Prés-vergers en nombre d'arbres (Bad-Wurtemberg - Allemagne)	54 %	1951 à 1990
Nombre de fruitiers de haute tige (Autriche)	70 %	1938 à 1994
Prés-vergers en ha (Royaume-Uni)	66 %	1960 à 1998
Nombre de fruitiers de haute tige (Suisse)	70 %	1951 à 1991
Nombre d'arbres par ha dans les dehesas (Espagne)	23 %	1957 à 1981

Depuis le début des années 60, la mécanisation agricole avec un développement continu de machines de plus en plus larges et plus puissantes, a entraîné un réaménagement foncier. Les parcelles ont été agrandies pour laisser manœuvrer les machines. Le drainage artificiel a aussi permis la mise en culture de prairies humides. On a alors assisté à une forte réduction du linéaire de haies et à un abandon de nombreux systèmes extensifs où coexistaient l'arbre et l'herbe.



Prés-verger de pommiers pâturé par des ovins.

Éléments régulateurs des conditions climatiques extrêmes



Bocage.



Agriculture de montagne, haie et lisière de bois.



Cultura promiscua : terrasses complantées d'oliviers, de vigne, et de cultures légumières. Vallée du Douro.

L'ensoleillement est ainsi de 1 400 heures en Europe centrale (Hessen) tandis qu'il atteint 3 250 heures au niveau de Gibraltar. L'intensité des radiations disponibles pour les cultures est ainsi deux fois plus faible à Hambourg (930 W/m²) qu'à Malaga (1 700 W/m²).

L'arbre est absent ou très peu présent dans les régions à faibles contraintes climatiques (openfield d'Europe continentale) et où les sols sont parmi les plus fertiles. Il est par contre bien représenté dans les zones où les contraintes hydriques, d'ensoleillement ou de vent sont importantes. La structure arborée implantée dépend en partie de ce diagnostic climatique et de la nature du sol.

Dans les zones où le vent constitue une menace physique contre les cultures, les agriculteurs ont, dès le siècle dernier, mis en place un

maillage organisé de haies brise-vent. Dans les zones nordiques ou de montagne, la forêt devient l'occupation dominante de l'espace. L'espace agricole est limité et occupe de vastes clairières ou empiète sur la forêt (prébois). On retrouve aussi la forêt en zone méditerranéenne sur les sols pauvres et les terrains accidentés accompagnée parfois d'un pâturage extensif.

Les prés-vergers, qui couvraient plusieurs millions d'hectares au début du siècle, ont constitué une forme originale d'optimisation et de diversifica-

tion de la production agricole. Cette production extensive de fruits qui se combine avec le pâturage est particulièrement bien adaptée aux climats humides atlantiques et de moyennes montagnes. Le pré-verger, le plus souvent inséré dans un maillage bocager, s'adapte parfaitement à ces sols humides en hiver, difficiles à mettre en culture, et concourt ainsi à une bonne protection du milieu et des ressources en eau.

Dans les régions humides atlantiques et montagnardes

En Europe atlantique, les pluies élevées entraînent une forte humidité des sols et l'ensoleillement constitue un facteur limitant. Dans ces régions, l'objectif est de réduire les excès d'eau et de profiter au maximum de l'ensoleillement.

La solution développée par les agriculteurs dans ces régions humides a été le bocage. Des espaces ouverts sont conservés pour les cultures qui reçoivent un ensoleillement

maximum. Les arbres favorisent le drainage et accélèrent l'infiltration de l'eau en excès. Cantonnés en bordure de champs et régulièrement taillés pour limiter leur place (5 % de la SAU) et leur ombrage, ils assurent une importante production de bois de chauffage et de bois d'œuvre. Certaines de ces régions ont aussi développé un système combinant arbre et pâturage, le pré-verger

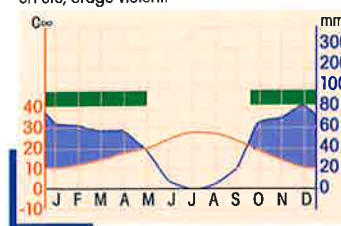
Dans le sud soumis à la sécheresse estivale

En Europe méditerranéenne, l'ensoleillement n'est pas pour les cultures une ressource limitée contrairement à l'eau. La pluviométrie moyenne dans ces régions varie de 200 mm à 600 mm, soit entre 10 % et 40 % de la pluviométrie moyenne de l'Europe centrale et du nord. En été, l'eau devient extrêmement rare du fait de la faible pluviométrie (de 10 à 80 mm) et de l'évapotranspiration particulièrement élevée à cause des hautes températures.

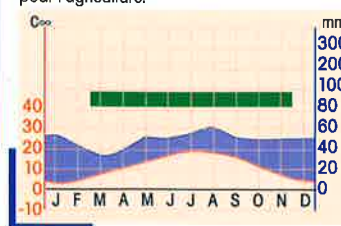
Dans certaines de ces régions, le sylvo-pastoralisme, basé sur des pâturages complantés d'arbres épars, associé à une transhumance estivale, s'est développé comme système de production. Les arbres avec un port en parasol permettent une protection du sol et

du pâturage contre un ensoleillement et une évaporation excessifs. L'arbre occupe une place importante et peut devenir même la production principale (oliveraie, châtaigneraie, chêne liège, arbres fruitiers des huertas et la cultura promiscua).

Séville
Sécheresse estivale, température très élevée en été, orage violent.



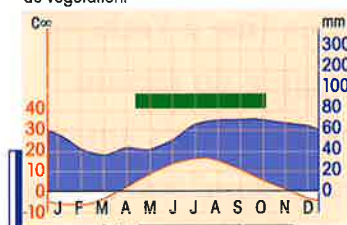
Paris
Conditions écologiques optimales pour l'agriculture.



Dans les zones froides

Dans le nord de l'Europe et dans les zones montagneuses, où la période de végétation est réduite par le froid et le gel, les haies et les lisières de bois peuvent permettre un léger réchauffement des parcelles et donc accroître la pousse de l'herbe.

Helsinki
Importante période de froid et faible période de végétation.



Dans les zones très ventées

En Europe centrale et du nord, et aussi dans certaines régions du sud, les vents violents limitent l'agriculture à cause des dommages aux productions, de l'érosion éolienne et d'une

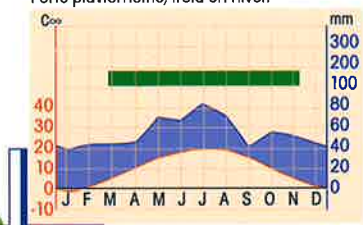
intense évapotranspiration. Dans ces régions, des « néobocages » brise-vent ont été mis en place pour protéger les cultures et conserver l'humidité de l'air et du sol.

La protection de l'eau, un nouvel enjeu pour l'arbre des champs ?

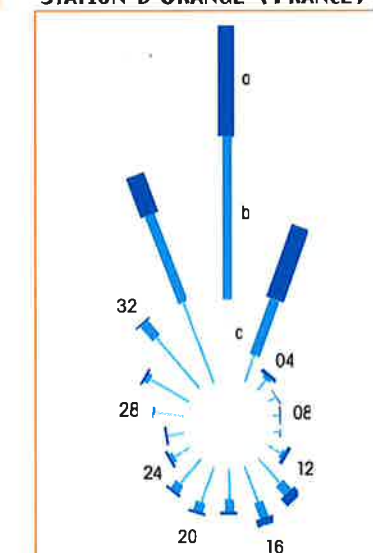
L'intensification de l'agriculture (concentration des cheptels, généralisation de la fertilisation chimique, des traitements pesticides, augmentation des surfaces irriguées et de sols nus...) et l'évolution dans l'occupation de l'espace dans certaines régions (augmentation des surfaces artificialisées, augmentation

des forêts, réduction des haies...) ont engendré une augmentation de la pression sur les ressources en eau tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. Dans ce contexte « l'arbre des champs », devient un enjeu écologique majeur comme élément régulateur de toutes ces pressions directes et indirectes sur les ressources en eau. Ses fonctions dans la production agricole (bois, fourrage, abri des cultures ou des animaux) peuvent même passer au second plan par rapport à l'enjeu qui pèse aujourd'hui sur nos ressources en eau.

Vienne
Forte pluviométrie, froid en hiver.



FRÉQUENCES MOYENNES ANNUELLES DES DIRECTIONS DU VENT STATION D'ORANGE (FRANCE)



En % du vent par direction et par groupes de vitesses (a : 2 à 4 m/s ; b : 5 à 8 m/s ; c : > 8 m/s).

Maille de haies brise-vent en Basse Autriche.

Culture en terrasse plantée d'arbres fruitiers. Espagne.



La vallée du Rhône est particulièrement ventée avec un vent caractéristique nord-sud, le Mistral. Le vent y souffle à plus de 2 m/s 71,6 % du temps et pour 14 % à plus de 8 m/s (soit plus de 29 km/h). La présence de ce vent a entraîné la mise en place d'un bocage à mailles serrées à base de cyprès et de peuplier.

De multiples déclinaisons à l'échelle locale

Au-delà de cette organisation à grande échelle de l'espace où l'arbre vient conforter l'agriculture surtout dans des conditions climatiques difficiles, il existe une organisation plus fine à l'échelle du bassin versant. Elle prend en compte la topographie du terrain, les différents types de sol ou la présence de cours d'eau mais aussi le contexte agricole (zone intensive, zone en déprise, zone touristique, zone protégée...) et la protection des villages et des infrastructures.

Haies bordant les rivières

Il s'agit d'une forme particulière de haie qui épouse le contour de la rivière. Du fait de la présence de l'eau elle est dominée par des essences telles que le frêne, l'aulne, le saule ou le peuplier. Quand ces haies s'élargissent on peut parler de ripisylve.

Haies

Structure arborée linéaire composée d'arbres de haut jet, de taillis et d'arbustes d'une largeur moyenne généralement comprise entre 5 et 10 mètres. Les haies sont généralement composées d'essences locales. Leur forme et leur taille dépendent des pratiques d'entretien.

Arbre isolé et buisson

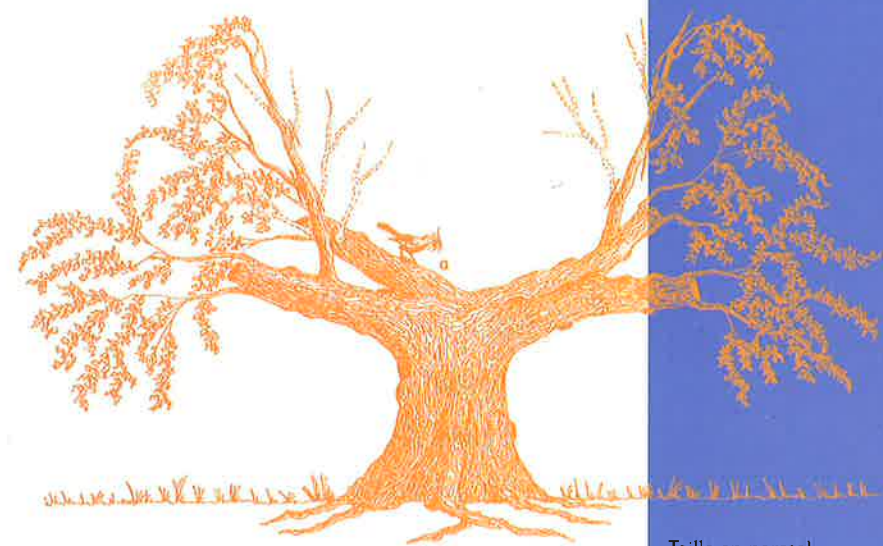
Arbre épars ou buisson situés dans un champ ou en bordure.

Bosquets

Il s'agit de petits boisements composés d'essences locales dont la superficie ne dépasse pas 0,5 ha. Au-delà de cette surface on parle alors de bois ou de forêt.

Complants

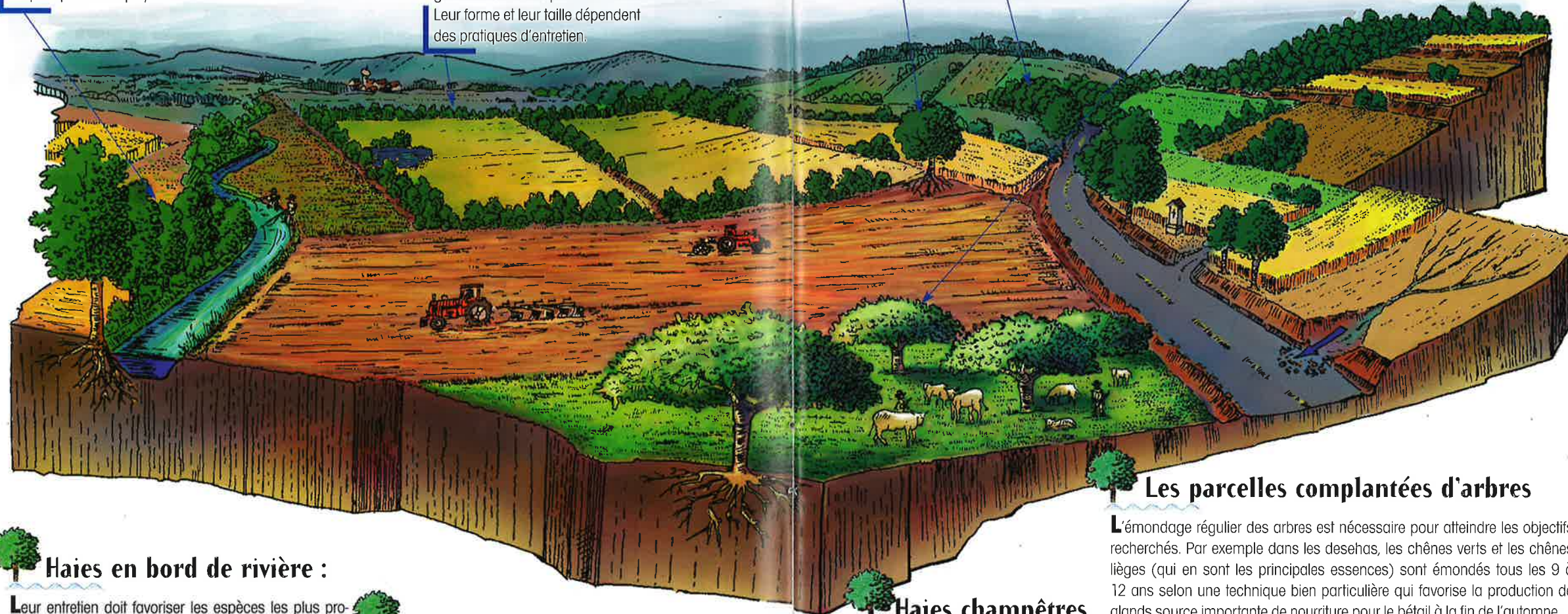
Il s'agit de systèmes agro-forestiers de complantation d'arbres sur des pâtures ou des parcelles cultivées. Les arbres sont dispersés au milieu de la parcelle. La production est double : celle des arbres et celle de la culture ou de la prairie.



Taille en parasol du chêne vert des dehesas.

UN ENTRETIEN ADAPTÉ AUX BÉNÉFICES RENDUS

Maintenus intentionnellement ces éléments arborés facilitent l'activité agricole et même augmentent son efficacité. Ils ne peuvent assurer pleinement et durablement leurs fonctions que si les paysans les entretiennent régulièrement et correctement. Aussi longtemps que l'arbre cultivé assure des fonctions suffisamment importantes pour les agriculteurs, il conserve sa place dans l'agrosystème. Mais de plus en plus, la baisse du nombre d'actifs agricoles, la perte des savoir-faire en matière de taille et d'entretien, l'absence d'une reconnaissance effective de leur valeur économique, paysagère, écologique ont modifié la perception des agriculteurs. Percu comme inutile, voire comme un obstacle, l'arbre a été et est encore aujourd'hui abandonné, arraché.



Haies en bord de rivière :

Leur entretien doit favoriser les espèces les plus propices comme les frênes, les aulnes et les saules, éclaircir et rajeunir la végétation pour éviter un apport trop important de feuilles, branches et arbres morts dans la rivière. Tous ces apports peuvent créer des embâcles qui vont gêner la circulation de l'eau. Cette végétation constitue le dernier filtre aux éléments polluants et à la terre venant des champs cultivés. Dans les zones d'agriculture intensive, il est nécessaire de maintenir une bande arborée d'au moins 20 mètres de large.



Haies brise-vent

Un bon brise-vent doit réduire la vitesse du vent de 40 à 50 %. Cela nécessite une certaine perméabilité atteinte avec une largeur optimale de 8 mètres. Les branches doivent donc être élaguées régulièrement et les arbustes recépés pour maintenir leur perméabilité. Il doit être aussi suffisamment haut ce qui implique de choisir des arbres qui poussent vite et haut.



Haies champêtres

Ces haies ont souvent plusieurs finalités : clôture, protection des animaux contre le vent, la pluie et le soleil et production de bois. Un entretien régulier qui permet une production de bois, est nécessaire pour éviter que la haie ne s'élargisse trop au détriment du champ et pour la rajeunir.

Les parcelles complantées d'arbres

L'émondage régulier des arbres est nécessaire pour atteindre les objectifs recherchés. Par exemple dans les dehesas, les chênes verts et les chênes lièges (qui en sont les principales essences) sont émondés tous les 9 à 12 ans selon une technique bien particulière qui favorise la production de glands source importante de nourriture pour le bétail à la fin de l'automne. La taille en parasol de la couronne assure un ombrage homogène et important en surface qui réduit l'évapotranspiration de l'herbe située en dessous en la protégeant du fort ensoleillement. Une bonne gestion passe aussi par un enlèvement régulier des buissons et la plantation de jeunes chênes (ou la protection des semis naturels) de façon à assurer le renouvellement et une densité optimale d'arbres. Tout comme les fruitiers des prés-vergers, il est important de protéger les jeunes arbres contre la dent des animaux (mise en défens, protection individuelle).

Les impacts de l'arbre sur le cheminement de l'eau

Les haies et les arbres situés sur un bassin versant influencent l'écoulement de l'eau depuis son arrivée avec la pluie jusqu'à sa sortie par le cours d'eau ou par rejet dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Ils peuvent aussi influencer sur la qualité de l'eau qui peut se charger plus ou moins en éléments minéraux et particules fines.

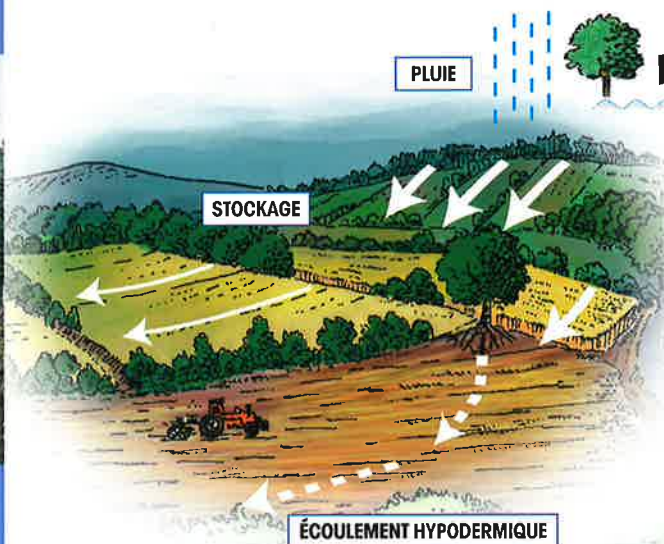


Prés-vergers de poiriers, Autriche.



Entretien d'une haie basse de charme.

Les arbres champêtres assurent à la fois des fonctions générales et des fonctions particulières. Pour ce qui est de l'eau, les fonctions générales concernent les effets sur la qualité et l'écoulement de l'eau liés au recyclage des éléments minéraux et à l'amélioration du microclimat. Les fonctions particulières concernent la protection contre l'érosion hydrique ou éolienne, leur rôle de zone tampon et de protection des berges de rivière ainsi que l'effet d'ombrage permettant le maintien d'une eau plus fraîche en été.

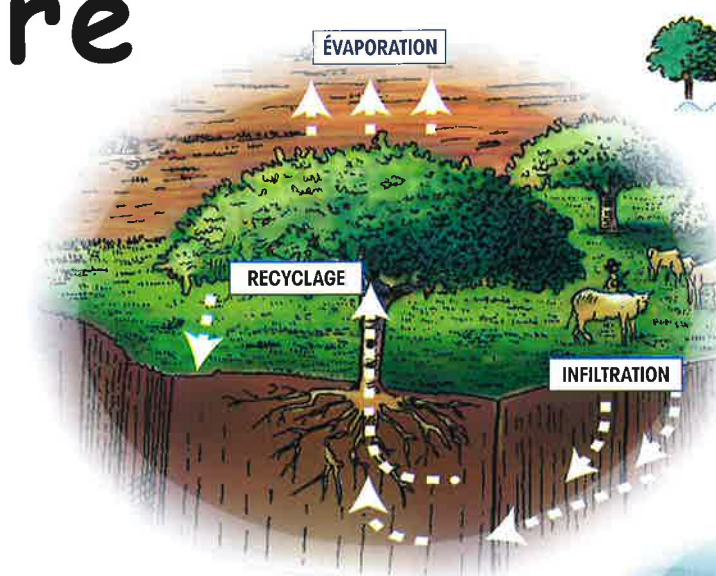
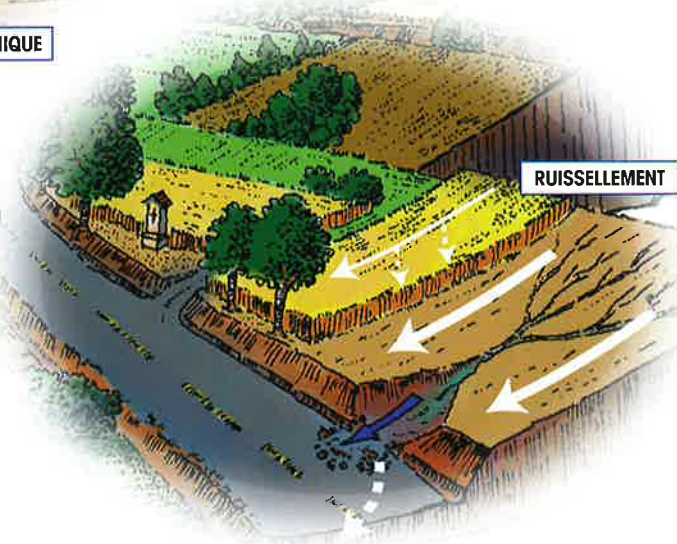


Réguler le régime des eaux

L'arbre ralentit la vitesse de circulation de l'eau et favorise son infiltration dans le sol. Ainsi l'eau de pluie tombée dans le bassin versant mettra plus de temps à atteindre la rivière, occasionnant un décalage entre les fortes pluies et le débit de la rivière.

Accroître la protection des sols contre l'érosion

Les arbres diminuent la quantité d'eau ruisselée en augmentant l'eau infiltrée et en barrant physiquement son écoulement. L'érosion est ainsi réduite et la qualité de l'eau des rivières améliorée.



Recycler les éléments minéraux

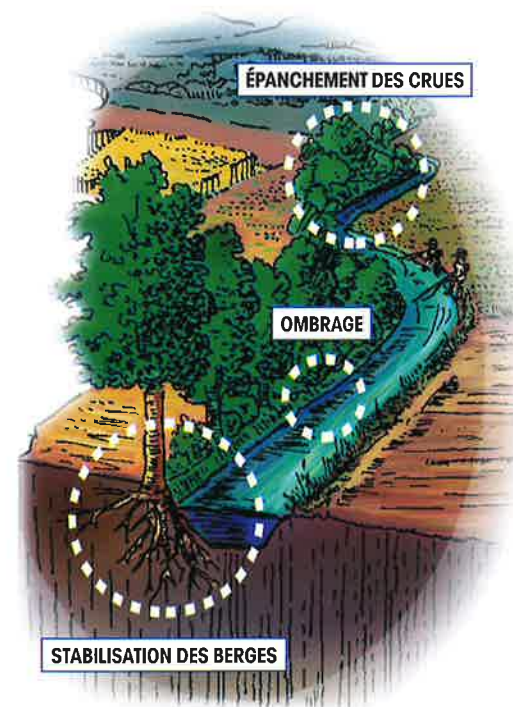
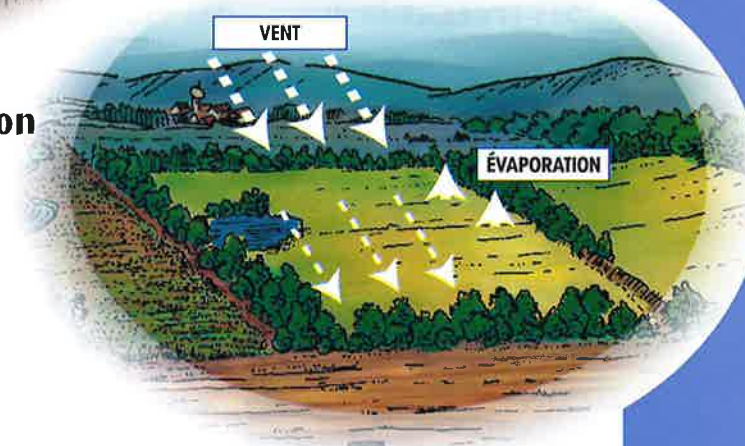
L'arbre, par son enracinement profond, recycle à la surface du sol, surtout par ses feuilles, une partie des éléments minéraux, en particulier l'azote, entraînés par l'eau.



Arbre épars.

Limiter l'évapotranspiration

L'arbre organisé en haie brise-vent permet une meilleure utilisation de l'eau en limitant l'évapotranspiration des cultures.



Protéger les rivières

Les arbres implantés sur les berges des rivières servent d'écran protecteur à celles-ci en arrêtant une partie des pollutions venant des zones cultivées et en protégeant ses berges contre l'érosion du courant.



Rivière bordée de frênes.

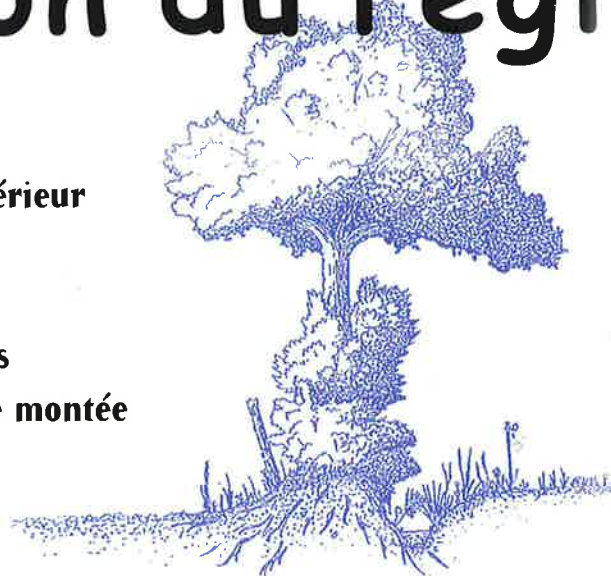
	Habitats pour les espèces animales et végétales sauvages	Rôle social (promenade, cueillette, chasse, pêche)	Identité et qualité du paysage	Production de fourrage, de fruit, de bois de chauffage, de miel et protection du bétail	Évolution du microclimat et amélioration des conditions de production	Recyclage des éléments minéraux	Régulation des eaux et évitement des crues	Protection contre l'érosion hydrique	Protection contre l'érosion éolienne	Zone tampon et de filtrage	Protection des berges et ombrage de rivière	Clôture et repère des propriétés	Corridor biologique
Arbres isolés buissons Groupes d'arbres et buisson	■ ■	■ ■	■ ■	■	■	■	■	■	■	■	■	■ ■	■
Haies pluristrates, haies bord de cours d'eau, haies brise-vent	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Huertas, prés-vergers, dehesa Bosquets	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Notes
 ■ = 0 pas concerné
 ■ = 1 fonction marginale
 ■ = 2 fonction importante
 ■ = 3 fonction très importante

Régulation du régime des eaux

Comment les arbres interfèrent dans le cheminement de l'eau à l'intérieur d'un bassin versant depuis la pluie jusqu'à la rivière.

La connaissance de ces cheminements permet de comprendre la rapidité de montée des crues et la gravité des étiages.



Rôles des arbres en amont du bassin versant



La végétation du bord de la rivière.

Les arbres et haies interviennent à quatre niveaux :

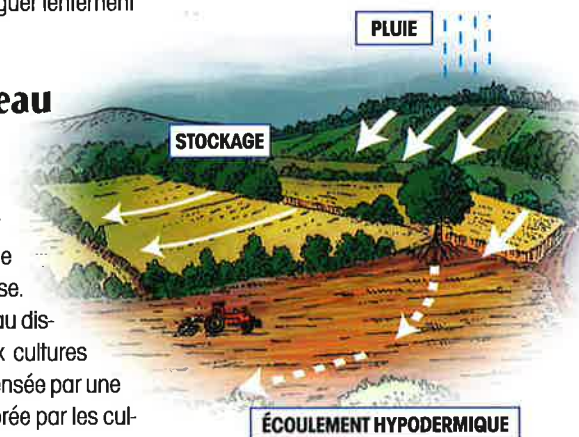
- en interceptant une partie des eaux de pluie ;
- en assurant un certain stockage d'eau, d'autant plus efficace que les haies sont perpendiculaires à la pente. Ainsi une parcelle de 1 ha possédant 50 m de haie disposées perpendiculairement à la pente pourrait stocker entre 150 et 375 m³ d'eau durant les périodes pluvieuses pour les relarguer lentement

- en facilitant l'infiltration de l'eau dans le sol, celle-ci circulant alors plus lentement ;
- en augmentant l'eau évapotranspirée par une respiration plus forte que celle des cultures. Les arbres, grâce à un enracinement profond, mobilisent une quantité plus importante d'eau.

Interception d'une partie de l'eau de pluie par la canopée

La canopée des arbres intercepte une partie de la pluie qui va être évaporée et n'atteindra ainsi jamais le sol. En règle générale les faibles pluies inférieures à 2 à 3 mm n'atteignent jamais le sol. Un hêtre peut intercepter 6 % de la pluie en hiver et 21 % en été et un chêne 22 et 34 %.

Cette interception est supérieure à celle d'une végétation basse. Cette réduction de l'eau disponible au sol et aux cultures est cependant compensée par une baisse de l'eau évaporée par les cultures proches des arbres.



Pommier de haute tige.



Culture d'orge dans une déhesse.



Comment l'eau est-elle stockée ?

L'eau est avant tout stockée dans les microporosités du sol qui constituent la réserve en eau « utile » que la végétation va pouvoir utiliser. Une autre partie de l'eau, soumise aux forces gravitaires, ne fait que transiter dans le sol par les macroporosités. (cf encadré sur la réserve utile en eau du sol).

Deux facteurs interviennent sur la capacité de stockage :

- le type de sol. Plus il est argileux, plus le stockage est important ;
- l'occupation du sol. Les prairies stockent beaucoup plus d'eau, leur taux de matière organique plus élevé augmentant la porosité.

À caractéristiques de sol égales, l'arbre des haies va pouvoir augmenter cette capacité de stockage. Ce stockage se fait généralement en surface (jusqu'à 40 cm de profondeur) à l'exception de la zone située sous la haie où l'humidité est géné-

LE STOCKAGE D'EAU PAR UNE HAIE PERPENDICULAIRE À LA PENTE EN FONCTION DU TYPE DE SOL ET DU TYPE DE COUVERTURE VÉGÉTALE DE LA PARCELLE EN AMONT DE LA HAIE

Dominantes structurales du sol	Stockage sous prairie par mètre de haie par rapport à une parcelle du même type sans haie	Stockage sous culture par mètre de haie par rapport à une parcelle du même type sans haie
Sols argileux	+ 7 m ³	+ 3,5 m ³
Sols argilo-sableux	+ 6 m ³	+ 3 m ³
Sols limon-argileux	+ 5 m ³	+ 2,8 m ³
Sols limoneux	+ 4,5 m ³	+ 2,5 m ³
Sols sableux	+ 3 m ³	+ 1,8 m ³

D'APRÈS BAUMANN, 1983

ralement très faible (assainissement aux abords de la haie).

On distingue 3 types de stockage.

- le stockage « amont » : sur une distance de 10 m, la haie et éventuellement son talus agissent en amont en constituant un obstacle mécanique à l'écoulement de l'eau. L'eau excédentaire est relâchée très lentement à l'aval de la haie.
- le stockage induit : il s'agit de l'effet de barrière joué très en amont par une haie barrant un bassin versant.

Ce stockage induit s'opère sur une distance de 20 à 30 m en amont de celle-ci ;

- le « stockage dans la haie » : en aval de la haie à une profondeur entre 50 cm et 1 m lié certainement au système racinaire de la haie. Ce stockage est relativement faible (0,25 m³ par mètre de haie). Il peut se faire aussi au niveau du sol dans la litière et les mousses présentes sous les arbres.

LA RÉSERVE UTILE EN EAU DU SOL

Le sol est formé d'agrégats de particules solides séparés par des cavités occupées par de l'eau ou de l'air ; ces cavités constituent la porosité totale. Seules les petites cavités (la microporosité) constituent un réservoir pour l'eau du sol. Dans les cavités les plus grosses (la macroporosité), l'eau s'écoule rapidement par gravité et le sol se ressuie. Quand le sol est ressuie, il contient la quantité maximale d'eau susceptible de servir à l'alimentation de la végétation. La réserve utile (R.U.) est la quantité d'eau mobilisable par les plantes. Elle est toujours inférieure (en moyenne d'un tiers) à la quantité d'eau stockée dans le sol. Plus l'enracinement est profond (cas des arbres), plus la quantité d'eau mobilisée peut être importante. La quantité d'eau disponible

dépend donc de la réserve utile (texture et densité du sol), et de

la capacité des racines à extraire l'eau.

QUANTITÉ D'EAU STOCKÉE ET MOBILISABLE (RÉSERVE UTILE) PAR HECTARE POUR DIFFÉRENTS TYPES DE SOL ET DE PROFONDEUR

Type de sol	30 cm de sol	60 cm de sol	90 cm de sol
Terres sablo argileuses (entre 5 et 12,5 % d'argile et moins de 10 % de limon)	400 m ³	800 m ³	1200 m ³
Terres sableuses (moins de 5 % d'argile)	260 m ³	520 m ³	715 m ³

D'APRÈS JAMAGNE ET BETHENIEUX

Un hectare de sol peut donc en fin de période de pluie disposer d'un stock d'eau mobilisable par les plantes de 300 à 1 200 m³ d'eau (soit 30 mm à 120 mm). Ce stock est d'autant plus important que le sol est profond et riche en argile, en matière organique et en limon. Durant l'été ce stock n'est réapprovisionné que par les pluies. La mobilisation de ce stock dépend de l'épaisseur

de la zone racinaire. Si l'on estime à 3 mm par jour la demande en eau en été, on voit que le stock peut permettre de « tenir » sans pluie de 10 jours à 3 mois, selon le cas. On comprend pourquoi, en zone tempérée, une grosse pluie estivale n'aura aucun effet sur les eaux souterraines ni sur le débit des sources. Tout au mieux cette eau servira à reconstituer une partie du stock du sol.



Bocage d'oliviers et terrasses permettant une bonne maîtrise de l'eau malgré la pente.



Bassins versants protégés.



Une plus grande infiltration



Maintien d'éléments arborés.

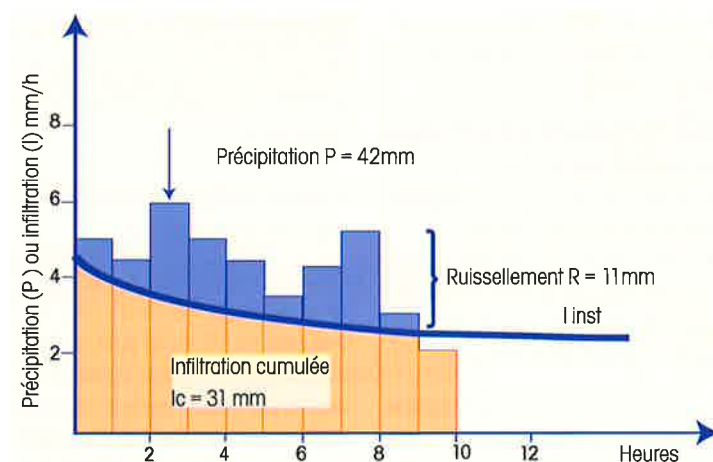
La porosité au niveau de haies favorise l'infiltration, tant que le sol n'est pas saturé en eau.

L'eau de pluie qui tombe sur le sol peut suivre deux voies : ruisseler en surface ou s'infiltrer. Quand les sols sont saturés, l'infiltration reste limitée. Le ruissellement peut ainsi varier de 15 à 60 % de l'eau apportée par la pluie (voir schéma). Par contre, le phénomène de stockage physique, par exemple en amont d'un talus peut fonctionner.

Dans les zones agricoles où le sol a été rendu plus ou moins imperméable (phénomène de battance sur des sols nus ou semelle de labour), l'arbre et la haie constituent une zone privilégiée d'infiltration du fait même de la texture et de la structure du sol : présence d'une strate herbeuse, dépôt de particules fines, sol travaillé par les racines et les vers de terre, plus aéré et poreux, taux d'humus, systèmes racinaires pénétrant profondément dans le sol.

L'infiltration de l'eau superficielle dans le sol permet une meilleure alimentation des eaux souterraines. Ces nappes souterraines (eau mise en réserve) serviront à alimenter les plantes en période sèche, à maintenir un débit d'étiage dans les rivières et un débit minimum des sources en été qui souvent alimentent des réseaux d'eau potable.

Le phénomène fonctionne tant que le sol n'a pas atteint son état de saturation d'humidité. Quand le sol a atteint sa saturation en eau, l'infiltration est limitée. Elle est inférieure à 5 mm/h dans un sol argileux et de 60 à 120 mm/h dans un sol sableux.



SOURCE : RYSKOWSKI



Évapotranspiration des arbres

L'arbre, grâce à son enracinement profond, peut mieux profiter des réserves hydriques du sol stockées généralement durant l'hiver et le printemps que les cultures.

L'évapotranspiration est élevée pour les arbres de fond de vallée et de bord de rivière qui pompent l'eau directement dans la nappe ou dans la rivière.

Cette eau supplémentaire consommée par les arbres est à relativiser en fonction de la surface qu'ils occupent.



Haie perpendiculaire à la pente permettant un ralentissement de l'écoulement.

Incidences en aval sur l'écoulement des rivières



Régulation des débits par un effet de stockage « tampon »



En haut, pâturage. Ci-dessus, prairie de fond de vallée.

Parce qu'ils ralentissent la vitesse de circulation de l'eau tant en surface que dans le sol, les arbres pré-

sents dans un bassin versant régulent le débit des rivières.

VITESSE DE CIRCULATION DE L'EAU EN FONCTION DE SON CHEMINEMENT DANS LE BASSIN VERSANT

Circuit de l'eau	Vitesse de l'eau en m/s ou mm/h 1 mm/h = 0,000 000 3 m/s
Pluie	1 à 3 mm/heure jusqu'à 20 mm/heure en cas de forte pluviométrie
Ruissellement en surface	Fonction de la couverture du sol et de la pente : 0,05 m/seconde
Infiltration	Variable de très lente à très élevée... • Très lente moins de 2,5 mm/h • Lente 2,5 à 15 mm/h • Moyenne 15 à 28 mm/h • Élevée 28 à 53 mm/h • Très élevée plus de 53 mm/h (soit 0,00001 m/s)
Circulation hypodermique	0,001 à 0,01 m/s
Nappe superficielle (hors système karstique)	• 1 à 5 m/j (sable fin) (soit 0,00001 m/s) • 15 à 20 m/j (sables grossiers) • 100 m/j (galets)
Nappes profondes	De l'ordre du mètre/an
Fleuve (cas du Rhône)	0,13 à 2,3 m/s (jusqu'à 4 m/s en cas de grande crue)
Surface artificialisée	Fonction de la pente. De l'ordre du mètre/seconde



Une régulation qui va jusqu'à écrêter les crues

L'impact du boisement sur la réduction des crues est bien connu des forestiers. La comparaison de deux bassins versants, l'un fortement boisé (87 %), l'autre faiblement boisé (33 %) montre que le débit maximal de crue est 10 fois moins

important dans le bassin versant boisé.

Qu'en est-il de l'incidence des structures bocagères ?

La comparaison de deux bassins versants de 32 hectares, l'un bocager, l'autre non, montre dans le bas-

sin bocager un écrasement des débits (débits des hautes eaux plus faibles et des basses eaux plus élevés), correspondant à une différence du simple au double dans les volumes ruisselés.

COMPARAISON DE DEUX BASSINS VERSANTS PROCHES, SITUÉS EN ZONE ATLANTIQUE (BRETAGNE) AUX CARACTÉRISTIQUES SEMBLABLES SAUF LE MAILLAGE BOCAGER

(SOURCE MÉROT)

	Bassin de Kermaminon (commune d'Inguineau)	Bassin de Penety (commune de Persquen)
Éléments arborés	Bassin ouvert (talus boisés arasés) pas de talus perpendiculaires à la pente Granitique	Bassin bocager Le talus arboré qui ceinture le ruisseau englobe 11,5 ha Granitique
Sous-sol		
Pente	1,3 fois la pente de Penety	
Superficie	32 ha	32 ha
Pluviométrie (1/11/74 au 12/11/75)	821 mm	729 mm
Bilan hydrologique annuel	1 litres/s	1,2 litre/s
Débit annuel	415 mm	391 mm
Coefficient de ruissellement 9 % (et donc le volume des crues)	6,6 % (1,7 fois plus important)	3,9 %
Débits mensuels des hautes eaux		Moins élevés
Débits mensuels d'étiage en été		Légèrement plus soutenus



Paysage de qualité avec poiriers. Autriche.

ÉCOULEMENT HYPODERMIQUE ET RUISSÈLEMENT SUPERFICIEL

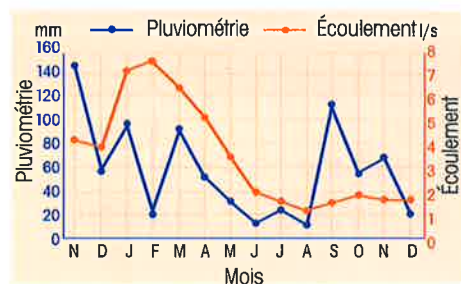
En période pluvieuse, une fois la capacité de rétention capillaire saturée, l'eau occupe les macroporosités, mais la pesanteur va avoir tendance à les vider. L'eau va alors s'écouler en sub-surface.

Cet écoulement dit « hypodermique » assure le ressuyage du sol. Cette eau circule de 2 à 3 fois moins vite que celle qui ruisselle mais plus vite que celle qui s'infiltre plus profondément dans le sol.

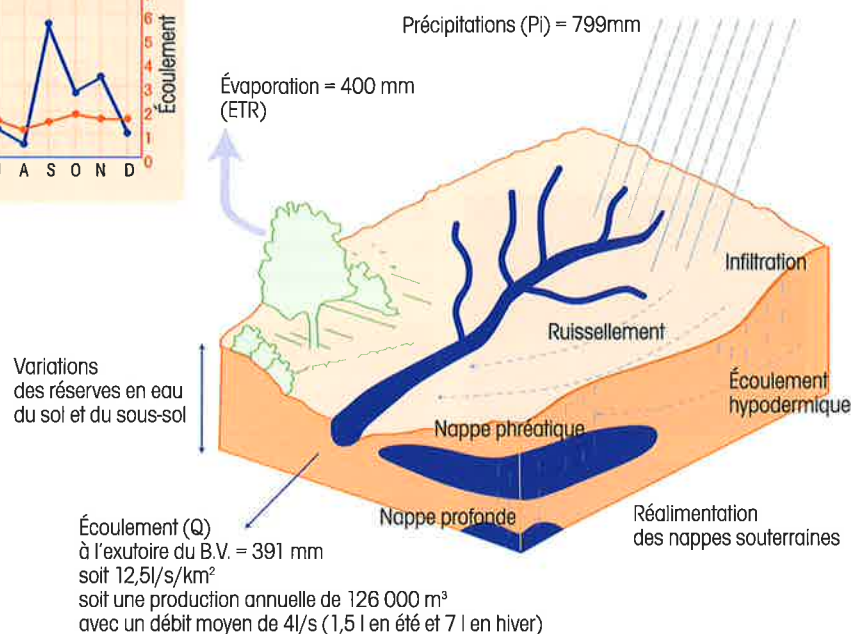
L'eau va d'autant plus circuler latéralement que la pente est forte et que le sol devient moins perméable.

ÉVOLUTION DE L'ÉCOULEMENT EN FONCTION DE LA PLUVIOMÉTRIE

On observe bien le décalage entre la pluviométrie et l'eau écoulee dans la rivière. Les premières pluies d'automne de septembre à novembre permettent de reconstituer la réserve en eau du sol et ne participent qu'en partie à l'écoulement. Une fois ces réserves reconstituées et en l'absence de consommation d'eau par la végétation on atteint les écoulements les plus élevés (7.5 l/s) en février qui correspondent à des périodes de risque de crues. Le niveau d'étiage est atteint entre juin et août avec un écoulement de moins de 1 l/s.



CHEMINEMENT DE L'EAU DANS UN BASSIN VERSANT (EX. D'UN BASSIN VERSANT DE 32 HA) D'APRÈS MÉROT



Des phénomènes modulés par la végétation, le climat et la saison

L'écoulement de l'eau d'un bassin versant est fonction de nombreux paramètres (pluviométrie, type de végétation, nature et profondeur du sol...). Ainsi la perte en eau (évapotranspiration de la végétation et du sol, réalimentation des nappes profondes) varie de 110 mm

(1 100 m³/ha) dans les zones nordiques à faible développement végétatif à 700 mm dans des zones boisées de moyenne altitude à fort développement végétatif. L'évapotranspiration plus importante des arbres que des cultures peut avoir pour effet de réduire l'écoulement du bassin versant.

Par rapport aux forêts, les « structures bocagères » qui occupent de faibles surfaces (de 5 à 15 % de la SAU) ont un effet limité sur la réduction de l'écoulement avec une bonne efficacité sur la réduction des débits de crue (cependant inférieure aux bassins boisés) et une augmentation du débit d'étiage.

Par rapport à une zone agricole ouverte, les structures bocagères diminuent l'écoulement annuel mais ont un effet important sur la réduction des débits de crue (d'autant que le maillage de haies perpendiculaire à la pente est étanche) et une possible augmentation du débit d'étiage. Sur ce dernier point,

deux phénomènes jouent en sens opposé : d'un côté la meilleure infiltration de l'eau et le stockage d'eau des pluies hivernales, d'un autre côté l'évapotranspiration plus importante des haies boisées par rapport aux cultures en particulier les haies de fond de vallée en connexion avec la nappe.



Protection des berges de rivière.

En résumé...

La pluie reconstitue généralement en fin d'automne en totalité ou partiellement le stock d'eau dans le sol et les nappes. Selon les conditions géographiques, ce stock est mobilisé plus ou moins tôt en saison par la végétation et atteint généralement une situation minimale correspondant à l'étiage estival des rivières. La capacité de rétention en eau d'un bassin versant, outre le stockage artificiel des barrages, dépend de la

nature du sol (profondeur, type, teneur en matière organique) et de sa capacité naturelle de stockage (par exemple en amont d'une haie ou dans les nappes). Cette eau emmagasinée va être consommée en partie ou en totalité sur place par la végétation (évaporation), mais va aussi servir à alimenter sources et rivières après infiltration et écoulement dans le sous-sol.

L'arbre influence de différentes façons ce cycle naturel de l'eau :

- en permettant une plus grande infiltration dans le sous-sol, réduisant ainsi le ruissellement ;
- en facilitant le stockage de l'eau (haie perpendiculaire à la pente) ;
- en consommant plus d'eau en été grâce à son enracinement profond. Celui-ci permet de mobiliser les ressources disponibles en eau du sol et éventuellement dans les bas de versants en entrant en contact avec la nappe.

L'arbre hors forêt contribue comme d'autres facteurs (enherbement) à réduire l'ampleur des crues. Son influence sur les débits d'étiage est moins évidente et plus difficile à mettre en évidence compte tenu de la complexité des facteurs en jeu.

Maintenir les arbres dans le paysage.



Bassin versant non protégé. Insuffisance d'arbres sur les berges.



Pâturage de fond de vallée avec frêne fourrager.

LE COÛT DES INONDATIONS

Dans la période de 1982 à 1995, les indemnités versées en France par les compagnies d'assurances pour les sinistres d'inondations ont représenté un flux annuel avoisinant 230 millions d'euros. Mais le coût complet des dommages est plus proche de 460 millions d'euros, compte tenu des dégâts subis par les biens non assurés, publics ou privés et des pertes indirectes. Une crue centenaire sur la Loire ou la Seine coûterait aujourd'hui plus de 6 milliards d'euros. Tout ce qui peut concourir à limiter tant soit peu la lame de crue, a une valeur même si elle ne peut être chiffrée précisément aujourd'hui.

Propositions de gestion

- Bien planter et définir les surfaces occupées par les structures arborées par rapport à la disponibilité en eau et sa qualité.
- Dans le sud, rechercher une couverture arborée importante de l'ordre de 30 % (type dehesa ou oliveraie).
- Dans les zones atlantiques ou montagnardes créer un maillage de haies avec notamment des haies perpendiculaires à la pente et une ceinture autour de la zone de bas de versant (déconnecter le bassin

amont de la rivière). On pourra y associer des talus et des fossés.

Jeune haie.



IMPACT DES SURFACES ARBORÉES SUR LES DÉBITS ET L'ÉCOULEMENT DES EAUX EN FONCTION DES ZONES GÉOGRAPHIQUES

	Impact sur le bilan de l'écoulement des eaux	Impact sur les risques de crues	Impact sur les débits d'étiage	Problématique
Climat océanique (Bretagne, Irlande, montagnes alpines, Asturies)	Peu important dans la mesure où le déficit hydrique est faible en été et la pluviométrie reste forte.	Important car forte pluviométrie.	La forêt peut aggraver les faibles débits d'étiage par une consommation plus élevée d'eau en été. Le système bocager qui consomme moins d'eau qu'une forêt peut au contraire améliorer les débits d'étiage même par rapport à un bassin versant ouvert.	L'enjeu est la régulation du régime des crues ; régulation généralement assurée par les bois et forêts. Dans les zones agricoles, un maillage bocager fonctionnel peut être un bon compromis. Il est fondamental par rapport à l'absence de forêts. Dans les zones où se pose aussi le problème de la pollution par les nitrates, la question n'est pas le volume d'écoulement mais la qualité de l'eau. Si le rôle épurateur de la forêt répond à cet enjeu, le bocage aussi dès lors qu'il est associé à de bonnes pratiques agricoles.
Climat méditerranéen (Estrémadura, Provence)	Important car en zone de déficit structurel en eau.	Risque important à cause des forts orages malgré une pluviométrie limitée.	Important car forte sécheresse estivale.	Il s'agit de trouver un compromis permettant à la fois de protéger le sol durant les fortes pluies et les éventuels risques de crues et de limiter l'évapotranspiration pour avoir un niveau d'écoulement suffisant. La forêt peut constituer une solution dans certaines zones, elle risque cependant de laisser un faible débit d'étiage en été. La dehesa constitue une solution adaptée en optimisant le couvert tout en laissant une partie de la pluie arriver au sol et recharger les nappes.
Zone continentale (Midi-Pyrénées, Basse Autriche)	Peu important car alimentation des rivières par les montagnes et présence de nappes phréatiques.	Risque moyen : conjonctions de facteurs (pluie, fonte de neige).	Important car le débit des rivières l'été est faible et le débit d'étiage est accentué par la demande en eau pour l'irrigation	Maintenir ou redévelopper un maillage bocager fonctionnel permettant d'augmenter le débit d'étiage et d'atténuer les risques de crues.

Accroître la protection des sols contre l'érosion



Impact de l'érosion hydrique en grandes cultures.

Les arbres (et les structures associées, talus et fossé) en favorisant l'infiltration, diminuent la quantité d'eau ruisselée, laquelle conditionne fortement l'érosion.

Les haies situées perpendiculairement à la pente peuvent aussi réduire la vitesse de l'eau, autre facteur déterminant de l'érosion. Mais si les arbres et les haies peuvent contribuer efficacement à lutter

contre l'érosion, ils ne peuvent à eux seuls résoudre tous les problèmes qui sont liés avant tout aux pratiques agricoles en place comme la couverture du sol.

Le sol : un capital qui ne se renouvelle que très lentement

Le sol est une ressource fondamentale de l'agriculture au travers de sa fertilité. Il filtre et protège les ressources en eau. Il stocke une quantité importante de CO₂ au travers de la matière organique et possède une biomasse vivante plus élevée que la biomasse aérienne. Il constitue ainsi

un écosystème très important et très riche en espèces. Dans les quelques premiers centimètres de sol toutes ces espèces, depuis la bactérie jusqu'au ver de terre, participent au recyclage de la matière organique. Le sol doit être considéré comme une ressource non-renouvelable du

fait de sa vitesse de constitution particulièrement lente : il faut entre 100 et 400 ans pour créer un centimètre de sol. Toute perte de sol qui dépasserait 1 tonne/ha/an devrait être considérée comme irréversible sur une échelle de temps de 50 à 100 ans.

L'érosion : une conjonction de facteurs

LES PERTES EN PHOSPHORE ESSENTIELLEMENT LIÉES À L'ÉROSION

Les pertes en phosphore sont beaucoup plus faibles qu'en azote. Le lessivage est généralement très faible (0,1 kg de P/ha/an) correspondant à une teneur dans les nappes inférieure à 0,015 mg/l. Les pertes par ruissellement et érosion vers les eaux de surface sont comprises entre 0,05 et 2,5 kg de P/ha/an correspondant à des teneurs dans les eaux de ruissellement de 0,1 à 1 mg/l, sachant que dans les cours d'eau lents les phénomènes d'eutrophisation peuvent démarrer avec des concentrations de 0,02 mg P/l.

L'érosion se traduit par une dégradation des horizons superficiels du sol sous l'effet du vent (érosion éolienne) ou des précipitations (érosion hydrique). Ses conséquences sont de quatre ordres : perte de fertilité des sols, coulées boueuses, comblement des barrages et pollution des cours d'eau. En effet, la fraction fine du sol (< à 50 microns) transportée par le vent ou par l'eau est très riche en phosphore, en matière organique et en micropolluants.

L'érosion hydrique est liée bien évidemment à l'intensité et à la durée des précipitations, mais pas uniquement. Elle dépend également :

- de la pente dès lors que celle-ci dépasse 5 % ;
- du pourcentage et de la durée du sol nu ;
- du degré de porosité des horizons superficiels du sol.



Oliveraie traditionnelle enherbée et pâturée présentant peu de risque d'érosion.

NB : on considère en Europe que l'érosion peut démarrer à partir d'une pluie de 2 à 10 mm/h

IMPORTANCE DE L'INTENSITÉ DES PLUIES SUR L'ÉROSION (ZONE TEMPÉRÉE)

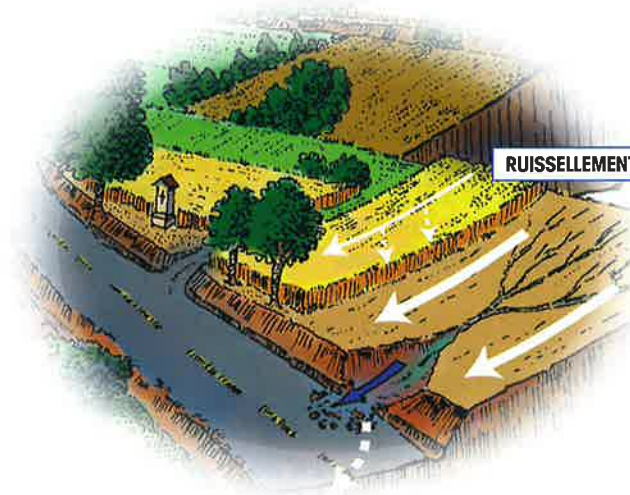
Total des pluies en mm	Intensité max en mm/heure	Durée de la pluie en heures	Perte de sol en t/ha
35,0	7,5	30 h 35	0,4
47,5	70,0	1 h 52	51,2
22,5	87,5	0 h 15	2,2

SOURCE KWAAD



La pente

Elle conditionne la vitesse de l'eau, laquelle fait croître d'une façon exponentielle l'érosion. Quand la vitesse de l'eau double, la quantité totale de matériaux transportés croît dans un rapport de 1 à 64. Ainsi les grandes parcelles de coteaux laissées à nu au printemps ou au moment du semis, ou encore les oliveraies non enherbées sont très sensibles à l'érosion.



RUISSELLEMENT

IMPORTANCE DE LA COUVERTURE DU SOL EXEMPLE SUR SOL LIMONEUX DE 9 % DE PENTE ET D'UNE LONGUEUR DE 22 MÈTRES, AUX USA

Système de culture	Ruissellement (perte en eau) en mm	Perte de terre en t/ha
Maïs en permanence planté dans le sens de la pente	127	85,9
Rotation maïs, avoine, trèfle :		
sur maïs	101	40,7
sur avoine	76	22,6
sur trèfle	25	11,3
Luzerne en permanence	15	2,2
Prairie en permanence	7,6	0,7



Le sol nu

Le pourcentage de sol nu sur la parcelle, la durée de sol nu mais aussi la période où le sol est non couvert constituent un facteur important pour apprécier les risques d'érosion. Moins le sol est couvert plus les risques sont importants.



Coulées boueuses de terres cultivées entraînant le comblement de fossés.



L'imperméabilisation

Directement lié à la nature et à la texture du sol, ce phénomène d'imperméabilisation est particulièrement intense dans les zones de grandes cultures même de faibles pentes où les sols, laissés à nu durant une partie de l'hiver (avant la

mise en place des cultures d'été) sont très sensibles à la formation d'une croûte de battance. La « battance » est d'autant plus importante que le sol est riche en éléments limoneux et pauvre en matière organique.

Poiriers,
Basse Autriche.



En zone méditerranéenne, comme dans le sud de l'Espagne par exemple, c'est en premier lieu le sur-pâturage qui est à l'origine de l'imperméabilisation des sols. Les zones sur-pâturées mises à nu en fin de saison estivale et asséchées (ce qui rend difficile l'infiltration de l'eau) sont érodées par les premières fortes pluies d'automne.

CAPACITÉ D'INFILTRATION D'UN SOL EN FONCTION DE L'ÉTAT DE SURFACE

Etat de la surface du sol	Gamme de capacités d'infiltration (mm/h) en sol limoneux et humide
État initial fragmentaire	30-50
Croûte structurale	5-30
État de transition	2-5
Croûte sédimentaire	1-2
Croûtes remaniées (agents climatiques et biologiques)	Supérieure à 5

D'APRÈS BOIFFIN ET AL. 1988

TURBIDITÉ DES COURS D'EAU

La contribution de l'érosion de versant à la charge solide transportée par un cours d'eau est estimée à 1g/l. Lors d'événements pluvieux ayant entraîné un fort ruissellement, il est possible d'atteindre des pics de 10 à 20 mg/l.

La moitié de la surface agricole européenne soumise à l'érosion hydrique



Érosion dans une oliveraie.

On estime aujourd'hui qu'en Europe 115 millions d'hectares subissent une érosion hydrique, soit près de la moitié de la surface agricole européenne. Si les régions méditerranéennes sont de longue date confrontées à des phéno-

mènes d'érosion hydrique, compte tenu du contexte géologique et climatique, l'évolution des pratiques agricoles a considérablement élargi la palette des régions et des pays touchés.

Le nord-ouest de l'Europe est aujourd'hui

touché par une érosion due à une conjonction de facteurs : sol limoneux, grande parcelle, sol nu l'hiver tassé par la pluie et les passages d'engins, disparition des arbres et des bassins de rétentions.

DES COÛTS MASQUÉS ET SUPPORTÉS PAR LA COLLECTIVITÉ

Si les dégâts dans les terres agricoles concernent directement les agriculteurs (perte de semis, d'éléments fertilisants, et de fertilité globale à moyen terme), en aval ils touchent de manière parfois

spectaculaire les collectivités : effondrement des talus de bord de route, comblement des ouvrages (fossés, retenues, barrages), salissement des chaussées, dépôts de boue dans les habitations,

accroissement de la turbidité de l'eau. Ces dégâts sont difficilement chiffrables faute d'une comptabilité analytique précise des collectivités, mais représentent des sommes considérables en heures de travail des

engins, en enrochement de talus, en perte de stockage des barrages, en traitements de l'eau. Par exemple, un enrochement pour stabiliser un talus coûte environ 50 euros par mètre.

Dehesas et Montados : des arbres « parapluie » qui ont prouvé leur efficacité dans l'agriculture méditerranéenne

Les quelques études réalisées sur les dehesas montrent que la perte de sol est faible sous la canopée des arbres : 0,09 t/ha/an. L'érosion est plus élevée (plus de 0,5 t/ha/an) sur les parties pentues non arborées de la dehesa comprenant plus de 45 % de sol nu. Dans les parties basses et plates de la dehesa où la couverture herbacée est plus importante, la perte de sol varie de 0,2 à 0,35 tonnes/ha/an.

Des expériences menées dans la région de Cordoue ont permis de comparer les pertes en sol des oliveraies :

- labourage et sol nu 13 t/ha/an ;
- non-labour avec sol nu entre les arbres 4,5 t/ha/an ;
- cultures intercalaires de céréales 0,5 t/ha/an.

L'érosion du sol dans les dehesas et les montados est beaucoup plus faible que dans aucun autre système tant qu'il n'y a pas de surpâturage ou de labourage. La faible érosion du sol sous les arbres s'explique par la réduction de l'intensité de la pluie due au feuillage et en conséquence la réduction du ruissellement. L'interception de la pluie par des chênes au feuillage persistant est d'environ 30 %. Les cas d'érosion importante résultent d'une coïncidence entre une seule période de pluie intense et une proportion élevée de sol dénudé en fin d'été. Durant les sécheresses, les

pertes de sol lors d'un seul orage atteignent plus de 60 % des pertes annuelles totales sur les parties non boisées et seulement 14 % sous la canopée des arbres. Ainsi, la canopée des arbres joue un rôle majeur pour réduire l'intensité de la pluie arrivant au sol. Cet effet tampon est aussi dû à une couverture du sol plus dense sous les arbres du fait d'un accroissement de la végétation herbacée.

Les oliveraies et les vergers traditionnels méditerranéens à base d'amandier, de figuier ou de caroubier, permettent une protection du sol similaire à la dehesa grâce au

maintien d'une couverture herbacée. Les troupeaux parcouraient généralement ces plantations pour consommer l'herbe ou l'orge semée entre les arbres qui sinon étaient enfouies comme engrais vert. Ainsi gérées, les oliveraies traditionnelles étaient des systèmes agricoles qui généraient de la matière organique et la restituaient au sol.

Les vergers sont pour l'essentiel aujourd'hui labourés ou desherbés chimiquement devenant ainsi beaucoup plus sensibles à l'érosion. De toutes les productions espagnoles, les oliveraies sont les plus fortement touchées par l'érosion. La perte annuelle de sol dans les oliveraies intensives d'Andalousie dépasse 80 tonnes par hectare avec des maximum de 200 t/ha/an.

De nos jours, la solution la plus efficace pour lutter contre l'érosion dans les oliveraies intensives est le non-labour, qui permet une conservation de la structure du sol, ou la mise en place d'une culture intercalaire entre les rangées d'arbres (céréales ou plantes fourragères).

Régénération d'une dehesa de chêne liège.



Des haies « barrières » dans les régions atlantiques

La présence de haies, en particulier perpendiculaires à la pente, est un important outil de contrôle du ruissellement et de l'érosion. La présence de haies réduit la longueur des parcelles et ainsi la vitesse et le pouvoir érosif de l'eau. Sur sols pauvres et peu profonds, leurs racines aident à retenir le sol et à accroître l'infiltration, diminuant d'autant le ruissellement et les risques d'érosion. Les remembrements en détruisant de nombreuses haies pour agrandir la taille des parcelles, ont favorisé l'apparition de phénomènes d'éro-

sion dans des régions atlantiques où traditionnellement ce problème n'existait pas.

Quand l'érosion éolienne s'ajoute à l'érosion hydrique

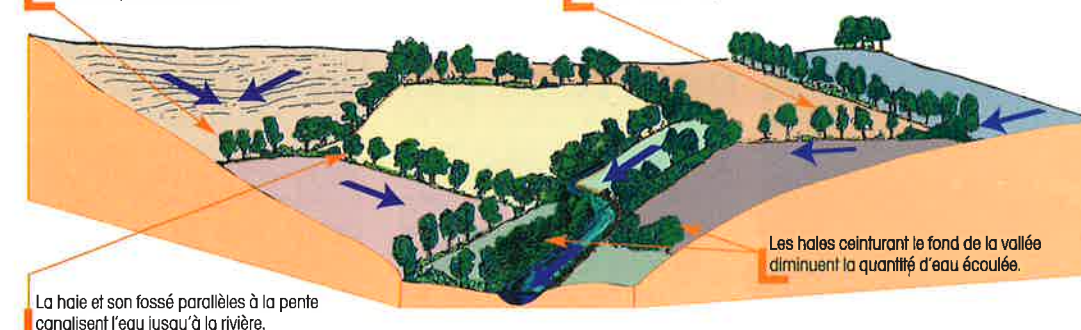
Moins connue que l'érosion hydrique dans le sud et l'ouest de l'Europe, l'érosion éolienne se manifeste cependant en Europe sur 42 millions d'hectares. Elle érode le sol d'une manière plus sélective que l'érosion hydrique puisque seules les fines particules (argile, matière organique, élé-

ments minéraux) sont transportées. L'impact d'un vent moyen – de 12 m/s sur certaines terres du Nord de l'Allemagne, occasionne une perte de 16 à 170 tonnes de sol/ha. Cette érosion éolienne peut entraîner des pertes en azote allant de 10 à 160 kg/ha, de 30 à 250 pour le phosphore ou la potasse, représentant 36 à 307 euros/ha/an. C'est pourquoi plus de 1000 000 km de haies brise-vent sont plantées depuis plus d'un siècle dans les régions ventées du nord de l'Europe (Jutland Schleswig-Holstein, Basse Autriche, Turew).

SCHEMA DE CIRCULATION ET DE CONTRÔLE DE L'ÉROSION DANS UN PAYSAGE DE BOCAGE QUI MONTRAIT L'IMPORTANCE DU POSITIONNEMENT DES HAIES DANS UN BASSIN VERSANT

La haie perpendiculaire à la pente réduit la vitesse et la quantité d'eau écoulée et arrête les particules du sol.

Les haies et fossés à la frontière entre le plateau et la pente évitent à l'eau d'aller ruisseler dans la pente, en la canalisant dans un autre fossé.



La haie et son fossé parallèles à la pente canalisent l'eau jusqu'à la rivière.

Les haies ceinturant le fond de la vallée diminuent la quantité d'eau écoulée.

En résumé...

Les systèmes et pratiques agricoles, sauf dans les zones de montagnes à forte pente ou sur des sols très fragiles, avaient su prévenir les risques d'érosion jusque dans les années 60. La mise en culture de zones qui

étaient jusque-là dévolues à l'herbe, l'arrachage de haies et l'évolution des pratiques, ont fait apparaître de nouvelles zones sensibles à l'érosion. Les phénomènes sont maintenant bien connus et les solutions

existent. Il est clair que si l'arbre peut jouer un rôle très efficace pour diminuer la quantité d'eau écoulée ou pour arrêter les particules fines entraînées, il ne peut à lui tout seul régler tous les problèmes.



Propositions de gestion

Réduire la vitesse de l'eau arrivant au sol est l'une des solutions à rechercher en priorité. La présence d'arbres, le maintien d'une couverture sur le sol et du taux d'humus sont sur ce plan efficaces. Il peut également s'avérer judicieux de recréer des talus, des fossés et des mares pour obliger l'eau à suivre un circuit d'écoulement plus long qui limite sa vitesse et qui la canalise. Ces alternatives, indissociables des modifica-

tions des pratiques agricoles, doivent bien évidemment être modulées en fonction des contextes et contraintes locales. Ainsi :

- dans le sud de l'Europe, la prévention contre l'érosion dans les systèmes sylvo-pastoraux comme les dehesas ou des productions fruitières comme les oliveraies doit être accompagnée d'une couverture minimum du sol en évitant le surpâturage ou le labour entre les rangées d'arbres ;

- dans les zones de grandes cultures du nord de l'Europe aux sols fragiles et au régime pluvieux, on veillera à maintenir un maillage minimum de haies perpendiculaires à la pente. D'une manière plus générale, il convient d'ores et déjà d'innover dans les pratiques agricoles en développant par exemple dans les zones de culture la plantation d'arbres en ligne (agroforesterie) ou les pratiques de mulching et non de labour.

UNE ÉROSION QUI A UN IMPACT SUR LA DURÉE DE VIE DES BARRAGES

En Espagne, sur les fleuves tournés vers la Méditerranée (Ebre, Júcar et Segura), la capacité de stockage des barrages diminue chaque année de 12 millions de m³ par an. (pour les 22 barrages où des données existent). Cela représente une perte de 721 000 euros par barrage et par an.

En France, le barrage de Serre-Ponçon sur la Durance (France) perd chaque année une capacité de stockage de 3 millions de m³, conséquence de son comblement par des alluvions générées par l'érosion de son bassin-versant. Sa durée de vie sera de moitié inférieure aux prévisions initiales.



Transhumance qui permet d'éviter le surpâturage estival et donc les risques d'érosion.

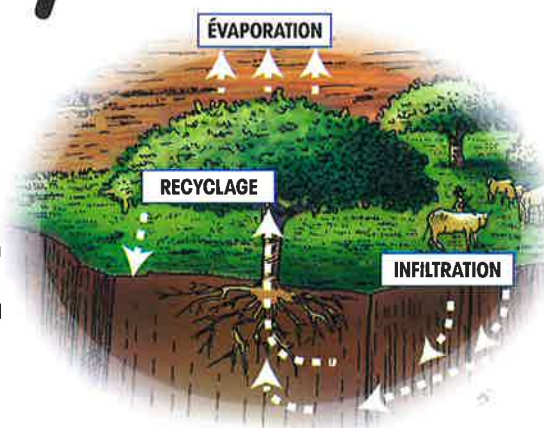
Mieux recycler les éléments minéraux

La quantité d'éléments minéraux, en particulier l'azote et le phosphore circulant dans l'espace agricole, a été multipliée par 2 à 6 depuis 1960 suivant les régions, avec l'augmentation conjointe de la fertilisation chimique et du nombre d'animaux.

Cette circulation plus intense et plus rapide des éléments minéraux, qui permet un accroissement de la production agricole, n'est pas en soi problématique tant que ces éléments minéraux restent piégés dans la biomasse ou le complexe argilo-humique du sol. Or aujourd'hui cer-

taines pratiques agricoles (fertilisation non raisonnée, faible couverture du sol en hiver, baisse de la teneur en matière organique du sol, aggrandissement des parcelles) couplées aux aléas climatiques (sécheresse bloquant la mobilisation de l'azote suivie d'orages à l'automne) entraî-

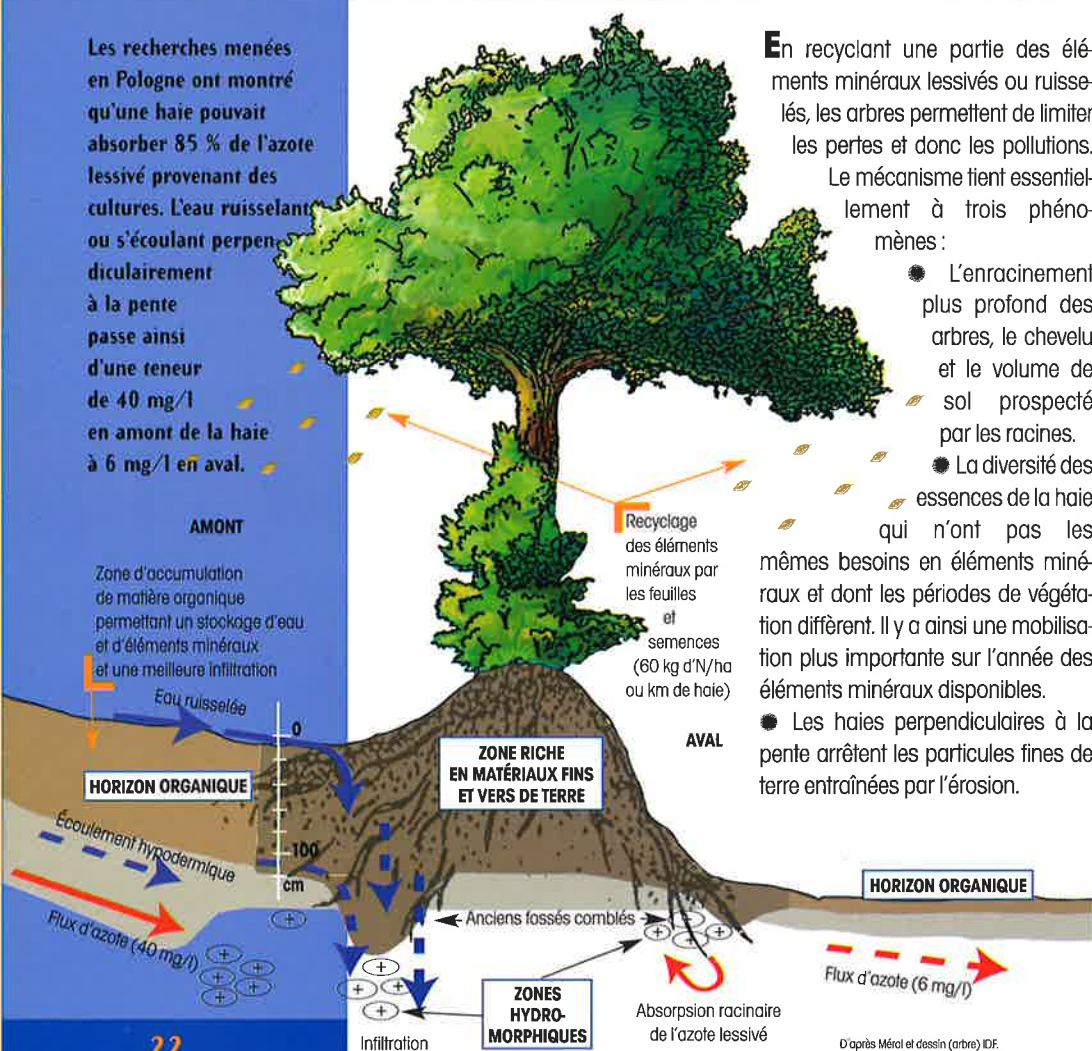
nent un risque plus élevé de pertes par lessivage (azote) et par érosion (phosphate et potasse). Ces pertes d'éléments minéraux sont alors une source de pollution quand leur concentration dans les eaux devient trop élevée.



Les feuilles mortes contiennent 7 fois plus d'azote que le bois, soit environ 13 kg d'azote par tonne de feuille. L'azote est principalement stocké dans les pigments bruns. Du fait de la chute tardive des feuilles au sol et de la lente dégradation de celles-ci par les microorganismes, l'azote est libéré très tardivement au moment où la végétation redémarre, évitant ainsi tout risque de lessivage.

Le recyclage des éléments minéraux par les arbres

Les recherches menées en Pologne ont montré qu'une haie pouvait absorber 85 % de l'azote lessivé provenant des cultures. L'eau ruisselant ou s'écoulant perpendiculairement à la pente passe ainsi d'une teneur de 40 mg/l en amont de la haie à 6 mg/l en aval.



Grâce à ses racines, l'arbre peut mobiliser les éléments minéraux comme l'azote qui ne sont plus accessibles aux racines des cultures. Les racines des arbres peuvent ainsi aller prospecter jusqu'à 20 mètres de largeur autour des troncs et à des profondeurs allant jusqu'à plusieurs mètres, avec cependant une prépondérance entre 30 et 90 cm de profondeur. L'azote ainsi mobilisé est pour une faible part stocké dans le bois et pour une part plus importante recyclé par les semences (glands, faines...) et les feuilles lors de leur chute. L'azote est ainsi libéré à la surface du sol après dégradation des feuilles ou après ingestion par les animaux, ou exporté après récolte du bois.

Le recyclage de l'azote à la surface du sol par les feuilles des arbres atteint environ 60 kg par ha (soit 1 km de haies de 10 mètres de large ou 100 arbres adultes occupant 100 m²) et par an mais répartis inégalement à partir de l'arbre. Ainsi une haie apporte dans les champs limitrophes 70 kg d'azote à 1 mètre et entre 2 et 5 kg à 10 mètres. Cette situation conduit à une concentration plus importante (entre 50 et 100 %) de l'azote dans le sol à proxi-

mité des arbres et des haies qui devrait se traduire par une réduction ou un arrêt de la fertilisation chimique ou organique des cultures à cet endroit. L'azote contenu dans les semences (glands...) ou les feuilles consommées vertes est quant à lui répandu

sur toute la parcelle après digestion par les animaux. Dans une déhesse, il peut correspondre à un recyclage de 10 à 20 kg d'azote. La végétation des haies (arbres, arbustes et plantes herbacées) et les arbres épars vont aussi utiliser l'azote pour leur propre croissance. Les engrais ainsi récupé-

rés par les haies ne vont plus aller polluer les rivières. Les haies à végétation pérenne sont de plus efficaces toute l'année. Les arbres riverains des ruisseaux et rivières peuvent aussi prélever une partie de leur azote dans l'eau.

Le processus de dénitrification

Ce processus biologique est particulièrement important dans les zones d'agriculture intensive saturées en nitrates. Les processus d'épuration, en particulier de l'azote, ont été mis en évidence dans les formations végétales naturelles comme les ripisylves qui peuvent réduire la charge en nitrates de 70 à 100 % dans la nappe superficielle et de 80 % à 100 % dans les eaux de ruissellement. Deux processus naturels sont en jeu : la dénitrification microbienne qui transforme les nitrates en azote gazeux (N₂) volatile et l'absorption racinaire par les végétaux. Une jeune ripisylve peut ainsi prélever en moyenne 0,38 mg

d'azote/m²/j entre janvier et août (soit 900 kg d'azote/ha/an). Le processus de dénitrification ne peut fonctionner qu'en milieu anaérobie (saturation du sol en eau). Situation que l'on peut trouver en amont de certains talus boisés perpendiculaires à la pente et au niveau des haies de fond de vallée. Ce processus s'opère d'autant mieux que les sols sont peu filtrants (de type argileux) et arrivent à se saturer en eau. En règle générale, cette situation ne se retrouve pas toujours au niveau des haies boisées bordant les rivières, sauf en période de hautes eaux ou de remontée de la nappe.



Zone inondable où s'opère la dénitrification.

En résumé...

Les arbres situés dans l'espace agricole constituent une « barrière » naturelle permettant de stocker et recycler une partie des éléments minéraux lessivés ou ruisselés et perdus pour l'agriculture. Ce recyclage est permis grâce à un taux élevé de matière organique proche de l'arbre qui piège les particules et minéraux, et l'enraci-

nement profond qui va prospecter des parties du sol que les racines des plantes cultivées ne peuvent plus atteindre. Le maintien de zones humides et de bosquets permet de compléter le dispositif naturel de recyclage des éléments minéraux et d'élimination (dénitrification).



Chêne vert des dehesas.



Prés-vergers.



Propositions de gestion

Entretenir les structures arborées en exportant régulièrement du bois.

- Maintenir des haies diversifiées en essences capables d'assurer un meilleur recyclage.
- Maintenir les différentes strates et une bande herbeuse devant la haie.
- Ne pas fertiliser, ne pas traiter et

préserver les abords des arbres qui constituent une zone de stockage et de filtrage important.

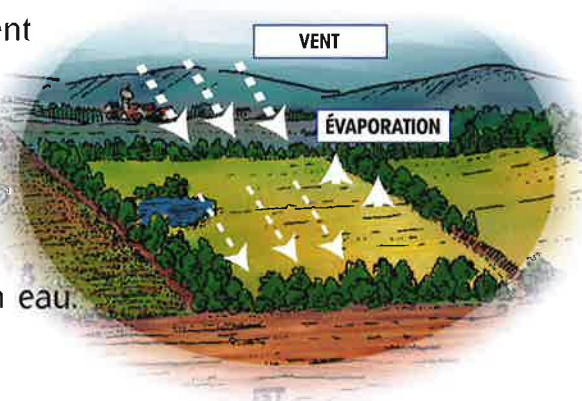
- Conserver les prairies et les bois humides de bas de vallée où s'opèrent les processus de dénitrification et de fixation, mais également qui servent de zone d'épandage des crues.

limiter l'évapotranspiration, là où l'eau fait défaut

L'émission de vapeur d'eau dans l'atmosphère d'un écosystème constitue l'évapotranspiration. Elle comprend la transpiration des plantes et l'évaporation du sol. En Europe, on estime que cette émission de vapeur d'eau résulte pour trois quarts de l'eau transpirée et pour un quart de l'eau évaporée du sol.

Des vitesses de vent élevées augmentent la transpiration et diminuent d'autant l'eau accessible aux cultures. Les haies organisées en brise-vent contribuent à la protection des cultures et une meilleure gestion des ressources en eau. Mais ces phénomènes sont complexes.

Phénomène associé à la respiration des plantes, l'évaporation de l'eau est indispensable au développement biologique des plantes. Sans elle la photosynthèse ne peut s'opérer et la croissance s'en trouve réduite.



Effets du vent sur l'évapotranspiration des plantes

Pour éviter les pertes transpiratoires en eau, les plantes des climats chauds ont développé de nombreux dispositifs : chute des feuilles en saison sèche, réduction de la surface foliaire, cuticule épaisse, cirreuse ou poilue.

La sécheresse de l'air, sa température et la vitesse du vent ont une forte influence sur l'évaporation. Le vent, en déplaçant une masse d'air plus importante à travers les plantes, va dessécher plus vite la surface des feuilles en prélevant l'humidité qui s'y trouve. Ainsi durant les périodes de manque d'eau, le vent est un indésirable moteur qui accélère l'évaporation.

Pour limiter cette perte en eau les plantes ont développé plusieurs adaptations comme la fermeture des

stomates. À partir d'un vent de 4 mètres par seconde, la plante ferme en partie ses stomates pour limiter l'évaporation de l'eau ce qui occasionne un ralentissement de la photosynthèse. À partir de 8 mètres par seconde, les stomates se ferment complètement et la photosynthèse s'arrête.

En général en période estivale, à l'exception des périmètres irrigués, l'eau est un facteur limitant, qui justifie la mise en place de brise-vent. Mais l'implantation en périmètre irri-

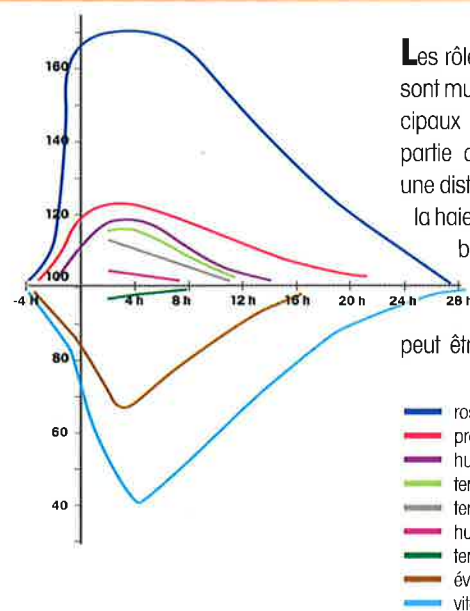
gué de brise-vent peut limiter les quantités d'eau consommées par les cultures.

EXEMPLE

L'est de l'Autriche très exposé au vent voit sa période de végétation réduite de deux semaines en l'absence de protection. Cette région reçoit des vents de plus de 4 m/s durant 100 jours, voire 150 jours, dont des vents de plus de 8 m/s pendant 14 jours.

Effets de la haie brise-vent sur les cultures

Schéma représentant l'effet d'un brise-vent orienté Nord-Sud en % par rapport à la même zone sans brise-vent, en fonction de la distance (en nombre de fois la hauteur du brise-vent).



Les rôles de haie comme brise-vent sont multiples et complexes. Les principaux impacts sont situés pour la partie du champ protégée jusqu'à une distance de 16 fois la hauteur de la haie. Au delà de cette distance les bénéfices décroissent rapidement et au-delà de 30 fois la hauteur, aucun effet ne peut être mesuré par rapport à un

champ non protégé. Même pour la partie du champ exposée au vent la haie assure une protection sur une distance de 5 fois la hauteur. Les principaux résultats de recherche montrent que le brise-vent influence les conditions microclimatiques comme suit (la comparaison s'effectue en % des valeurs de la culture sans brise-vent) :

- la vitesse du vent est réduite de 60 %. Cela est très important dans les zones ventées où les sols sont sensibles à l'érosion éolienne ;
- l'évaporation est réduite de 35 % ce qui permet une économie importante de l'eau et une meilleure utilisation dans les régions qui en man-

quent. Dans les périmètres irrigués cela entraîne une économie d'eau d'irrigation d'environ 10 % ;

- la quantité de rosée s'accroît de 70 % ce qui est intéressant dans les zones qui ont un déficit hydrique ;
- la quantité de pluie s'accroît de 20 % avec un bon maillage de brise-vent et elle est mieux répartie ;
- l'humidité du sol s'accroît de 20 % assurant un stockage de l'eau ;
- la température de l'air durant le jour s'accroît de 15 %, ce qui est un avantage dans les régions avec une courte période végétative mais un inconvénient dans les régions aux étés chauds ;
- la température du sol s'accroît durant le jour de 10 % augmentant la période de croissance en début de saison ;
- l'humidité de l'air s'accroît de 5 % entraînant une légère réduction de la transpiration.

Le facteur le plus important d'un brise-vent est sa perméabilité qui doit permettre à 40-50 % du vent de le traverser. Dans ces conditions, même les effets négatifs comme les risques de gelées au printemps ou de trop fortes températures en été, sont amoindris.

En résumé...

Sauf dans les cas de très fortes contraintes hydriques, rares en Europe, le brise-vent permet une meilleure allocation de l'eau aux plantes. Cela entraîne un meilleur niveau de production, mais ne permet pas au final d'économie de l'eau sauf dans le cas particulier des zones irriguées où le brise-vent permet de réduire de 10 % les volumes d'eau consommée pour l'irrigation (soit 100 à 300 m³/ha).

Les brise-vent eux-mêmes consomment plus d'eau (2 à 3 fois plus qu'une culture à surface égale)

mais avec une incidence faible du fait de la faible surface qu'ils occupent.



Propositions de gestion

- La largeur d'un brise-vent ne doit pas excéder 10 mètres afin de maintenir une certaine porosité et laisser 50 % du vent le traverser ;
- l'implantation doit se faire perpendiculairement aux vents dominants ;
- la distance entre deux brise-vent ne doit pas excéder 30 fois la hauteur

de la haie mûre soit une distance de 450 mètres pour des haies de 15 mètres de haut ;

- doit être préconisée la plantation de haies dans toutes les zones irriguées afin de réduire les consommations en eau.

BRISE-VENT ET ÉVAPOTRANSPIRATION

L'évaporation potentielle (ETP) est la quantité d'eau maximale susceptible d'être évaporée par un couvert végétal en phase active de croissance et parfaitement alimenté en eau. L'évaporation réelle (ETR) est la quantité d'eau effectivement évaporée et donc consommée (est plus complexe) :

Un bon brise-vent avec 40 à 60 % de porosité permet de réduire l'évapotranspiration de 20 à 40 % sur une longueur de 12 fois la hauteur du brise-vent. L'efficacité du brise-vent

est d'autant plus élevée que la zone est sèche. Ainsi dans les climats humides (régions continentales) l'effet du brise-vent sur l'ETP est peu sensible. L'impact du brise-vent sur l'évapotranspiration réelle (l'eau effectivement évaporée et donc consommée) est plus complexe :

- En condition humide, l'ETP est voisine de l'ETR (et comme on l'a dit, l'effet du brise-vent est insignifiant).
- En condition hydrique modérée, l'ETR diminue en même temps que l'ETP.

Le brise-vent permet donc une économie d'eau journalière. Le sol va se dessécher moins vite et l'eau disponible va profiter plus longtemps aux cultures. Mais sur la période de végétation, l'ETR sera égale avec ou sans brise-vent mais avec des rendements supérieurs dans la zone protégée.

- En condition hydrique très forte. Alors que les plantes vont fermer leurs stomates dans la zone ouverte, dans la zone protégée les plantes vont continuer à photosynthétiser. Le brise-

vent va donc augmenter l'ETR et la consommation d'eau mais avec une augmentation des rendements.

- En condition hydrique très forte, l'effet du brise-vent peut même être négatif. En ralentissant le vent il entraîne une augmentation de la température déjà élevée qui peut être néfaste aux plantes. Dans ces conditions il est préférable d'utiliser l'arbre comme ombrage aux plantes (type dehesas ou oasis).

L'eau absorbée par une plante est utilisée dans sa quasi totalité pour sa transpiration. La transpiration se fait par deux voies : cuticulaires et stomatiques. La transpiration stomatique est contrôlée par l'état de l'ouverture des stomates. La transpiration cuticulaire s'effectue au travers de la cuticule des feuilles. Elle est réduite chez les plantes xérophytes à cuticule épaisse.

Les arbres de la haie, qui occupent 8 % de la SAU évaporent deux fois plus d'eau que les cultures. Ainsi la réduction moyenne de l'ETP d'un champ protégé qui est en moyenne de 10 % n'est en réalité que de 7 %.

Les plantes réagissent contre le dessèchement par la fermeture totale ou partielle de leurs stomates. Or les échanges en gaz de la photosynthèse s'effectuent comme la transpiration par les stomates. Ainsi toute réduction de la transpiration va s'accompagner d'un ralentissement ou d'un arrêt de la photosynthèse à un moment où l'énergie radiative reçue est la plus importante. Cette baisse de la photosynthèse va entraîner une baisse de production.

Protéger les rivières



Pêche en rivière, Irlande.

Les arbres et la végétation rivulaire jouent un rôle important dans la protection des berges. Ils stabilisent le lit de la rivière, contrôlent l'érosion des berges et participent à l'absorption des nitrates et phosphates venant des terres agricoles adjacentes.

La végétation rivulaire procure aussi un habitat essentiel pour de nombreuses espèces animales, en particulier certains insectes qui passent aussi une partie de leur vie dans l'eau de même que la flore qui trouve dans ce milieu humide, un habitat unique.

L'ombre des arbres maintient une température plus basse de l'eau en été et procure ainsi des conditions plus favorables à la vie aquatique (concentration plus élevée en oxygène dissous, réduction du développement des algues).



Rôle de l'enracinement dans la protection des berges

Souche d'aulne.
Dessin: LA MURITTE

Certains arbres comme les aulnes et le frêne sont bien adaptés à une immersion partielle de leurs racines. Ils possèdent un enracinement très dense et profond, qui protège les berges pentues des rivières lors des crues. Pour cette raison, ils sont utilisés aussi pour stabiliser les berges des canaux, comme par exemple dans le Marais Poitevin dans l'ouest de la France. Les arbres sont régulièrement émondés ou recépés ce qui permet le maintien de la souche et des racines tout en assurant une production de bois. Tout comme les

arbres, les arbustes et la couverture herbeuse sont importants pour à la fois stabiliser les berges et ralentir le courant pendant les périodes de hautes eaux.

VALEURS DE RÉSISTANCE À LA FORCE D'ARRACHEMENT (FORCE TRACTICE) EN N/M²

Sable fin (inf à 0,2 mm)	2
Gazon	15-18
Saules 1 à 2 ans	50-70
Enrochement	200
Saules 20 ans	800

SOURCE B. LAGRAT

Incidences de l'entretien dans la régulation des crues

Les arbres mal gérés en tombant dans le lit de la rivière peuvent entraîner la formation d'embâcles qui vont constituer un obstacle, parfois total, à l'écoulement des eaux. Si les embâcles peuvent être une source de nuisance, ils sont aussi extrêmement utiles. Ils ralentissent l'écoulement (par dissipation de l'énergie du courant) de la rivière et créent des conditions biologiques

particulières propices à certaines espèces. Les interventions sur ces arbres de ripisylves se raisonnent au cas par cas. Les arbres ne doivent être abattus que lorsqu'il y a besoin d'assurer le renouvellement (dégager un jeune arbre), ou lorsque les risques d'embâcles peuvent avoir des conséquences négatives (supprimer les troncs qui menacent de se coucher

dans la rivière, élaguer les branches basses). Le rôle fonctionnel de la ripisylve peut être amélioré en favorisant



ENTRETIEN DE LA RIVIÈRE ET GESTION DES EMBÂCLES EN FONCTION DE LEUR LOCALISATION SUR LA RIVIÈRE

Quand éliminer l'embâcle ?

- En milieu sensible à l'érosion pouvant provoquer des affouillements et des turbulences : présence d'ouvrages, de terres cultivées, d'habitations. Il est alors nécessaire de stabiliser les berges.
- En milieu sensible aux inondations (habitation). Ils gênent l'écoulement des eaux et aggravent les inondations.

Quand laisser l'embâcle ?

- Dans les zones non sensibles : l'érosion des berges fait partie des processus d'évolution naturelle des rivières.
- En milieu peu sensible aux inondations (forêts, prairies humides). Ils ralentissent les eaux de crue et permettent un étalement dans les zones d'épanchement des crues.
- Dans les tronçons de courant rapide : ils jouent un rôle de seuil et d'épis et atténuent les phénomènes d'érosifs.

SOURCE B. LAGRAT

les espèces qui stabilisent et consolident les berges (aulnes, frênes, saules, chênes) et en éliminant les espèces inadaptées (peupliers hybrides, épicéa).

L'écoulement de l'eau dans une rivière avec un lit profond de 2 mètres peut être ralenti de 70 % par la végétation présente sur les deux rives comparativement à des berges dénu-

dées. Cet impact de la végétation sur la vitesse de l'eau diminue avec l'augmentation de la largeur du cours d'eau.

Drainage et chenalisation des cours d'eau

Entre 1950 et 1970, le drainage, la canalisation et l'enrochement des rivières se sont développés en Europe notamment dans les zones d'agriculture intensive pour favoriser l'évacuation rapide des eaux excédentaires. Souvent mal conçus et inefficaces (par manque d'une prise en compte de l'échelle globale du bassin versant c'est-à-dire des incidences des interventions en amont sur l'aval), ces aménagements ont été très destructeurs de l'écologie des berges. Depuis, la plupart des organismes chargés de l'aménagement rural ont développé des pratiques plus

douces. Elles se sont montrées bien plus efficaces, pour protéger entre autres, les ressources utiles à l'agriculture en évitant notamment les pertes de terrain agricole par effondrement des berges. Cette nouvelle approche résulte d'une prise de conscience des échecs générés par l'élimination pure et simple de la végétation de bord des eaux. Aujourd'hui, le maintien de la végétation, en particulier des arbres est considéré comme le moyen le plus efficace pour protéger les berges, et les cultures.

COMPARAISON D'UN COURS D'EAU

Naturel



Non rectiligne

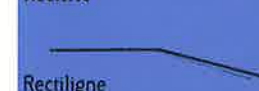
Végétation adaptée et diversifiée offrant des habitats et une valeur paysagère certaines



Zones inondables

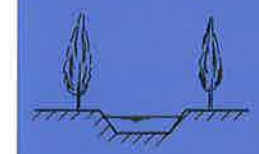


Rectifié



Rectiligne

Végétation cosmétique sans grande valeur biologique



Plus de zones inondables



SOURCE B. LAGRAT

Rôle des arbres et de la végétation rivulaire pour absorber les engrais lessivés

La canalisation de nombreux cours d'eau en Europe s'est traduite par une séparation artificielle entre l'écosystème « rivière » et l'agro-système qui lui est attaché. Par ailleurs, l'intensification des pratiques agricoles a contribué à accélérer les apports

d'engrais dans les cours d'eau. La berge, avec sa végétation, peut absorber une partie des minéraux en excès de l'agriculture. Toutefois, une végétation rivulaire trop étroite (moins de 5 m) n'est pas suffisamment efficace pour absorber les nitrates. En

revanche, avec une largeur de 20 mètres ou plus, 80 % des nitrates qui ruissellent vers la rivière peuvent être absorbés. Il en est de même des phosphates où l'absorption atteint un taux de 70 %. Les sédiments entraînés par le phénomène d'érosion peu-

LES RIVIÈRES À SAUMON EN IRLANDE

En Irlande, tous les ruisseaux et rivières sont réputés pour leur richesse en truites et saumons, indicateurs particulièrement sensibles à la qualité de l'eau. Le réseau de cours d'eau en Irlande montre pourtant depuis quelques années

des signes qui révèlent une légère eutrophisation (la longueur des rivières non polluées est passée de 77,3 % à 66,9 % en 25 ans). Autre problème constaté : une érosion des berges dont une des causes est l'accès du cours d'eau aux troupeaux.

En de nombreux endroits, les piétinements répétés des animaux ont fini par occasionner l'effondrement des berges. Il en résulte des apports importants de pierres dans la rivière, lesquels colmatent les trous d'eau, habitats

des saumons et truites. Si la désertion des truites et saumons n'est pas pour demain, cette fragilisation de leurs habitats est prise au sérieux par les pouvoirs publics et le monde de la pêche.



Bassin versant d'un lac bien protégé.



Pommier : des pommes mais aussi de l'ombrage.

vent être captés à hauteur de 90 % même si la largeur n'excède pas 5 mètres.

Les critères pour les rivières à saumon et à truite sont très exigeants :

- une eau fraîche et exempte de limon. Idéalement la température devrait varier entre 5 et 15°C et ne jamais excéder 21°C. L'ombrage apporté par les arbres des berges aide à réduire la température en été ;

- un courant continu permettant une bonne oxygénation de l'eau (idéalement 6 mg/l), avec un pH compris entre 6 et 9 ;

- la présence de graviers pour frayer ;

- des berges stables avec une couverture arborée intermittente ;

- la présence d'insectes servant de nourriture. Leurs cycles de vie dépendent de la qualité de l'eau et de la

végétation des berges incluant les arbres, les buissons et la strate herbacée ;

- des teneurs en phosphate et en nitrate très faibles de façon à limiter un développement excessif d'algues susceptibles de provoquer des phénomènes d'eutrophisation. La DBO5 doit être inférieure à 5 mg/l d'oxygène.

La mesure de gel de terres à 20 ans prévue dans le programme irlandais de protection de l'environnement rural a été proposée pour encourager les agriculteurs à ne pas cultiver une bande proche

du cours d'eau, à protéger et gérer la végétation naturelle des berges et prévenir les risques d'érosion. Cette mesure a été co-financée par le règlement européen 2078/92 et les Agences locales et régionales de la

Pêche. L'aide proposée est de 770 euros par hectare et par an pour geler une bande située à moins de 30 mètres de la rivière. Actuellement le programme est limité aux 22 zones désignées comme prioritaires pour

les saumons par la Directive sur les poissons d'eau douce. 41 agriculteurs ont déjà participé à ce programme pour une surface de 59 hectares.

En résumé...

Les arbres et arbustes des bords de rivière sont nécessaires pour contrôler l'érosion des berges. Ils créent avec leurs racines un système d'ancrage très efficace, ainsi que des habitats importants pour la faune et

permettent de réduire la vitesse de l'eau. Cependant, la gestion des berges de rivières reste très spécialisée.

La végétation riveraine constitue le dernier barrage avant la rivière pour

capturer et éliminer les minéraux contenus dans les sédiments provenant des terres agricoles adjacentes et aider ainsi à diminuer les risques d'eutrophisation de la rivière.



Propositions

Une gestion pointue des arbres des berges

La gestion des arbres des berges exige aujourd'hui une compétence pointue, ainsi qu'une approche de terrain au cas par cas. Les arbres ne doivent être abattus que pour laisser la place à des jeunes ou s'ils menacent de tomber. Le rôle fonctionnel de la végétation rivulaire peut être accru en sélectionnant certaines espèces plus favorables à la consolidation des berges comme le frêne, le saule ou le chêne. Les espèces comme le peuplier hybride ou l'épicéa doivent être évitées. Bien que l'aulne soit l'arbre le plus commun des berges, le frêne, dont les racines s'étendent parallèlement la rivière, est particulièrement bien adapté. Les saules, dotés d'un enracinement chevelu, seront choisis en priorité pour stabiliser les berges qui ont une forte proportion de graviers. Leur croissance rapide est à mettre au crédit de leur facilité d'implantation. Il convient toutefois de les émonder tous les 7 à 10 ans à une hauteur suffisante



Zone inondable avec saule blanc. (Irlande)

pour leur éviter la dent du bétail. L'émondage revitalise l'arbre et procure, si nécessaire, de jeunes tiges qui peuvent être marcottées pour implanter de nouveaux arbres de même origine génétique. L'émondage et la plantation doivent être effectués en hiver et les jeunes arbres doivent être protégés.

Restauration de petits cours d'eau déboisés

Sur des berges totalement dénudées, il est préférable de répartir des bosquets d'essences locales en diffé-

rents endroits de la berge, plutôt que de créer un alignement unique en haut de la berge. La qualité paysagère s'en trouve à terme améliorée, ainsi que la biodiversité. Les plantations d'arbres au bord des eaux sont aussi l'occasion de créer des corridors verts, garants sur un territoire donné, de la circulation des espèces qui bénéficient par ailleurs, d'un espace vital plus important.

L'arbre champêtre

un rôle majeur dans l'économie de l'eau

De la nécessité de développer des savoir-faire en matière de projet de plantation ou d'entretien des « arbres cultivés hors de la forêt ».

Si ces savoir-faire doivent s'inspirer des savoirs paysans existants, ils doivent tenir compte des nouveaux enjeux et du contexte économique (coût de la main d'œuvre).

Les conditions climatiques, la diversité des systèmes de production agricole, les différentes priorités écologiques selon les régions, montrent que le positionnement de l'arbre dans un bassin versant ne peut être laissé au hasard.

On savait que l'arbre champêtre constituait un élément productif des systèmes agricoles (bois, liège, fruits, nourriture pour les animaux sous forme de feuillage ou de glands, nourriture des abeilles), qu'il remplissait aussi de nombreuses fonctions comme la protection du bétail et des cultures contre les excès du climat, l'hébergement d'animaux auxiliaires des cultures et qu'il contribuait à un niveau élevé de biodiversité dans l'espace agricole.

On redécouvre aujourd'hui qu'il joue un rôle majeur dans le cycle de l'eau, dans le cycle des éléments minéraux et dans la préservation des sols.

En effet, l'intensification des pratiques agricoles jointe à une pression plus forte des activités économiques et domestiques sur les ressources naturelles (besoin en eau, artificialisation du sol...) et des pollutions induites (dépôts atmosphériques, épuration incomplète des eaux domestiques et industrielles...) donnent encore plus de poids aux ensembles naturels qui constituent les forêts, les milieux humides, les prairies naturelles extensives et les différentes structures arborées.

Si ces infrastructures naturelles peuvent éliminer

une partie de la pollution et mieux réguler les débits d'eau, elles ont aussi leurs limites. La nature ne peut rien contre des excès trop importants d'azote, de phosphore ou de pesticides ou contre l'assèchement des rivières par des prélèvements d'eau trop élevés.

Les rôles joués par les arbres et haies champêtres dans la gestion des ressources en eau sont de plus menacés par une réduction constante de leurs surfaces.

Tous ces éléments mis bout à bout montrent qu'il faut arrêter d'éliminer ces arbres champêtres, que l'on doit mettre en place une véritable politique de gestion et les reconstituer intelligemment dans les zones où aujourd'hui la pollution de l'eau et l'érosion sont de vrais problèmes.

Vis-à-vis d'un objectif de préservation des ressources en eau, l'accroissement de la forêt, n'est pas d'un grand secours dans la mesure où les surfaces boisées s'étendent principalement là où l'agriculture recule.

Les structures arborées et les productions qui peuvent être associées doivent bénéficier d'un plus large soutien public au titre des nombreuses aménités concernant l'eau qu'elles procurent à la société :

- maintien de la qualité biologique et chimique des eaux souterraines et de surface, notamment en éliminant une partie des flux d'azote et de phosphate ;
- régulation des écoulements, notamment en écrétant les crues ;
- protection des infrastructures publiques (route...) ;
- ralentissement du comblement des barrages.



Comment agir ?

Parallèlement à l'application sur le terrain des préconisations techniques présentées dans ce document, la préservation des arbres « cultivés » passe également par la création d'un cadre juridique et réglementaire approprié comme en bénéficie la forêt. Il s'agit de donner aux structures arborées un véritable statut, à l'heure où les bénéfices qu'elles apportent sont d'une utilité sociale de premier plan. Nous suggérons de :

- Accroître la protection réglementaire (contrôle du défrichement et des coupes) de ces éléments boisés comme c'est déjà le cas dans certaines régions et États d'Europe (Autriche, Irlande, Royaume-Uni, Extremadure espagnole).

Exemple 1

LA LOI DE 1986 SUR LA DEHESA DE LA PROVINCE D'EXTREMADURE

Cette loi est l'unique exemple d'action législative sur la protection et le développement de la dehesa. Dans son annexe III, elle établit les techniques culturales et sanitaires obligatoires, les recommandations et les interdictions. « Il est obligatoire de solliciter un permis pour la taille des chênes verts et chênes lièges qui doit se situer entre le 1^{er} novembre et le 28 février. Exceptionnellement, il est autorisé d'émonder les branches (pour que le bétail mange les feuilles) en dehors de cette époque (année climatique difficile pour l'élevage), mais en aucune façon les branches ne doivent dépasser 10 cm de diamètre. « Concernant le chêne liège, la taille des branches ne peut se faire avant trois ans après ou avant la récolte de liège ». « Il est obligatoire de communiquer à la direction générale de l'environnement la présence d'espèces annexées à la directive européenne sur la protection des oiseaux ».

Exemple 2

En Irlande, « the Forestry Act » de 1946 rend nécessaire l'obtention d'une autorisation pour l'abattage d'un arbre adulte situé dans le milieu rural.

- Accroître les aides publiques à la plantation, à l'entretien, à la restauration et proposer des mesures concrètes pour ne pas discriminer les pratiques agroforestières (mélange cultures-prairies et arbres) notamment vis-à-vis des aides directes européennes (organisations communes de marché).

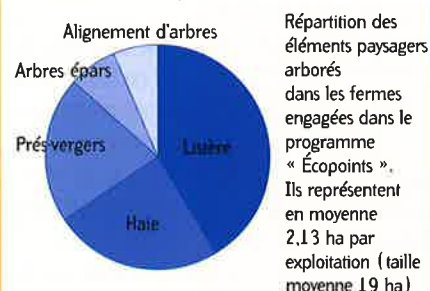


Dehesa.

Exemple 3

LE SOUTIEN AUX STRUCTURES ARBORÉES DANS LE PROGRAMME « ÉCOPOINTS » DE LA BASSE-AUTRICHE

Ce programme agri-environnemental évalue la performance écologique d'une exploitation en nombre de points selon 7 indicateurs. Un des critères porte sur la surface en éléments fixes du paysage. Le bilan du programme en 1999 montre que les arbres épars, les haies, les lisières et les prés-vergers représentent 69 % de la surface des éléments fixes du paysage, représentant pour les 1 900 exploitations engagées dans le programme (35 000 ha de SAU) un soutien moyen de 140 euros par hectare de SAU et par an.



Exemple 4

La France a créé en 1995 un fonds (le fonds de gestion et d'entretien de l'espace rural - FGER) pour entretenir l'espace rural. Celui-ci a permis d'aider à l'entretien et à la restauration de plus de 6 000 km de haies. À partir de 1999, ce fonds a été inclus dans le cofinancement du plan de développement rural, pour la mise en place des contrats territoriaux d'exploitation.

- Dans les zones où les problèmes de gestion de l'eau et d'érosion liés à l'agriculture deviennent très critiques, proposer une conditionnalité des aides directes (article 3 du règlement 1259/1999 établissant des règles communes pour les régimes de soutien direct dans le cadre de la politique agricole commune) pour conserver et accroître les éléments fixes du paysage notamment les arbres (ces éléments

devraient représenter un minimum de 3 % de la SAU).

- Proposer les boisements linéaires ou la complantation, comme alternatives dans certaines régions à l'afforestation, pour maintenir des espaces ouverts et agricoles.

- Donner une priorité à tous les boisements le long des ruisseaux, rivières et fleuves, et toutes haies permettant une déconnexion du bassin agricole et des rivières (utilisation des crédits européens du Règlement rural 1257/99 articles 22 à 24 consacrés à l'agro-environnement et articles 29 à 32 consacrés à la sylviculture).

Exemple 5

Le règlement rural, qui englobe les anciens règlements sur les mesures agri-environnementales (2078) et boisement des terres agricoles (2080), permet d'accorder un soutien à « l'entretien du paysage et des caractéristiques traditionnelles des terres agricoles » (article 22) et « à l'extension des surfaces boisées » (article 29).

- S'appuyer sur les articles 22 et 29 du règlement rural pour soutenir les plantations de haies.
- Introduire un programme spécifique d'aides aux agriculteurs pour la protection et la gestion des berges de rivière.
- Accroître les efforts de recherche dans ce domaine et développer le génie écologique dans le cadre de programmes visant à reconstituer des structures arborées adaptées aux nouvelles problématiques de la protection des eaux (protection des captages d'eau potable, protection contre les crues...), en profitant des projets d'aménagement foncier.
- Évaluer les aménités apportées par les systèmes agricoles où l'arbre tient encore une place importante, en vue d'accroître le retour financier vers ces pratiques notamment dans le cadre du règlement 1257/99 sur le soutien au développement rural. Les références économiques manquent sur les coûts induits par l'érosion, la pollution de l'eau, le comblement des barrages ou les risques d'inondation.

Glossaire

Agroforesterie

c'est une pratique culturale qui associe des arbres et des cultures intercalaires sur une même parcelle. Ces cultures peuvent être annuelles ou pérennes, herbacées ou ligneuses, récoltées ou pâturées.

Battance

se dit d'un sol dont la couche superficielle se tasse sous l'effet de la pluie en formant une croûte qui rend l'infiltration de l'eau difficile augmentant ainsi les risques d'érosion.

Brise-vent

se dit d'une haie dont l'objectif prioritaire est de protéger les cultures et le bétail contre les impacts du vent (érosion éolienne, dégâts physiques aux cultures, dessèchement...). Les haies brise-vent sont plantées depuis plus d'un siècle dans les régions ventées du nord de l'Europe. Dans les territoires du Jütland, les premières haies brise-vent ont été plantées en 1880 pour préserver la qualité agronomique des sols composés de cailloutis d'origine fluvioglacière. Depuis une vingtaine d'années, 1 000 km sont plantés chaque année dont environ 80 % servent à rajeunir le linéaire existant (50 000 km plantés depuis la fin des années 30). Dans le Schleswig-Holstein, la longueur totale de ces brises-vent (appelés Knicks) est de 40 000 km avec un maillage atteignant 125 m/ha dans certains cantons. Depuis 1960, le Land de Basse-Autriche a installé plus de 2 000 km de brise-vent dans sa plaine céréalière au sol fragile.

Canopée

mot désignant la frondaison des arbres.

Coefficient de ruissellement

c'est le volume d'eau ruisselée par rapport au volume d'eau précipité.

Cultura promiscua

paysage méditerranéen de complantation parfois en terrasse où se juxtaposent de manière serrée plusieurs cultures sur la même parcelle. Chaque parcelle porte des rangées d'arbres, ou de vignes, séparées par des plates-bandes de blé, de haricots ou de tomates. Cette agriculture intensive en main d'œuvre et extrêmement diversifiée, telle que l'on peut la voir dans la vallée du Douro ou en Toscane, est aujourd'hui remplacée par des cultures fruitières intensives (intrants et spécialisées...).

Crue

se définit comme l'augmentation du débit moyen d'un cours d'eau. C'est un phénomène limité dans le temps, de nature périodique ou aléatoire, au cours duquel le cours d'eau sort de son lit principal (lit mineur) et envahit son lit majeur.

Dehesa

(ou montados au Portugal) terme espagnol caractérisant des systèmes extensifs des zones semi-arides où les arbres coexistent avec quelques cultures et du pâturage. La densité des arbres dans les dehesas varie entre 30 et 60 arbres par hectare pour les chênes verts (représentant un couvert de 5 à 20 %) atteignant 80 arbres/ha pour les chênes lièges. Les dehesas et les montados assurent une production très diversifiée. La production fourragère n'est pas très élevée (600 à 3 000 kg de matière sèche par hectare) mais bénéficie de l'ombrage des arbres comparativement aux steppes herbeuses. La production de glands, qui est généralement de 600 kg/ha, vient se rajouter. La chasse représente 6 % des produits d'une dehesa. Les produits forestiers (essentiellement le liège, le bois de chauffage et le charbon de bois) assurent un revenu secondaire. La récolte de liège atteint 2 à 3 tonnes par hectare tous les 9 ans dans les domaines bien gérés.

Dénitrification

processus naturel réalisé par des bactéries anaérobies qui transforment les nitrates en azote gazeux (N₂) volatile.

Eau « liée »

c'est l'eau qui ne peut être extraite du sol par la succion racinaire. Elle est retenue à la surface des particules du sol par des forces électriques.

Eau de rétention capillaire

c'est l'eau qui occupe les micro porosités du sol. Elle est suffisamment liée au sol pour échapper aux forces de gravité. Sa valeur maximale correspond à la capacité de rétention du sol. Elle constitue la réserve utile du sol.

Eau libre ou gravitaire

c'est l'eau qui circule dans les macro porosités du sol. Elle circule verticalement grâce aux forces gravitaires.

Écoulement

quantité d'eau sortant d'un bassin versant par la rivière et qui n'est pas évapotranspirée.

Érosion

phénomène de perte de terre à la surface du sol occasionné par la pluie ou le vent mais aussi la glace.

Évapotranspiration

c'est la combinaison de l'évaporation physique et de la transpiration biologique de la végétation.

Évapotranspiration potentielle (ETP)

c'est la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée dans des conditions climatiques données pour une surface d'eau libre, ou un couvert végétal pour lequel l'eau n'est pas un facteur limitant. L'ETP varie d'un minimum de 400 mm d'eau dans le nord de l'Europe, 600-700 mm en zone continentale et atlantique, à 900-1 300 mm en zone méditerranéenne.

Évapotranspiration réelle (ETR)

c'est la quantité d'eau réellement évapotranspirée compte tenu de la disponibilité en eau et des mécanismes biologiques de la transpiration des plantes. L'ETR est toujours inférieure à l'ETP.

Huerta

basse plaine irriguée des zones méditerranéennes de riche polyculture mêlant l'arbre au champ. Cultures associées nécessitant une main d'œuvre abondante. On y trouve des arbres subtropicaux tels que pêcher, abricotier, citronnier ou oranger.

Infiltration

c'est le flux d'eau qui peut pénétrer dans le sol à partir de la surface. La valeur maximale de flux qu'un sol est capable d'absorber est la capacité d'infiltration.

Interception

c'est la quantité d'eau retenue par la végétation lors des pluies et qui est ensuite évaporée. Cette eau n'atteint jamais la surface du sol.

Lessivage

phénomène d'infiltration de l'eau entraînant certains éléments minéraux comme l'azote vers les couches plus profondes du sol et les nappes. Ceux-ci sont alors plus accessibles par les racines des plantes.

Minéralisation

décomposition de l'humus et de la matière organique en éléments minéraux.

Montados voir dehesas.

Non-labour

technique agricole de préparation sans labour pour le semis.

Prés-vergers

Il s'agit de pâtures complantées d'arbres fruitiers. Ils occupent généralement des zones de bocage. Les prés-vergers, tout comme les dehesas, sont gérés de manière proche de l'agriculture biologique, généralement sans pesticides et avec des apports d'engrais chimiques très faibles ou nuls. Sous nos latitudes, la production atteint en moyenne 10 à 12 tonnes de pommes par hectare permettant la production de 6 000 à 7 000 litres de cidre, dans le cas de pommiers.

Ripisylve

formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre.

Ruissellement

il se déclenche lorsque l'intensité des précipitations dépasse les capacités d'absorption du sol et lorsque la vitesse de l'eau est trop importante. L'eau alors ruisselle en fine pellicule sur le sol puis se rassemble en ruisseau pour aboutir aux rivières.

Sylvopastoralisme

pratique traditionnelle de pâturage en sous-bois. Les boisements sont généralement éclaircis pour accroître la production d'herbe. ce pâturage s'effectue à des périodes bien précises par exemple au moment de la chute des glands ou des châtaignes.

Bibliographie

ALVAREZ COBELAS, M., SANCHEZ CARRILLO, S., 1997, *Contaminación de aguas de arroyos y embalses por arrastre de sedimentos*, Congreso Nacional de Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales, Burgos.

AUZET V., 1990, *L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture*, Centre d'Études et de Recherches éco-Géographiques, 39 pages.

Agence de l'eau Rhin-Meuse, 1997, *Guide de restauration des rivières*, 62 pages.

AJERSWALD K., HAIDER J., 1997, *Input of agrochemicals into surface waters as a result of soil erosion*, Magazine for Drainage Engineering and Land Development, 33rd year, p. 222-229.

BAUMGARTEN J., 1997, *Wasserversorgung im Zielkonflikt zur Landnutzung*, Trends, Kehrtwendungen, Visionen, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 38, 100-105.

BICK H., 1993, *Grundzüge der Ökologie*, 3, überarbeitete und ergänzte Aufl, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm : Gustav Fischer Verlag.

BOIFFIN J., MONNIER G., 1991, *Simplification du travail du sol et érosion hydrique*, tiré à part de Perspectives Agricoles, 99 pages.

BÖTTGER K., 1990, *Ufergehölze, Funktionen für den Bach und Konsequenzen ihrer Beseitigung*, Ziele eines Fließgewässer-Schutzes. In : Natur und Landschaft, 65. Jg., Heft 2. Seite 57-62.

BRIESE D., GRAMATTE A., WAMSER M., 1985, *Probleme beim Uferbewuchs in Einzugsgebieten von Trinkwassersperren*, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 26, 113-122.

BUREL F., BAUDRY J., LEFEUVRE J., 1993, *Landscape Structure and the Control of Water Runoff*.

CAMACHO N., 1990, *La problemática actual de la erosión hídrica de los suelos de España*, Ecología nº1, 1990 ICONA, Madrid.

CAMBRA RUIZ DE VELASCO R., 1994, *Frutales ornamentales*, Ed. Agrícola Española, S.A., Madrid.

CAMPOS PALACÍN, DAVID W. PEARCE, 1992, *Assessment of the economic and environmental benefits of the cork tree « dehesa » system*.

CAMPOS PALACÍN, 1992, *Forests : Market and Intervention Failures*, Five case studies, Earthscan, London.

COQUE FUERTES M., DÍAZ HERNÁNDEZ M.B., GARCIA RUBIO J.C., (1996), *El cultivo del manzano en Asturias*, Principado de Asturias.

COSANDEY C., ROBINSON M., 2000, *Hydrologie continentale*, Éditions Armand Colin, 360 pages.

DE MARSILY G., 1995, *L'eau*, Éditions Dominos Flammarion, 126 pages.

Department of Agriculture and Food, 1999, *Rural Environment Protection Scheme : Agri-Environmental Specifications*, Revised 1 Jan 1999, Department of Agriculture and Food, Kildare Street, Dublin, Ireland.

DIAZ ALVAREZ M.J., *Erosión, concepto y clases*, Universidad Politécnica de Madrid.

DVWK - DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (GERMAN ASSOCIATION FOR WATER RESOURCES POLICY AND DRAINAGE ENGINEERING, 1990, *River bank borders on rivers and streams*, Hamburg and Berlin, Paul Parey Publishers.

FLORES DOMINGUEZ A., 1990, *La Higuera*, Ed. Mundt-Prensa, Madrid.

FREDE G., DABBERT, S., 1999, *Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft*, Landsberg : ecomed, 2., corr. Auflage.

GOMEZ GUTIERREZ J.M., 1992, *El libro de las dehesas salmantinas*, Junta de Castilla y León, Salamanca.

GONZALEZ BERNALDEZ F., 1991, *Curso sobre el uso múltiple del territorio : los sistemas agrosilvopastorales*, Junta de Andalucía.

GUYOT G., 1986, *Brise vent et rideaux abris avec référence particulière aux zones sèches*, FAO, 385 pages.

HERGOZ F., *A traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe*, In Agroforestry systems 42, 20 pages.

IBAR L., 1985, *Cultivo moderno del almendra*, Biblioteca Agrícola Aedos, Barcelona.

IDF, 1995, *L'entretien courant des haies*, Éditions IDF, 71 pages.

IFEN, 1997, *Agriculture et environnement, les indicateurs*, 72 pages.

KNAUER N., MANDER Ü., 1990, *Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein*, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 31, 52-57.

LACHAT B., 1994, *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales*, Ministère de l'Environnement, 143 pages.

LACHAT B., 1994, *Le cours d'eau : conservation, entretien et aménagement*, Conseil de l'Europe, 84 pages.

LA HULOTTE, 1982, N° 51 et 52 consacrés à l'aulne

LAMBERT R., 1996, *Géographie du cycle de l'eau*, Presses universitaires du Mirail, 435 pages.

LANGE F. & AL., 1974, *Lehrbuch Biologie*, Wien : Verlag Franz Deuticke.

LARCHER W., 1984, *Ökologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage*, Stuttgart – Ulmer.

LARCHER W., 1994, : *Ökophysiologie der Pflanzen*, Leben, Leistung und Streßbewältigung der Pflanzen in ihrer Umwelt. 5., völlig neu bearbeitete Aufl. Stuttgart : Verlag Eugen Ulmer.

LEBEAU R., 1972, *Les grands types de structures agraires dans le monde*, collection Initiation aux études de géographie.

LIEUTAGUI P., 1972, *L'environnement végétal*, Éditions delachaux et Niestlé, 317 pages.

MARTYN D., 1992, *Climates of the world*, Developments in atmospheric science 18, Warszawa.

MAZEK-FIALLA K., 1967, *10 Jahre Bodenschutz in Niederösterreich*, Österreichischer Agrarverlag, Wien.

MÉROT P., 1976, *Quelques données sur l'hydrologie de deux bassins versants élémentaires granitiques, bocager et ouvert*, table ronde CNRS « les bocages » Rennes.

MÉROT P., 1999, *The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in a temperate climate*, Agronomie 19 655-669, INRA-Elsevier.

METTE R., SATTELMACHER, 1999, *Root and nitrogen dynamics in the hedgerow*, field crop interface, consequences for land and use management.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION, 1998, Anuario de Estadística Agraria, MAPA, Madrid.

MORO R., 1995, *Guía de los árboles de España*, Ed. OMEGA, Barcelona.

NEEMANN W., SCHÄFER W., KUNTZE H., 1991, *Bodenverluste durch Winderosion in Norddeutschland – Erste Quantifizierungen*, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 32.

NEDELEC, Y. & AI, 1999, *Activités rurales et inondations, connaissances et bonnes pratiques*, Cemagref Éditions.

PINGOUD K., 1985, *Hydrologic modelling of infiltration and overland flow in rainfall-runoff processes*, Helsinki University, Report A4.

PURSEGLOVE J., 1989, *Taming the Flood : A History and Natural History of Rivers and Wetlands*, Oxford University Press, United Kingdom.

RADERSCHALL R. & AL., 1997, *A modular concept for the variable design of bank borders*, Magazine for Drainage Engineering and Land Development, 38th year, Magazine 2. Pages 76-81.

RÉAL B., 1998, *Étude de l'efficacité des dispositifs enherbés*, ITCF-Agence de l'eau Loire Bretagne.

REMMERT H., 1992, *Ökologie* - Ein Lehrbuch. 5., neubearbeitete und erweiterte Aufl. Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag.

RIVAS MARTINEZ S., 1985, *Mapa de series de vegetación de España*, ICONA, Madrid.

RSPB, 1994, *The New Rivers and Wildlife Handbook*, Royal Society for the Protection of Birds, The Lodge, Sandy, Bedfordshire, United Kingdom.

RUFFINONI C., 1994, *Rôle des ripisylves dans la réduction des pollutions azotées diffuses en milieu fluvial*, Thèse de doctorat d'écologie, Université Paul Sabatier de Toulouse.

RYSZKOWSKI L. & AL., 1996, *Dynamics of agricultural landscape*, 223 p.

SCHÄFER W., NEEMANN W., 1990, *Bodenerosion durch Wind in Niedersachsen*, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 31, 72-81.

SCHLÜTER U., 1990, *Die Bedeutung von Gewässerrandstreifen für den Naturschutz*, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, 31. Jg. Seite 224-230.

SCHUBERT R., 1991, *Lehrbuch der Ökologie*. 2., überarbeitete Aufl. Jena : Gustav Fischer Verlag.

SCHULTZ J., 1988, *Die Ökozonen der Erde*, Stuttgart - Ulmer.

SCHNABEL S., 1997, *Soil Erosion and run off production in a small watershed under silvopastoral land use* (Dehesas in Extremadura, Spain), Geoforma Ediciones, Logroño.

SOTO, D., (1990), Aproximación a la medida de la erosión y medios para reducir ésta en la España Peninsular. Ecología nº1-1990 ICONA, Madrid.

Varios autores, 2000, *La Lettre du Bocage*, SOLAGRO, Toulouse.

Varios autores, 1982, *La guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica*, INCAFO, Madrid.

Varios autores, 1999, *Staatliche Naturschutzverwaltung Baden-Württemberg*, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland.

Varios autores, GEDEA, 1998, *La Dehesa, aprovechamiento sostenible de los recursos naturales*, Ed. Agrícola Española, S.A., Madrid.

Varios autores, 1997, *Congreso Nacional de Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales*, Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos, Burgos.

Varios autores, 1998, *Congreso Nacional de Agricultura de Conservación y Agenda 2000*, Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos, Zaragoza.

WERNER A. & AL., 1997, *Grundwasserneubildung und Landnutzung*, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 38, 106-113.

WIESING H., 1996, *Die ökologischen Funktionen von Hecken und die planerischen Rahmenbedingungen für deren Neuanlage unter praxisrelevanten Bedingungen im Land Brandenburg*, Mitteilungsblatt Nr. 12, Kassel.

Crédit photos

David Hickie, pages : 23-1, 26-1, 26-2, 27, 28-2.

Eduardo de Miguel, pages : 7-2, 17-2, 18-1, 20-1, 21.

Philippe Pointereau, pages : 5, 5-1, 5-2, 5-3, 6-1, 6-3, 10-2, 11-1, 11-2, 12-1, 12-2, 12-3, 13-1, 13-2, 13-3, 14-2, 15-1, 15-2, 16, 17-1, 17-4, 19-1, 20-2, 23-2, 28-1, 30.

Christian Steiner, pages : 3, 6-2, 7-1, 10-1, 14-1, 15-3, 17-3, 19-2.

Crédit dessins

Arbre de la couverture, pages 4, 12, 22 et 29 extrait de *L'entretien courant des haies* – IDF , 1995.

Pierre Deom (La Hulotte) page : 26.

Stefan Kreppel, pages 8 et 9 (dessin de couverture).

Mise en couleur Georges Rivière.

Traduction

Ce document existe en version espagnole, anglaise et allemande.

<i>Allemand</i> :	Agence Myren et Christian Steiner
<i>Anglais</i> :	David Hickie
<i>Espagnol</i> :	Eduardo de Miguel
<i>Français</i> :	Philippe Pointereau

Conception et réalisation de la maquette :
Studio Stephan Arcos – Georges Rivière
Spirale – Irène Héraut.

Impression : Imprimerie 34 Toulouse.

Cette brochure est le fruit d'un partenariat entre quatre organismes européens : l'Administration agricole de l'aménagement foncier de la Basse Autriche, le Fonds européen pour le patrimoine naturel (Espagne), l'association « An Taisce » (Irlande), l'association Solagro (France). Ce qui rassemble les auteurs de cet ouvrage ? Un regard nouveau sur le bocage, ou plutôt sur les systèmes agro-forestiers de leurs pays respectifs et la volonté de croiser leurs connaissances sur une question jusqu'ici peu étudiée : l'impact des arbres champêtres sur l'eau partout où ils sont intimement liés à la production agricole.

Que l'eau se fasse trop rare ou excessive, et voilà montré du doigt l'arrachage des « arbres des champs », considéré comme facteur aggravant. Conclusions excessives ? Affirmation de bon sens ? Dès lors que l'on s'interroge sur la façon dont ils agissent en grandeur réelle sur la qualité et le régime des eaux, y compris et surtout en-dehors de toute crue ou sécheresse d'ampleur exceptionnelle, les réponses se font rares et fragmentaires tant les mécanismes en jeu sont complexes. C'est cette lacune que cette brochure tente de combler sur la base d'une synthèse des quelques données scientifiques récemment publiées sur ces questions.

Elle montre également que partout en Europe, les paysans, soucieux de valoriser au mieux leurs ressources naturelles, ont avec les prés-vergers, les dehesas, les brise-vent, les bocages dits traditionnels... créé des systèmes agro-forestiers très divers mais remarquablement adaptés aux contraintes locales.

Le manque ou l'abondance d'eau est l'un des paramètres avec lequel ils ont su, intuitivement ou volontairement, « composer ». Localisation des arbres dans l'espace, densité de plantation, choix des essences, techniques de plantations et de tailles... rien n'y est le fruit du hasard. La connaissance de ces savoir-faire permet aujourd'hui de donner quelques premiers conseils de gestion.

À l'heure où près de la moitié de la surface agricole européenne est soumise – à des degrés divers – à des phénomènes d'érosion hydrique, à l'heure où la dégradation qualitative et quantitative des ressources en eau devient un problème crucial dans les zones d'agriculture intensive, cette brochure apporte des arguments à tous ceux qui sont convaincus que la réhabilitation de l'agro-foresterie est l'un des recours possibles pour, tout en développant une agriculture productive et de qualité, préserver, voire améliorer la qualité de l'eau et lutter contre l'érosion des sols.

Prix de vente 12,50 euros franco de port

Avec le soutien de la Commission Européenne,
direction générale de l'environnement, du Ministère de l'Aménagement du Territoire
et de l'Environnement et du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

