

Synthèse des articles parus dans la revue *Forêt Méditerranéenne* sur le thème « forêt et eau »

par Louis-Michel DUHEN

***La revue Forêt Méditerranéenne
confirme une fois de plus la
richesse de son fond d'articles,
quels que soient les thèmes.
Pour les relations forêt, eau et sol
forestier, on y trouve des textes
qui, bien qu'anciens, font toujours
autorité, démontrant ainsi que les
constats et préconisations n'ont
guère été suivis d'effet.
Une majorité d'articles concernent
« Le bassin versant, les crues,
l'érosion » et les ripisylves
méditerranéennes, qui ont fait
l'objet de conférences et de visites
de terrain dans le cadre
de colloques ou bien des
rencontres « Foresterranée ».
Les services écosystémiques
y sont déjà évoqués.***

Une fois de plus, j'ai pu constater qu'un des trésors de l'association Forêt Méditerranéenne résidait dans les milliers d'articles qui ont paru depuis plus de 40 ans dans sa revue. Sur tous les thèmes, on trouve des articles qui, malgré les années, font toujours autorité ou relatent des expériences déterminantes ou pionnières. C'est le cas des articles relatifs au thème de l'eau et de la forêt. Nous ne les relaterons pas tous ici, privilégiant ceux qui sont les plus synthétiques et qui traitent des problématiques actuelles.

Plusieurs articles¹ sont liés aux très fécondes rencontres « Foresterranée » organisées sur trois jours autour d'un thème. Lors de Foresterranée'99, celui-ci était « Bassin versant, crues, érosion ». Il a généré 20 articles et une synthèse toujours d'actualité (voir plus loin). En 2003, paraissait un numéro spécial « Ripisylves méditerranéennes » qui faisait le tour complet du sujet. Nous ne les avons pas tous repris, vous laissant le soin de les consulter gratuitement sur le site de Forêt Méditerranéenne (www.foret-mediterranee.org) à la rubrique « Bibliothèque ».

1 - Les parties de texte reprises des articles originaux sont encadrées de parenthèses.

Des textes prémonitoires

La forêt : un outil de gestion des eaux ?

LAVABRE J., ANDREASSIAN V. - *La forêt : un outil de gestion des eaux ?* - T. XXI, n°2, 2000, pp. 146-153. *Foresterranée'99. Groupe « Bassin versant, crues, érosion ».*

Cet article synthétique écrit voici 20 ans dresse un diagnostic complet et propose des solutions concrètes notamment dans le domaine de la recherche. Malheureusement, ces constats ont rarement été suivis d'effets. C'est pourquoi il mérite d'être relu en entier. Nous reprendrons ici les conclusions très pertinentes et toujours actuelles que nous souhaitons réactiver.

Photo 1 :

Une partie de l'eau interceptée par les forêts est restituée à l'atmosphère par l'évapotranspiration des arbres.
© Olivier Martineau / CNPF



« Pour le gestionnaire de l'eau, il apparaît au vu des éléments rassemblés dans cette synthèse qu'il est nécessaire de prendre en compte, et qu'il est possible d'utiliser de façon programmée, l'impact de la couverture forestière sur le cycle de l'eau.

De même, pour le gestionnaire forestier, il semble bien qu'il soit possible d'ajouter à ses objectifs un critère de conservation et de production de la ressource en eau, de garantie de sa qualité, voire de son amélioration au même rang que les critères de conservation et de production de la ressource forestière, de la conservation des écosystèmes forestiers, de la conservation de la biodiversité plus classique dans l'approche de gestion durable des forêts.

Il semble cependant que — malgré les connaissances concernant l'impact de la forêt sur le cycle hydrologique considérées aujourd'hui comme acquises — nous n'avons pas aujourd'hui les moyens de quantifier précisément cet impact et de fournir aux gestionnaires de l'eau et des forêts des modèles qui constituent de véritables outils de prise de décision. Nous manquons également d'un lieu de négociation et de contractualisation de la fonction de production d'eau des forêts.

Cependant, des recommandations peuvent être formulées pour proposer à l'avenir des solutions de gestion intégrées pour la forêt et l'eau.

Sur le plan de l'aménagement du territoire :

1.- Développer dans les SAGE la prise en compte du couvert forestier, de sa gestion, de son extension dans l'espace. 2.- Aborder de façon explicite la fonction de production d'eau de la forêt dans les Orientations régionales forestières. 3.- Mettre en place des mécanismes de contractualisation sur des territoires pertinents au regard de la gestion des eaux et de la gestion forestière. Ces prescriptions sont parfaitement intégrables dans la loi d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire, qui aborde la gestion à long terme des ressources naturelles, leur préservation, la prévention des changements climatiques... et met en place différentes structures de dialogue à différents niveaux (schéma des services collectifs des espaces naturels et ruraux, schémas régionaux et inter-régionaux d'aménagement et de développement du territoire) et des instruments économiques tels que les Contrats territoriaux d'exploitation, prévus par la loi d'orientation agricole.

Sur le plan technique :

1.- Intégrer des bases d'hydrologie forestière au niveau de la formation de base et de la formation continue des ingénieurs forestiers et des techniciens forestiers. 2.- Synthétiser les connaissances actuelles et les traduire en grilles d'analyse de la sensibilité des bassins versants à la couverture forestière et à sa gestion.

Sur le plan scientifique :

Nécessité de poursuivre des recherches ciblées pour pouvoir : 1.- Concevoir et améliorer des modèles opérationnels qui permettent de traiter des bassins versants de taille « opérationnelle », de quelques dizaines à quelques centaines de km², en y intégrant de façon effective l'impact du couvert forestier. 2.- Définir les limites de l'effet régulateur réel de la forêt sur le cycle hydrologique et notamment sur ses extrêmes, crues et étiages. 3.- Proposer des espèces et un type de sylviculture pour une forêt qui soit aussi peu consommatrice en eau que possible et qui n'altère pas la qualité de la ressource, tout en conservant sa fonctionnalité première de production de bois. Le challenge est tout à fait comparable à celui posé à l'agriculture : une agriculture la plus productive mais la moins polluante et économe en eau. 4.- Proposer, de la même façon, pour la forêt alluviale et la ripisylve, des espèces, des critères de dimensionnement et de gestion de ces zones afin qu'elles puissent jouer le rôle épurateur qu'on leur prête, tout en consommant le moins d'eau possible en étiage. 5.- Enfin, il serait nécessaire, malgré toutes les incertitudes qui existent à ce sujet, de pouvoir travailler sur l'impact des changements climatiques sur le bilan hydrique de la forêt. L'étude des interactions : changement climatique / ressource en eau / espèces forestières, pourrait déboucher sur des recommandations techniques et socio-économiques afin de préserver les capacités de production de la forêt, tout en évitant les conflits d'usage de l'eau. Pour se situer dans une dynamique de développement durable, ces recherches sont évidemment multi- et trans-disciplinaires : climatologues, hydrologues, écologues, forestiers, spécialistes du sol, physiciens de l'atmosphère... et aussi économistes, sociologues. Les progrès attendus doivent être opérationnels, pour pouvoir être utilisés dans une politique générale de l'aménagement de l'espace. »

L'eau pour la forêt et les hommes en région méditerranéenne

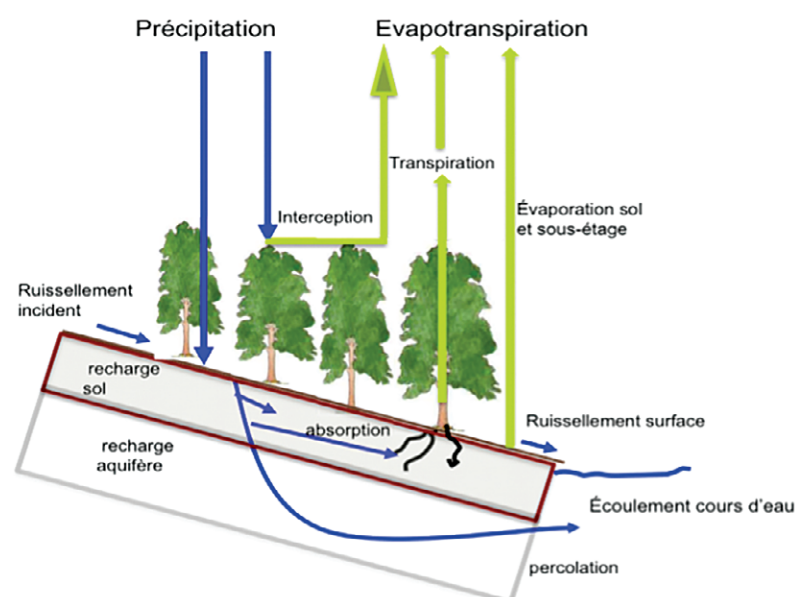
Birot Y., Gracia C., Matteucci G., Mavsar R., Muys B., Palahi M - T. XXXII, n°4, 2011, pp. 359-362. Numéro International « 2^e Semaine forestière méditerranéenne – Avignon, France, 5-8 avril 2011 ».

Dans une région méditerranéenne confrontée à la rareté de l'eau du fait de pluviométries faibles et inégalement distribuées, et d'une augmentation de la demande pour l'eau résultant d'un accroissement démographique et d'une extension des surfaces irriguées, les relations forêt-eau sont à la fois complexes et biaisées du fait de nombreuses idées reçues ou de « clichés ».

Les auteurs estiment « qu'il est urgent de réconcilier le point de vue de la science et celui de l'opinion publique, en comblant le fossé qui existe actuellement, d'autant plus que le changement climatique attendu va accentuer la réduction de la disponibilité en eau : diminution de la pluviosité et du ruissellement, augmentation de l'évapotranspiration.

Étant donnée la liaison forte entre forêt et eau, le cycle hydrologique et le bilan de l'eau devraient être considérés de manière intégrée, prenant en compte à la fois l'eau bleue (c'est-à-dire celle ayant la forme liquide, utilisée pour les besoins humains ou s'écoulant vers les mers) et l'eau verte (c'est-à-dire l'eau sous forme de vapeur résultant des processus d'évaporation et de transpiration).

Fig. 1 : Cette figure montre le cycle de l'eau bleue (c'est-à-dire celle ayant la forme liquide, utilisée pour les besoins humains ou s'écoulant vers les mers) et celui de l'eau verte (c'est-à-dire l'eau sous forme de vapeur résultant des processus d'évaporation et de transpiration).
Figure Y. Birot.



sus d'évaporation et de transpiration). Des stratégies et politiques innovantes devraient inclure à la fois l'eau bleue et l'eau verte, et considérer une répartition équilibrée de l'eau entre les populations et la nature, grâce à une véritable approche socio-éco hydrologique, fondée sur une gestion intégrée des territoires, des écosystèmes et de l'eau. Ceci nécessite des efforts concertés de la part de la communauté scientifique (hydrologues, écologistes, économistes, forestiers) pour organiser et structurer les connaissances disponibles d'une manière pertinente ».

EFIMED a réalisé un premier numéro de la nouvelle collection d'EFI « What Science can tell us », ouvrage à destination des politiques et décideurs, des gestionnaires et de la société en général.

C'est pourquoi on y trouve à la fin une synthèse des messages importants. En voici, quelques exemples :

– Eau bleue, eau verte quels compromis ? Si on réduit la forêt pour disposer de plus d'eau bleue, on perd tous les autres services apportés par la forêt.

– Préserver les sols en zone méditerranéenne : l'implication du couvert des forêts méditerranéennes dans la conservation de l'eau et des sols est réelle mais des recherches doivent l'optimiser.

– Les forêts influencent-elles le régime des pluies ? Une « pompe biotique » importe de l'humidité atmosphérique depuis les océans vers l'intérieur des terres, mais, il faut de grandes masses forestières continues.

– Les implications du changement climatique sur les forêts et l'hydrologie : en zone méditerranéenne, les forêts peuvent subir de grands changements en surface ce qui peut influencer sur la disponibilité future des ressources en eau.

– Le reboisement pour combattre la désertification dans les zones arides : c'est une entreprise à raisonner en faisant des bilans d'eau.

– Maintenir en bon état les écosystèmes ripicoles et aquatiques : défi et solutions par la gestion des ripisylves.

– Nouvelles approches pour évaluer les services écosystémiques liés à l'eau : améliorer les écosystèmes forestiers comme fournisseurs d'eau de qualité est possible au travers de paiements consentis par les utilisateurs d'eau potable en aval aux fournisseurs en amont.

Il est possible de télécharger la revue complète dans laquelle les défis majeurs sont clairement décrits en conclusion : https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_wsctu1_2011_fr.pdf

Les pratiques sylvicoles peuvent-elles améliorer l'économie d'eau ?

VANCLAY J.K. - T. XXXI, n°4, 2010, pp. 363-365.

Cet article court, tente de répondre aux questions : Quel est le sort de toute l'eau qui est considérée comme "perdue" par les arbres ? L'évapotranspiration est-elle une "perte" ou bien retourne-t-elle à proximité, au sol, sous forme de précipitations ?

« En effet, en contradiction avec l'idée souvent partagée que l'arbre utilise l'eau au détriment des captages d'eau, quatre éléments sur les relations eau/forêt sont bien connus et font consensus, mais sont en apparence contradictoires. 1.- Les arbres transpirent des quantités d'eau relativement importantes que l'on considère souvent comme "perdues". 2.- Les noyaux de condensation produits par les canopées forestières signifient que les forêts peuvent jouer un rôle important dans la formation des nuages. 3.- L'atmosphère retient relativement peu d'humidité, établissant une limite à la quantité d'eau transpirée qui peut être retenue dans l'atmosphère. 4.- La plupart de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère ne se déplace pas très loin avant de retourner sur la terre sous forme de précipitations.

Ce sont des questions importantes, mais elles sont rarement posées parce que bien peu de chercheurs adoptent une vision large de l'écosystème incluant l'atmosphère, et par ailleurs une approche focalisée sur l'arbre en

Pour en savoir plus, quelques fiches synthétiques

Dans la collection « La Forêt et le bois en France en 100 questions » (<https://www.academie-foret-bois.fr/le-livre-en-bref/>). Nous vous recommandons les fiches :

2.04 - Eau et forêt : quels liens entre les deux ?

2.05 - Les sols forestiers ; supports physiques ou écosystèmes vivants ?

4.06 - Fournir une eau potable de qualité : quel rôle pour les forestiers ?

tant qu'individu, peut conduire à des conclusions différentes (et potentiellement contradictoires).

Les forestiers ne peuvent pas facilement contrôler l'humidité, mais peuvent par contre influencer la vitesse du vent et la rugosité du couvert. Ainsi, il semble possible que des "brise-vent" internes à une plantation puissent conduire à une forêt économe en eau, comme c'est le cas des vieilles forêts. Le nombre et la disposition des arbres brise-vent nécessaires dans une plantation pour réduire la "soif" des arbres reste une question de recherche intéressante. La sélection attentive d'espèces peut être nécessaire pour assurer des économies d'eau en complément de la disposition de brise-vent intérieurs, et en s'assurant que cela ne déplace pas le problème vers un autre. Les espèces diffèrent considérablement dans leur capacité à contrôler les stomates, avec certaines espèces présentant un équilibre hydrique très frugal, tandis que d'autres restent à la merci des éléments.

Il est prouvé que les peuplements mélangés offrent des avantages hydrologiques parmi d'autres. FORRESTER (2007, 2010) a signalé une plus grande efficacité productive (ratio de la transpiration/assimilation) dans les plantations d'espèces mixtes par rapport aux peuplements purs.

Un autre élément susceptible de modifier l'économie de l'eau à travers la structure de la canopée est la nature de la "couche limite" entre atmosphère et canopée, qui influence la façon dont l'air ambiant des arbres se mélange à l'atmosphère. Les plantations équiennes ont une couche limite très différente de celle des plantations d'espèces mixtes et des forêts anciennes.

Les lecteurs ne doivent pas avoir l'impression qu'il est trop difficile et peu pratique de limiter la perte d'eau des plantations par la sylviculture. Bien qu'il reste un grand besoin de recherche dans ce domaine (VANCLAY 2009), des solutions pratiques existent, et les "meilleurs paris" peuvent être mis en œuvre immédiatement.»

Synthèse des travaux du groupe "Bassin versant, crues, érosion".

HOLYST C. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 258-260.

« Le débat a commencé à la première parole du premier intervenant qui a posé cette question : les forestiers doivent-ils

devenir des producteurs d'eau de bonne qualité plutôt que des producteurs de bois ? Cette question fait appel à différents aspects du système de l'eau sur un territoire, à travers certaines interactions nombreuses, fortes, sans doute évidentes. L'effet des forêts sur les bassins versants est généralement considéré comme bénéfique, bien qu'il y ait parfois matière à discussion. La forêt a un rôle positif sur la régularisation des débits de pointe, autant en ce qui concerne les inondations avec les phénomènes de ruissellement, qu'en ce qui concerne les débits d'étiage, qui représentent une véritable problématique dans nos régions méditerranéennes. Elle a aussi un impact qualitatif. La ripisylve ou forêt de rivière, a un impact très important sur l'assainissement et la qualité des eaux, en consommant les polluants que sont les nitrates et les phosphates. Ce couvert végétal est donc particulièrement utile, au même titre qu'il est utile pour le milieu aquatique et pour la faune des cours d'eau, en apportant de l'ombre, de la nourriture et des qualités environnementales générales. Le couvert végétal a un effet très positif sur la diminution de l'érosion.

Par contre, certains effets peuvent être moins bénéfiques, notamment en provoquant une diminution de la ressource en eau. La forêt par évapo-transpiration consomme en effet une certaine partie de cette eau. En France, et particulièrement dans la région provençale, on considère qu'il y a malgré tout excédent en eau néanmoins disponible pour l'alimentation en eau potable. Il pourrait être légitime de se poser la question de la pérennité de cette marge excédentaire si la

Photo 2 :

Si les forestiers ne peuvent pas facilement contrôler l'humidité, ils peuvent par contre influencer la vitesse du vent et la rugosité du couvert en privilégiant des peuplements mélangés. Ici anémomètre sur canopée. Photo Sylvain Gaudin – CRPF CA © CNPF.



forêt continue de se développer. Ce problème n'est pas vraiment d'actualité aujourd'hui, mais à long terme il risque de se poser. Les chercheurs de notre groupe de travail se penchent déjà sur le sujet.

A l'image de la politique RTM (Restauration des terrains en montagne), qui dans la majorité des cas, mériterait d'être poursuivie actuellement, ne pourrait-on pas envisager une politique des Restaurations de terrasses en rivières (RTR) ? Nos travaux ont abouti à la conclusion d'une nécessaire pluridisciplinarité dans l'appréhension de la gestion des bassins versants, compte tenu de la complexité des interactions existant au niveau du bassin versant. L'approche doit être systémique, c'est-à-dire globale, et non pas systématique. Il serait souhaitable de mettre en place une solidarité amont-aval, mais la solidarité entre des personnes ne se décrète pas. Les intercommunalités pourraient s'identifier dans cette perspective commune. La concertation entre toutes les catégories d'acteurs et les usagers du bassin versant apparaît comme essentielle. Deux préoccupations président à une véritable concertation sur ce thème : comment transmettre la connaissance aux usagers, aux décideurs ? et comment favoriser l'expression et l'appropriation des politiques publiques par les usagers ? Une solution pourrait être la création d'une communauté à l'échelle du bassin versant, qui constituerait un lieu d'information, de transmission de connaissances, un lieu également d'écoute des préoccupations et préconisations des techniciens, d'expression des usagers et des collectivités afin de définir des politiques publiques, socio-économiquement viables. Ainsi tous les acteurs

Photo 3 :

Il est fondamental de quantifier précisément l'impact de la forêt sur le cycle de l'eau. Ici pose de débitmètre.
Photo Benoît Larroque / ONF.



concernés par un bassin versant pourraient s'appropriier ces connaissances et solutions proposées dans le cadre d'une gestion globale et concertée du territoire. Les SAGE (Schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau) constituent à cet égard un exemple de gestion intégrée entre différents partenaires concernés. Dans ce contexte, les communautés locales de l'eau identifiées par la Loi sur l'eau, deviendraient de véritables communautés de devenir, véritables enjeux de développement durable, lieux d'expression et de rencontre entre les acteurs du territoire, entre le monde de la forêt et le monde de la rivière. »

Érosion : la forêt actrice de la fixation des sols

Les bassins versants expérimentaux de Draix, laboratoire d'étude de l'érosion en montagne

MATHYS Nicolle (coord.), 1997. Acte du Séminaire Draix – Le Brusquet – Digne 22-24 octobre 1997. Édition Cemagref. 323 p.

« Les observations sur les bassins versants de Draix ont montré que, sur un petit bassin versant marneux entièrement boisé, les pointes de crue étaient réduites d'un facteur 5 à 10 par rapport à un bassin versant de caractéristiques semblables mais presque entièrement dénudé. Les pointes de crue sont retardées d'au moins une demi-heure et les volumes de crues réduits dans un rapport d'au moins 2. L'érosion observée à l'exutoire du bassin est, en moyenne interannuelle, 200 fois plus faible sur le bassin boisé, environ 40 fois si on rapporte cette érosion aux seules surfaces dénudées dans les deux bassins. La modélisation conduite à l'aide du logiciel ETC reproduit de manière satisfaisante le fonctionnement hydrologique et érosif du bassin dénudé mais surestime largement l'érosion du bassin boisé, tout en exprimant bien les débits liquides. Ce travail a permis de mettre en évidence la notion de zones effectivement productrices, différentes des zones dénudées, particulièrement pertinente sur le bassin boisé. Une meilleure prise en compte des stockages intermédiaires de sédiments dans les lits encombrés par la végétation et sur les versants serait nécessaire. Cependant, même si des valeurs fortes

de débits de crue ont pu être observés au cours des 12 années d'observation (plus de 2m³/s pour un bassin boisé d'1 km²), elles se réfèrent à des épisodes pluvieux somme toute assez modestes, quelques dizaines de mm. La mise en jeu d'effets de seuil, déjà décelables sur la formation des plus fortes valeurs de débits liquides et d'érosion, ne permet pas d'extrapoler sans risques les résultats obtenus à des situations paroxysmiques. »

La gestion actuelle de l'érosion par la végétation forestière dans les Alpes du sud

REY F., VALLAURI D., MILLOT M. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 207-214. *Foresterranée 99. Groupe « Bassin versant, crues, érosion » - Foresterranée'99.*

En conclusion, les auteurs préconisent : « La gestion de l'érosion par la forêt dans un bassin versant doit s'appuyer sur des études hydro-sédimentologiques et sur une connaissance approfondie du fonctionnement des écosystèmes. A ce jour, les travaux menés par le Cemagref de Grenoble dans les Alpes du sud, permettent de proposer des premiers éléments de génie écologique pour une prise en compte intégrée des problématiques liées à la lutte contre l'érosion et les crues torrentielles sur substrats marneux. Les études se poursuivent actuellement, notamment sur les processus de dissémination et l'évolution de la régénération naturelle en fonction de la sylviculture pratiquée, ainsi que sur le rôle exact de la végétation forestière sur la maîtrise de l'érosion et des crues. A terme, il

serait souhaitable d'établir un guide de gestion, par la végétation forestière, des écosystèmes sensibles à l'érosion, dégradés ou restaurés ; ciblé dans un premier temps sur les substrats marneux et les peuplements de pin noir d'Autriche, il pourrait être généralisé à l'ensemble des substrats et des forêts de protection contre l'érosion et les crues. »

Impact d'un incendie de forêt sur l'érosion hydrique dans le bassin versant du Rimbaud (massif des Maures, Var).

MARTIN C., ALLÉE P. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 163-169.

Suite à l'incendie d'août 1990, des mesures sont réalisées à l'exutoire du bassin versant du Rimbaud (1,46 km²) et sur une parcelle expérimentale (75,2 m² ; longueur : 12 m ; pente : 19 %) implantée sur ce bassin. « Au cours des deux premières années après le feu, une relation assez étroite lie les pertes de terre mensuelles de la parcelle à l'indice local d'agressivité pluviométrique IAPm. Au cours de la première année, les pertes solides mensuelles du bassin versant sont étroitement liées à l'indice d'agressivité pluviométrique IAPmBV. Les observations sur le bassin versant du Rimbaud sont complétées par la quantification des dépôts dans des retenues collinaires implantées dans d'autres bassins au relief plus accusé. En 1990-91, les pertes annuelles atteignent ici des valeurs élevées. Mais les exportations diminuent considérablement dès la deuxième année.»

Nota : on trouvera une analyse plus poussée dans l'article « Les malheurs de la forêt font les malheurs de l'eau », p. 241.



Photo 4 :

Il serait souhaitable d'établir un guide de gestion, par la végétation forestière, des écosystèmes sensibles à l'érosion, dégradés ou restaurés.
Photo Olivier Martineau
© CNPF

Bassin versant : de la gestion de l'eau à la gestion des territoires

GHIOTTI S. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 233-238.
*Foresterrané'99. Groupe « Bassin versant,
crues, érosion ».*

« La prise en compte du monde forestier (dans la gestion de l'eau, NDLR) revient à la problématique générale de l'intégration des différents acteurs dans les processus de gestion et de développement. Les deux exemples présentés (en Ardèche, Antraïgues et vallée du Doux) montrent que les procédures de gestion de l'eau semblent être un moyen adéquat pour répondre aux évolutions constatées dans les montagnes méditerranéennes. La ressource en eau constitue un enjeu majeur qui peut devenir fédérateur sur des espaces en difficulté. Il est ainsi possible d'entamer à partir de la gestion de l'eau, une véritable gestion du territoire. Parce qu'elle touche toutes les dimensions de ce dernier, l'eau, prise dans sa multi-dimensionnalité, se présente comme un enjeu d'aménagement et de développement territorial, sans occulter le fait que nous sommes en présence pour certains cas de processus innovants dont les architectures et articulations peuvent paraître fragiles. Dans une optique de développement territorial durable, on ne peut que souhaiter une pérennisation de ces évolutions articulant global/local et une présence active des acteurs du territoire sur ces scènes de construction de la concertation. »

La crue du Doux (Ardèche) de novembre 1996, influence de l'occupation du sol sur le bassin versant

MAILLO L. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 216-222.

« Les zones boisées représentent aujourd'hui des superficies importantes par leurs surfaces autant que pour les enjeux économiques qui leurs sont liés. Cependant, la gestion des rivières devient aussi un enjeu majeur dans le développement local de zones peu favorisées. Les cours d'eau représentent à la fois un support pour le tourisme et pour l'agriculture. L'expérience dramatique du Doux permet d'établir un certain nombre d'éléments qui doivent servir de base à une réflexion concertée autour de l'aménagement des bassins versants. Sur les versants, le point fondamental est celui de la restauration des cours d'eau non pérennes qui ser-

vent à évacuer le ruissellement. Ceux-ci fonctionnent essentiellement lors de pluies qui, sans être fréquentes, ne sont pas exceptionnelles. Il est probable qu'un épisode moins important que celui de novembre 1996 puisse avoir des conséquences similaires sur les versants, lors de pluies prolongées par exemple. Ces écoulements pourront aussi jouer un rôle qui ne doit pas être négligé pour l'équilibre du profil en long de la rivière. Il s'agit dès lors qu'émerge une volonté politique de gestion globale d'un bassin versant. Dans le cas de secteur tel que le bassin versant du Doux, la forêt est essentiellement privée. Il est alors indispensable de faire participer les propriétaires à l'effort de gestion commune d'un système versant / cours d'eau. Les travaux à engager peuvent s'avérer coûteux. Des politiques d'incitation sont sans doute le moyen d'obtenir l'adhésion de ces acteurs incontournables. Les Contrats territoriaux d'exploitation et les Contrats de territoires, qui ont aussi une vocation à soutenir les efforts vers l'aménagement de l'espace et la protection de l'environnement, seront sans doute des relais efficaces pour accompagner de tels projets.

Dans le cas du bassin versant du Doux, des surfaces très importantes ont été boisées. Ces travaux négligent presque systématiquement les passages des écoulements torrentiels. Ces écoulements non pérennes se produisent lorsque les conditions de précipitations et de saturation de la réserve en eau sont propices au déclenchement d'un ruissellement. Les précipitations du mois de novembre 1996 ont d'abord saturé la réserve hydrique du sol avant que n'arrivent les plus fortes intensités sur le bassin versant amont. De nombreux torrents masqués par la végétation ont alors été réactivés. La forêt se présente donc comme un élément de préservation des versants mais aussi comme un facteur potentiel de déstabilisation des cours d'eau par des embâcles. Pour une gestion raisonnée des bassins versants, deux objectifs principaux doivent être pris en compte dans l'aménagement forestier : empêcher la descente de bois vers la rivière lors des crues exceptionnelles et limiter la charge solide vers les cours d'eau lors des pluies courantes. Pour le premier objectif, des règles de bon sens sont à établir. En premier lieu, il s'agit de respecter la spécificité de certains espaces comme le lit majeur ou les berges. Le lit d'inondation doit être préservé de l'implantation d'espèces à faible enracinement, susceptibles d'être emportées lors de crues. Sur les

berges, la présence d'une ripisylve entretenue et complantée d'essences bien enracinées sera propice à limiter l'érosion. Un travail d'aménagement des espaces forestiers sur les versants est nécessaire. Il contribuerait à la restauration des écoulements sur les pentes sans risque d'emport massif d'arbres. Pour cela, la seule possibilité est d'enlever sur le linéaire de ces écoulements non pérennes les arbres à faible enracinement qui s'y sont installés. Il serait utile de prévoir un espace libre de cinq mètres au moins de part et d'autre de l'axe d'écoulement. Pour limiter les phénomènes érosifs, une couverture herbacée doit être maintenue sur cet espace. Cette pratique vise à limiter la mobilisation d'une charge solide lorsque le ruissellement parviendra à se concentrer suffisamment dans le talweg ainsi libéré. Une incision pourrait se produire dans le lit du torrent. Pour éviter qu'elle ne s'élargisse et menace les rives, il est prudent de prévoir l'installation d'arbres à fort enracinement de part et d'autre du talweg (saule blanc, frêne...). Une politique d'aménagement des versants prenant en compte ce type de considération ménagerait à la fois les surfaces boisées, la stabilité des versants et le cours d'eau.»

Forêts et écoulements. Etude des processus responsables des modifications du bilan d'écoulement annuel à l'occasion d'une coupe forestière (résumé)

COSANDEY C., DIDON-LESCOT J.F., MARTIN C. - T. XXI, n°2, 2000, pp.154-155.

« Des travaux précédents ont montré que la coupe de la forêt du petit bassin de la Latte (20 ha ; Sud du mont Lozère) dans une région de forte pluviométrie annuelle (de l'ordre de 1900 mm) avait entraîné une augmentation du débit annuel d'environ 140 mm la première année, un peu moins les années suivantes. Deux processus peuvent être à l'origine de cette augmentation de l'écoulement : 1.- une moindre utilisation de la réserve hydrique pendant l'été, du fait de la disparition des arbres à enracinement profond. 2.- une moindre interception des pluies du fait de la réduction de la surface foliaire, entraînant un moindre "surplus d'évaporation lié à l'interception (Séli)". La moindre utilisation de la réserve hydrique a pour conséquence une recharge plus faible lors de

Articles de référence dans la *Revue Forestière Française*

D'autres articles remarquables et qui sont toujours d'actualité ont été publiés dans la *Revue Forestière Française* et sont téléchargeables sur Internet.

Eau et forêt. Première partie : L'influence des arbres sur la quantité des eaux. Aurélien Bansept
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03447356/document>

Eau et forêt. Deuxième partie : L'influence des arbres sur la qualité des eaux. Aurélien Bansept
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03447529/document>

Gérer les forêts au service de l'eau : une démarche et des perspectives. Aurélien Bansept
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03447544/document>

Principaux enjeux et propositions pour une gestion et une protection harmonieuse des ressources eau et bois. Cédric Fermond, Olivier Ferry, Julien Fiquepron, Patrick Lachassagne, Simon Rouquet.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03447355/document>

L'automne suivant, et donc une reprise plus précoce – et plus abondante d'autant – de l'écoulement ; la moindre interception évaporée a pour conséquence un écoulement plus abondant pendant l'hiver (l'interception n'a pas de conséquence sur l'évaporation d'été — donc sur les écoulements d'été — dans la mesure où on admet que toute l'eau qui tombe pendant cette saison est évapotranspirée, que la valeur limite de l'évaporation est donnée par la hauteur des précipitations et la contribution de la réserve hydrique (Ru), et que l'interception ne joue ni sur l'un, ni sur l'autre de ces paramètres). Donc, quel que soit le processus en jeu — moindre interception ou moindre utilisation des réserves hydriques — l'augmentation des débits s'observe pendant la seule période hivernale. Toutefois, le jeu de la réserve hydrique modifie le bilan hydrologique en tout début d'hiver, alors que la modification des pertes liées à l'interception s'observe pendant toute la durée de l'hiver. En suivant au pas de temps journalier l'évolution des bilans hydrologiques pendant l'hiver pour les bassins de la Cloutasse (non modifié) et celui de la Latte (ayant subi une coupe à blanc pendant la période d'étude) on parvient aux conclusions suivantes : la première année qui suit la coupe, les prélèvements dans la réserve hydrique sont beaucoup moins importants pendant l'été. Alors qu'on estimait que cette réserve utilisée était de l'ordre de 100 mm avant la coupe, elle semble ne pas dépasser

une quarantaine de mm cette année-là. Cette réduction paraît diminuer assez régulièrement les deux années suivantes, et la valeur de cette réserve hydrique utilisée va se rapprocher de plus en plus de celle du bassin en pelouse. Dès le premier hiver de coupe, la valeur du "Séli" diminue sensiblement, pour devenir inférieure à celle du bassin en pelouse la première année, puis du même ordre sans évolution nette pendant les trois années suivantes. L'interprétation proposée est celle-ci : la première année, la disparition de la forêt et les opérations de coupe n'ont pas permis à la végétation de recolonisation de s'installer de façon profonde, d'où la faible utilisation de la réserve hydrique. Mais dès l'année suivante, cette végétation a pu s'établir assez solidement pour coloniser une tranche de sol plus profonde qui semble devoir vite devenir du même ordre que celle utilisée par la pelouse voisine. En contrepartie, il ne subsiste sur le bassin coupé qu'une végétation basse, insuffisante pour permettre à l'interception de retrouver le rôle important qu'elle avait avant la coupe. Le rôle de cette interception sur l'évaporation — et donc sur l'écoulement — demeure semblable à celle du bassin en pelouse. »

Etude du fonctionnement hydrochimique des bassins versants du Mont Lozère et des conséquences d'une coupe forestière : résultats et enseignements

DIDON-LESCOT J.F., MARTIN C. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 156-162.

« Des travaux de reboisement ont été engagés dès la fin du XIX^e siècle dans le haut bassin granitique du Tarn. Les bilans hydrochimiques établis pour trois bassins versants couverts d'une pessière, d'une pelouse et d'une hêtraie non aménagée, permettent d'apprécier les différences de fonctionnement de ces milieux. La coupe à blanc des épicéas permet de préciser les pertes supplémentaires en produits dissous induites par cette perturbation. Enfin, l'exploitation du milieu en pessière ou en hêtraie est jugée en fonction des perspectives d'évolution de la fertilité des sols. »

Dans un milieu pauvre et fragile, l'extension des forêts à la place des landes et des pelouses pâturées « peut représenter un élément positif, dans la mesure où — en permettant des remontées d'éléments minéraux

par la végétation — elle est susceptible de limiter les pertes en solution. » Les bilans hydrochimiques indiquent que la hêtraie joue un rôle beaucoup plus actif que la pessière. Mais, dans ces milieux, les coupes forestières constituent des perturbations graves. Les exportations d'éléments minéraux avec les troncs sont particulièrement élevées dans le cas des hêtres (perte de calcium, de potassium et de magnésium, variables selon les versants). Pour la pessière, il s'y ajoute les effets de la modification des fonctionnements hydrochimiques. Néanmoins, des études supplémentaires doivent être menées pour voir si ces stocks se reconstituent.

Conséquences de la forêt méditerranéenne sur les écoulements des crues

COSANDEY C., LAVABRE J., MARTIN C., MATHYS N. - T. XXVI, n°2, 2005, pp. 169-176

« Trois ensembles de bassins expérimentaux permettent d'étudier, en France méditerranéenne, les conséquences de la couverture forestière sur les crues. Les résultats diffèrent de façon considérable d'un bassin à l'autre, montrant la complexité des relations pluies-débits. Il est à noter que l'augmentation des crues extrêmes est loin d'être avérée dans tous les cas. Une réflexion sur le fonctionnement hydrologique des bassins permet de lever la contradiction apparente entre les résultats observés.

Les études menées en France sur l'hydrologie forestière sous climat méditerranéen ont montré la complexité du rôle de la forêt sur les écoulements. Il est aussi faux de considérer que la forêt n'a pas d'influence sur les crues que d'affirmer qu'elle les réduit systématiquement ! La complexité des relations pluies-débits fait qu'il n'est pas possible de prévoir les conséquences d'un boisement ou d'un déboisement sans comprendre le fonctionnement hydrologique du milieu considéré. Celui-ci dépendra — entre autres — de la nature des formations superficielles, des conditions climatiques, des caractéristiques de la végétation. Par ailleurs, il n'est pas inutile d'attirer l'attention sur le fait que les incertitudes sur les données de base (pluies et débits) à partir desquelles on raisonne sont probablement souvent du même ordre de grandeur que les effets des paramètres que l'on veut estimer : ici le rôle de la végétation. Et quant à ces incertitudes s'ajoutent les hypothèses des modèles...

Il est pourtant possible de tirer de cette synthèse un certain nombre d'enseignements. D'abord, l'opposition est avant tout entre sol nu et sol couvert par la végétation (quel que soit le type de végétation), bien plus qu'entre un type de couvert végétal et un autre. Si les défrichements provoquent généralement de fortes perturbations du milieu, c'est parce que la forêt est le plus souvent remplacée par des cultures, et que ces cultures laissent le sol à nu une grande partie de l'année. Les effets de l'incendie du Rimbaud sur les crues se sont atténués dès que le sol a été largement recolonisé par une végétation buissonneuse ou arbustive. Il n'y a guère de différence de fonctionnement sur le Mont-Lozère entre le bassin en pelouse et ceux en forêt. A l'opposé, le bassin très mal couvert du Laval, à Draix, présente un comportement hydrologique radicalement différent du bassin boisé du Brusquet.

Ensuite, il faut noter l'importance du sol forestier. Son maintien après la disparition de la forêt peut expliquer les faibles conséquences de la disparition des arbres. Mais le sol forestier doit être considéré comme une création de la forêt, même s'il demeure comme une entité indépendante après la disparition de celle-ci. Ainsi le rôle de la forêt sur les crues, s'il peut s'avérer considérable dans certaines conditions, est loin d'être toujours et partout très sensible. »

La tournée du groupe "Bassin versant, crues, érosion", le Gardon de St-Jean, le Gardon d'Anduze et le Pont du Gard

BOUROULET F., AUGÉ A., BALAIS J.L., GAUTIER J. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 250-257.

Le premier arrêt a lieu à Saint-Jean du Gard, dans la propriété de Jeannine Bourrely, avec principalement comme thèmes le reboisement et la gestion de l'eau. [NDLR : 22 ans après, Jeannine Bourrely est administratrice de Forêt Méditerranéenne et fait partie du groupe de travail sur le thème « Forêt, sol et eau ».]

« La propriété de Bannières, située sur la Corniche des Cévennes, comprend 110 hectares, entre 200 et 600 m d'altitude. Les pentes sont fortes et les expositions variables. Les précipitations annuelles étaient de l'ordre de 1200 – 1600 mm d'eau souvent lors de très violents orages cévenols, coutumiers de cette zone. Les sols schisteux sont caractérisés par une faible rétention en eau.



L'objectif de gestion de l'eau sur cette propriété est de ralentir puis de garder l'eau le plus longtemps possible avec l'idée de prévenir les risques d'incendies et d'érosion.

Dans l'ambitieux programme de reboisement, des plantations de douglas ont remplacé un taillis de châtaignier dépérissant sur les terrasses anciennes. Ces dernières ont été impérativement conservées car elles jouent un rôle essentiel pour retenir l'eau. Elles ont pu être respectées grâce à l'emploi de la pelle-araignée. Le douglas est intéressant pour sa croissance rapide qui ferme très vite le couvert. Espèce pionnière et régénératrice du sol, le douglas assure une meilleure rétention en eau, est moins combustible que le châtaignier et acidifie moins les sols.

Divers équipements et pratiques ont été mis en place pour une meilleure gestion de

Photo 5 :

Les modifications du bilan d'écoulement annuel à l'occasion d'une coupe forestière ont été étudiées autour du mont Lozère.
Photo Sylvain Gaudin / CRPF CA © CNPF

Photo 6 :

Le rôle de la forêt sur les crues, s'il peut s'avérer déterminant dans certaines conditions, s'avère insuffisant lors des aléas exceptionnels, comme ici en Vésubie.
Photo Quentin Vanneste © CNPF



l'eau. Une retenue d'eau a été aménagée, afin de permettre l'arrosage des jeunes plants mycorhizés. Autour des jeunes plants, un paillage avec des broyats obtenus lors des entretiens a été effectué. Il permet une meilleure rétention des eaux de pluie, limite l'évapotranspiration du sol, et contient le développement de la végétation adventice. Pour limiter l'érosion, quelques aménagements ont été réalisés pour optimiser la ressource en eau, par un système de bassins de retenue, aqueduc... Certains murs de soutènement ont été renforcés à leur base (béton et pierres), le long du ruisseau. Lors des fortes pluies des « épisodes cévenols » et du passage répété de feux de forêts, l'érosion a été contenue au cours des ans. En fait, la roche mère est très vite découverte et la quantité de matière mobilisable est très faible. Les rémanents de coupe et les souches sont mis en andains, dans le sens des courbes de niveau. Ils constituent des sortes de terrasses, et favorisent la rétention en eau. Les travaux de sol ne se font plus qu'avec le ripper ou la pelle araignée, en accord avec la DDA. Le bulldozer a été abandonné. Ces « pratiques culturelles » limitent les risques d'érosion.

La diversification des essences forestières présente un double intérêt. Elle crée une discontinuité (horizontale) qui permet de diminuer le risque d'incendie et elle joue un rôle de régulation des crues. Sous les châtaigniers, le sol est très dur, il n'y a pas d'humus. Les feuilles se décomposant très lentement, elles constituent un tapis glissant, qui favorise le ruissellement rapide de l'eau de

Photo 7 :
Travaux de plantations et de diversification forestière chez Jeannine Bourrely (2019).
Photo D. Afxantidis..



pluie. Ce sol est en quelque sorte un accélérateur de crues, en amont du bassin versant, lors des violents orages. Un tel peuplement monospécifique, caractérisé par une strate herbacée et arbustive réduite, aggrave ce phénomène de ruissellement. A l'inverse, sous une plantation de douglas, le sol est plus perméable et permet une recharge en eau des nappes phréatiques. »

Comment prouver le rôle de la forêt vis-à-vis de l'érosion hydrique sur un bassin versant ?

DUHEN L.M. - T. XXXIII, n°4, 2012, pp. 341-352

« Cet article propose une méthode d'évaluation de la sensibilité d'un bassin versant forestier à l'érosion hydrique, testée sur le bassin versant de la Siagne. Celui-ci se situe dans le sud-est de la France, à cheval entre les départements des Alpes Maritimes et du Var. L'analyse de la sensibilité repose sur la cartographie de caractéristiques liées au sol et au milieu physique (topographie, porosité, érodibilité) d'une part, et liées aux forêts (interception des pluies, structure et pérennité du peuplement) d'autre part. Les résultats obtenus se présentent sous la forme de trois cartes : une carte caractérisant le sol, une autre la forêt et la dernière la sensibilité globale du bassin versant à l'érosion, obtenue en croisant les deux premières. Plusieurs conclusions sont tirées de ces résultats : en particulier, le rôle de protection joué par les forêts est prouvé, les zones où le sol est particulièrement sensible sont localisées et un outil de diagnostic direct sur le terrain est créé. L'interprétation des résultats permet de proposer des préconisations de gestion forestière favorables au maintien des paysages, à la qualité des eaux, des sols et des peuplements forestiers. »

Impact d'un incendie de forêt sur l'érosion hydrique dans le bassin versant du Rimbaud (massif des Maures, Var)

MARTIN C., ALLEE P. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 163-169.

Pour mémoire. Le contenu de cet article est repris dans l'analyse plus poussée figurant dans l'article « Les malheurs de la forêt font les malheurs de l'eau », cf. p. 241.

Réponses géomorphologiques du Haut-Roubion (Drôme) à la reconquête végétale contemporaine de son bassin versant

LIEBAULT F., PIÉGAY H., TAILLEFUMIER F. - T. XXI, n°2, 2000, pp. 177-181.

« Le tarissement des entrées sédimentaires en provenance des versants s'explique principalement par la forte colonisation végétale enregistrée sur les versants. Cette colonisation spontanée est consécutive de l'abandon des terrains par la communauté rurale qui a fortement diminué depuis la fin de la seconde guerre mondiale. Ce contexte général de tarissement des entrées sédimentaires entraîne un ajustement des lits fluviaux et parfois une perturbation considérable de l'équilibre géomorphologique des rivières.

Cette étude a permis de diagnostiquer la faiblesse du renouvellement de la charge de fond en transit au sein du Haut-Roubion. Cette charge semble provenir pour l'essentiel du déstockage sédimentaire des affluents. Ce dernier arrivant à son terme du fait de la mise en place du pavage, il apparaît aujourd'hui nécessaire de préserver, voire même de soutenir l'approvisionnement sédimentaire actuel en provenance des versants. L'arrêt des curages et recalibrages est fortement recommandé dans la mesure où ces interventions perturbent la continuité du transit. D'autre part, il semblerait également intéressant de promouvoir des opérations visant à restaurer une recharge sédimentaire depuis les versants. Ces opérations font actuellement l'objet d'une étude spécifique, conduite en collaboration avec l'Office national des forêts (Service départemental de la Drôme) dont l'objectif principal est de localiser les secteurs susceptibles de maintenir, voire d'accélérer la recharge sédimentaire du cours d'eau. »

Les ripisylves et leurs rôles dans la rétention d'eau

Biodiversité des rivières méditerranéennes : indicateur, outil et objectifs de gestion

HOLYST C., MUNDLER C. - T. XVIII, n°1, 1997, pp. 30-34.

« Résultante de l'état de qualité ou de dégradation de la veine liquide et de la forêt galerie qui l'accompagne, la biodiversité des espèces aquatiques intègre l'ensemble des actes de gestion et d'aménagement ayant un impact direct ou différé sur le cours d'eau. Elle prend donc valeur d'outil de diagnostic pour le gestionnaire qui l'utilise afin d'évaluer les besoins en termes de dépollution ou comme indicateur de performance de sa gestion. Aujourd'hui, c'est principalement sur la faune aquatique et notamment les larves d'insectes que s'effectue ce diagnostic. A chaque échantillonnage, l'hydrobiologiste note la présence de familles classées par ordre de sensibilité à la pollution et le nombre de familles observées dans le prélèvement. Le croisement de ces deux valeurs conduit à établir un indice biologique général (IBG) qui sera utilisé dans le classement qualitatif du cours d'eau par la DIREN. Quant à la diversité floristique, reconnue et prise en compte de manière globale elle reste néanmoins peu étudiée dans le détail, même si une partie de la flore aquatique, connue pour fixer certains métaux, est occasionnellement utilisée comme indicateur de qualité.



Photo 8 :

Il est capital de restaurer les ripisylves chaque fois que possible à cause de leur rôle important pour l'écoulement et la qualité des eaux.

Photo Etienne Beraud © CNPF.

Les inventaires floristiques réalisés le long de l'Arc ne sont pas exhaustifs et apportent généralement peu de données sur les strates herbacées. Sur l'Arc nous possédons également peu de données historiques nous permettant de suivre et de comprendre l'évolution de la composition floristique de la ripisylve. Les anciens disent qu'elle contenait autrefois plus de chênes (bois durs en général) qu'aujourd'hui. Les crues sont-elles responsables de l'augmentation des peuplements de peupliers et frênes (bois tendres) ? Est-ce la faute des « Italiens » qui en 1976 sont venus faire des coupes de bois massives, abattant en priorité les essences les plus commercialisables ? L'urbanisation et l'agriculture n'ont-elles pas simplement grignoté la chênaie d'arrière berge ? Pour répondre à toutes ces questions il serait intéressant de suivre la ripisylve par station. L'évolution de la diversité et de la composition floristique (développement de la flore nitrophile par exemple), de même que la largeur de ripisylve, la densité ou l'âge des peuplements..., sont autant d'indicateurs d'état utilisables par le gestionnaire, intégrant les aspects pollution, occupation des sols, évolution des régimes hydrauliques. Ils sont, comme les larves d'insectes de la veine liquide, la résultante et la mémoire sur le long terme des politiques d'aménagement menées sur l'ensemble du bassin versant. »

Photo 9 :

Les formations végétales riveraines indigènes sont capables de jouer des rôles positifs de maintien de berges puis de protection contre l'érosion et les effets du ruissellement si elles sont entretenues.
Photo Jacques Degenève
© CNPF.

Bases de la gestion de la végétation des berges et digues sous contrainte de sécurité

VENNETIER M., CHANDIOUX O., RIPERT C., ESTÈVE R. - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 263-274.

« Les systèmes racinaires sont la plus grosse inconnue et la question prioritaire au

niveau de la sécurité des digues : une étude et des expérimentations sont nécessaires rapidement à l'échelle française et européenne. Les observations directes étant rarement possibles, nous devons travailler à la mise au point d'une méthode non destructive, dont le concept est défini mais qui n'a encore jamais été expérimentée. De même, la relation entre végétation et stabilité des berges doit être étudiée expérimentalement, et sur un grand nombre de situations réelles. Les auteurs d'articles scientifiques comme les auteurs de guides pratiques pour l'entretien des rivières donnent sur le sujet des observations et consignes parfois contradictoires. Ces contradictions s'expliquent par le fait que des conditions locales très différentes peuvent conduire à des relations arbres/stabilité opposées. Seule la compilation d'un grand nombre d'expériences permettra de dégager les règles constantes et de comprendre les variations liées aux conditions locales. Il reste également à étudier la croissance des arbres des ripisylves sur un échantillon représentatif des rivières méditerranéennes. Nous n'avons pour l'instant que des mesures ponctuelles sur un nombre restreint de fleuves, qui ne peuvent pas être extrapolées avec certitude, et les observations ne portent pas en nombre suffisant sur des vieux arbres. Les modèles sont incomplets pour chaque espèce et dans leurs relations avec les conditions locales. La définition de règles pour la gestion des ripisylves dans les systèmes endigués nécessite donc encore un gros travail d'étude et de concertation entre scientifiques et gestionnaires. Il serait nécessaire de créer un réseau spécifiquement dédié à ce sujet, de définir un plan de travail pluriannuel, et de rechercher des financements spécifiques. Cela éviterait de continuer à ne réaliser que des travaux dispersés, réalisés dans l'urgence, et ne permettant pas d'avoir une approche globale, ni un échantillon représentatif des conditions régionales. »

Reconstituer la ripisylve méditerranéenne

DESAGHER M. - (résumé). T. XXI, n°2, 2000, pp. 226-227. *Foresterranée'99*. Groupe « Bassin versant, crues, érosion ».

« Un constat : en région méditerranéenne, et surtout dans les plaines où l'agriculture et la construction se disputent l'accès aux rivières, les ripisylves sont généralement très dégradées. Cependant, les zones natu-



relles relictuelles témoignent d'une grande richesse botanique et d'un dynamisme potentiel autorisant tous les espoirs de reconquête.

L'importance des fonctions de la ripisylve dans le fonctionnement du cours d'eau ressort de toutes les études récentes. Il est donc capital de la restaurer chaque fois que possible. Le Conseil général de Vaucluse et le Conservatoire national botanique méditerranéen de Porquerolles, associés et appuyés financièrement par le Conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, ont donné les moyens aux maîtres d'ouvrage concernés, (publics ou privés) de reconstituer le patrimoine disparu.

Cela a permis, entre 1995 et 1998, de réaliser un inventaire du patrimoine naturel présent dans les ripisylves relictuelles, une sélection des espèces fondamentales, la mise en culture de ces espèces, des expériences concrètes en situation réelle et une analyse précise des résultats. En 1999, est mis en chantier l'Arboretum départemental de Beauregard comprenant une ripisylve reconstituée en situation réelle, un arboretum des espèces identifiées lors des inventaires, un suivi scientifique des milieux porteurs de l'expérience, des documents de sensibilisation et d'information, des visites, une aide technique. »

La restauration de la ripisylve : concepts et exemples de travaux en climat méditerranéen

ADAM P., CAILLEBOTTE P. - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 346-352. Spécial « Ripisylves méditerranéennes ».

« Les "concepts de restauration", doivent être adaptés à la typicité des rivières à climat méditerranéen (étiages très sévères, absence de crues sur de longues périodes). Les crues y sont particulièrement violentes et dissipent leur énergie de façon spectaculaire, au détriment de la végétation ripicole, et ceci de façon aléatoire. La restauration des ripisylves dans ce contexte doit être prudente et respecter des règles précises (mesures d'aménagement souples, techniques de génie végétal...).

Les différentes stratégies qui pourront être envisagées devront en outre s'appuyer sur une excellente connaissance du fonctionnement du cours d'eau, une évaluation précise

des causes du désordre morphologique qui a conduit à la demande de restauration, une évaluation précise des usages des terrains riverains et des enjeux de protection. Plusieurs exemples illustrant cette "philosophie" sont présentés [dans l'article]. »

Organisation des interventions forestières dans les ripisylves après les crues de septembre 2002 dans le Gard

DDAF du Gard - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 357-360. Spécial « Ripisylves méditerranéennes ».

Cet article, à travers l'exemple des crues exceptionnelles de septembre 2002 dans le Gard, nous montre quelles sont les questions que se posent les gestionnaires sur l'après-crise : enlèvement des embâcles dans les zones à enjeux, organisation des chantiers, stockage du bois...

Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes

QUÉZEL P., MÉDAIL F. - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 231-248. Spécial « Ripisylves méditerranéennes »

Dans cet article, Pierre Quézel et Frédéric Médail s'attachent à décrire plus particulièrement la végétation arborée et arbustive des ripisylves méditerranéennes. « Le caractère temporaire des cours d'eau en région méditerranéenne en fait des milieux de valeur écologique et biologique très hétérogène et donc extrêmement variés et riches. On y rencontre aussi bien une végétation typiquement européenne que méditerranéenne. »

La valorisation du bois dans le cadre de la restauration et de l'entretien de ripisylve : Le Tech dans les Pyrénées Orientales

MARITON B., CHABANNON A. - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 309-313. Spécial « Ripisylves méditerranéennes ».

« Cet article présente le « Contrat Rivière du Tech » (33 communes, 83 km, 20 millions d'euros sur 5 ans) signé en janvier 2001 et la

mise en œuvre du programme de travaux issu du schéma d'entretien.

La prise en compte, sous réserve de conditions favorables, de la valorisation des bois de la ripisylve, permet une économie sur les coûts et le maintien d'une activité dans la vallée. Le partenariat établi entre les différentes structures de la forêt privée, le SIVU du Tech, les propriétaires et les élus, donne plus de poids aux actions engagées et une meilleure appréhension des enjeux économiques, sociaux et environnementaux du Tech et de ses bassins versants (750 km²). »

L'entretien des boisements de berge : de nouveaux enjeux, de nouvelles stratégies

BOYER M. T. XXIV, n°3, 2003, pp. 326-334.

Comment assurer la gestion courante de la ripisylve ? L'intervention de Mireille Boyer s'appuie sur le guide technique que l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse a fait paraître en 1998, destiné à améliorer la conception et la réalisation des programmes d'entretien des boisements en bord de rivière. Elle propose une méthode basée sur la définition d'objectifs techniques variables selon les secteurs, pour définir des plans d'entretien sectorisés.

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

DEBLAIS N. - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 297-304.

« Comme les cours d'eau ne possèdent pas, naturellement, de structure à base de blocs de roche, une végétation typique se développe sur des substrats particuliers, du centre du lit mineur jusqu'au bord du lit majeur. Compte tenu d'un environnement physique assez hostile, ces plantes aquatiques et rivulaires ont dû développer des systèmes racinaires hautement performants, constituant ainsi des modèles de stabilisation. Ces formations végétales riveraines indigènes sont capables de jouer des rôles positifs de maintien de berges puis de protection contre l'érosion et les effets du ruissellement. Cependant, les connaissances et expériences récentes ont prouvé que cette influence pouvait être fort variée selon les différentes formes de végétation et selon le port et la plus ou moins grande souplesse des parties

aériennes des végétaux. Dans certains cas, elles pouvaient aussi avoir un impact négatif sur la tenue à long terme desdits végétaux en rive et leur capacité à résister aux courants lors des crues (effet alors de fragilisation des berges). Il existe, en outre, dans toute l'Europe des essences végétales originaires d'autres continents capables de se propager rapidement jusqu'à devenir spontanées et, finalement, envahir les milieux naturels (les bords de cours d'eau facilitent d'ailleurs leur diffusion par l'effet corridor de leur habitat). Leur propagation en bordure de cours d'eau est alarmante car elles représentent des concurrents imbattables face à la flore indigène et parce que leur pouvoir de protection et de stabilisation des sols est généralement mauvais (cas des cultivars de peupliers, robinier faux-acacia, Renouées du Japon et de Sachaline, etc.). »

Le rôle de la ripisylve dans la dynamique des écoulements d'eau

TABACCHI E. - T. XXIV, n°3, 2003, pp. 289-290. Spécial « Ripisylves méditerranéennes »

« La végétation riveraine joue un rôle primordial dans le contrôle des crues qui contraignent nos activités socio-économiques et peuvent compromettre la sécurité des biens et des personnes. A l'opposé, ces événements sont essentiels au maintien de l'intégrité fonctionnelle des écosystèmes fluviaux. Les gestionnaires de l'environnement sont donc confrontés à la conciliation de ces deux priorités. La compréhension des mécanismes impliquant la végétation riveraine dans le contrôle de la dynamique des écoulements est essentielle à cette conciliation et pourrait également permettre une réduction des coûts de gestion durable si l'on arrive à utiliser le potentiel naturel de la dynamique de la végétation. Au niveau du chenal, depuis l'image encore persistante du « canal idéal » des pionniers en hydraulique naturelle (PRANDLT, 1904 ; CHOW 1959), les hydrauliciens ont pris conscience du rôle prépondérant de la végétation riveraine des cours d'eau dans le contrôle des vitesses d'écoulement (FENZL & DAVIS, 1964). Mais, il faut tenir compte de la complexification significative de ce schéma qui explique les mécanismes de « surinondation » liés à la végétation riveraine (FISCHENICH, 2000). En particulier, il est indispensable de prendre en compte dans cette analyse (1) le caractère

indissociable des éléments eau-végétal-substrat (et donc des transports solides et liquides dans un contexte turbulent), (2) la dynamique à moyen et long terme de la végétation, induisant une mosaïque complexe de structures liées à des types biologiques divers, (3) l'évolution de cette végétation au cours de la vie de l'individu, en particulier de la génération de structures physiques variées (croissance saisonnière, présence ou non de feuilles) ou de matière inerte (bois mort). »

Économie de l'eau

Paiement des services environnementaux ou quand les acteurs de l'eau participent à l'entretien de la forêt - L'exemple du bassin versant de la Verne dans le Var

BRUN J., DUHEN L.M. - T. XXXV, n°1, 2014, pp. 59-66.

« La construction d'un barrage dans un massif soumis à d'importants risques d'incendies, pose forcément des questions qui occupent les services de gestion du barrage et les services forestiers chargés de la prévention contre l'incendie de forêt. Le barrage de la Verne dans le massif des Maures n'échappe pas à cette règle. Un bassin versant sujet de toutes les attentions et inquiétudes : la qualité de son couvert forestier doit être maintenue pour pouvoir garantir la qualité de l'eau du barrage destinée à la consommation. Figé dans un foncier presque exclusivement public, il doit être préservé d'abord de l'incendie de forêt. L'histoire du barrage de la Verne et du bassin versant associé, pose les bases d'une collaboration évidente, qui a été réfléchi et formalisée pour donner lieu à des contributions financières de l'eau vers la forêt. Collaboration financière qui a permis de créer les ouvrages de prévention contre l'incendie de forêt et contribue encore à les maintenir. Cet article relate les démarches qui ont abouti à ce qu'on appelle aujourd'hui un PSE (Paiement de service environnemental) soit la rémunération d'un service rendu par la forêt à l'eau. »

Nota : analyse plus poussée dans l'article « Les malheurs de la forêt font les malheurs de l'eau », cf. p. 241.

Faut-il avoir peur de l'approche économique de la biodiversité et des services rendus par les écosystèmes ?

TARDIEU L., SALLES J.M., CHASSANY J.P. - T. XXXIII, n°2, 2012, pp. 119-128. *Foresterrané'11 - Usages, biodiversité et forêt méditerranéenne*

Cet article vise à préciser les enjeux de l'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques pour en clarifier les intérêts, les limites et le contexte dans lequel elle peut être utilisée. « Pour cela, nous rappelons succinctement ce qui fonde l'importance sociale de la biodiversité, afin de préciser les enjeux d'une évaluation à partir des services écosystémiques. Nous rappelons la prise de conscience ayant eu lieu dès la fin du XX^e siècle, d'une Nature jouant un rôle majeur dans notre bien-être, mais également d'une pression croissante exercée sur elle favorisant son érosion. Ceci incite l'économie à la considérer comme un « capital naturel » non infini nécessitant d'être géré au même titre que d'autres ressources. Nous précisons ensuite la signification de l'évaluation économique et les enjeux de son élargissement aux actifs non marchands dans le cadre de la valeur économique totale. Enfin, avant d'exposer les limites de l'approche, nous revenons sur les techniques d'évaluation pour mieux comprendre pourquoi elles restent controversées. »

Photo 10 :
Présentation du plan de requalification de l'Huveaune à Auriol par l'Agence de l'eau pour avoir les regards croisés de divers acteurs.
Photo L.M. Duhén.



De nombreux articles « à venir »

Trouver sur le site de Forêt Méditerranéenne des articles sur l'ensemble des thèmes relatifs à cette forêt si particulière est une véritable richesse. Les interrelations forêt et eau sont traitées plusieurs fois au cours des 40 dernières années. Nous y trouvons des articles de référence qui sont toujours d'actualité et nous les avons mis en évidence. Par contre, on peut noter qu'ils sont souvent anciens ce qui pose différentes questions. Les préconisations ont-elles été suivies d'effets ? Les recherches ont-elles abouties ? les acteurs se sont-ils rencontrés ? De nombreux articles font référence aux thèmes de l'érosion et des ripisylves à la suite des initiatives de Forêt Méditerranéenne de les traiter lors des rencontres « Foresterranée ». En comparaison, on observe que de nombreux

thèmes sont manquants : les captages, la gestion des impluviums, les modalités sylvicoles pour économiser l'eau, le rôle des sols forestiers, le paiement des services environnementaux...

Un des objectifs du thème « Forêt, Sol et Eau, des alliés naturels », que nous abordons au cours des prochaines années, sera d'effectuer un nécessaire « rattrapage » et de combler ces manques et actualiser les sujets déjà traités. Les acteurs concernés, qu'ils soient du domaine de l'eau ou de la forêt, seront invités à publier leurs recherches ou expériences et les rencontres de terrain feront l'objet de rapports d'étape, synthétisant les apports de chacun. Nous commençons cette tâche avec ce numéro spécial qui relate des expériences concrètes d'acteurs motivés par le sujet.

L.-M.D.

Résumé

Cette synthèse relate les articles relatifs au thème de l'eau et de la forêt que l'on trouve dans la revue *Forêt Méditerranéenne* depuis sa création il y a 40 ans. Malgré les années, ils font toujours autorité ou relatent des expériences déterminantes ou pionnières. Cet article résume et rassemble ceux qui sont les plus synthétiques et qui traitent des problématiques actuelles.

La forêt peut être un véritable outil de gestion des eaux. Si les principes théoriques sont connus, il manque les dispositifs pour en mesurer les impacts selon les diverses configurations de terrain et de climat. Des préconisations sur les plans techniques, scientifiques et d'aménagement du territoire sont à mettre en œuvre simultanément surtout dans la perspective du changement climatique. L'eau est précieuse pour les arbres mais aussi pour les hommes. Répondre à ces deux demandes, dans un contexte de raréfaction, implique de mieux connaître les phénomènes et de mettre en place des politiques adaptées. Le sylviculteur peut configurer les forêts pour mieux utiliser l'eau à la condition d'être formé et aidé. Une solidarité amont-aval et la concertation entre les divers acteurs sont aussi des conditions nécessaires. Si la forêt peut fixer les sols et retenir l'eau des précipitations courantes, elle est impuissante face aux aléas extrêmes. Néanmoins, des actes de gestion à l'échelle des bassins versants peuvent ne pas aggraver les conséquences de ces aléas. De même, il faut protéger la forêt des destructions par l'incendie ou d'exploitations mal conçues. Pour conserver la richesse biologique des ripisylves et assurer leur rôle, diverses initiatives sont présentées. Une trop rare expérience de paiement de services environnementaux est détaillée.

Summary

An overview of articles published in the quarterly *Forêt Méditerranéenne* on the topic « forests and water »

This overview gives a synthetic account of the articles related to the topic of water and forests that have appeared in *Forêt Méditerranéenne* since its inception 40 years ago. Despite these many years, these articles remain authoritative and recount critical or pioneering experiments. This paper compiles and summarises the most synthetic of these articles and those which deal with current issues.

Forests can be a valuable tool in managing the water resource. While the theoretical principles are well-known, there remains a lack of facilities and equipment for measuring the impacts across diverse configurations of terrain and climate. Recommended measures of a technical, scientific and land-use nature need to be implemented simultaneously, particularly in view of the ongoing climate change. Water is precious for trees but also for mankind. Meeting this joint demand just as water becomes scarcer entails a better understanding of the phenomena involved and the implementation of well-conceived policies. Forestry professionals can manage forest stands to make the most of the water provided they get training and back-up. Other necessary conditions are that solidarity prevail between the up- and downstream sectors and there be concertation between the various stakeholders. While forests can stabilise soils and retain usual amounts of rainfall, they are helpless when faced with extreme events. Even so, management intervention at the level of entire catchment areas can avoid aggravating the damage from such events. At the same time, forests need protection from devastating wildfire or badly-conceived exploitation. For the conservation of rich river-based ecosystems and to ensure their rôle, various initiatives are detailed. Also, an example is given of a far-too-rare payment for environmental services rendered.