

Le reméandrement des ruisseaux forestiers : un outil pour atténuer les excès du drainage en forêt de Chaux

Voici enfin une illustration des relations entre gestion forestière et fonctionnement des écosystèmes aquatiques forestiers. En forêt de Chaux, l'alerte sur la régression de l'écrevisse à pieds blancs a révélé certains inconvénients du drainage des sols forestiers pour les ruisseaux et la vie aquatique, mais aussi pour les arbres. D'où les actions correctives du programme Life « Ruisseaux... » : diagnostic, principes de restauration et premiers résultats.

Préambule

Lorsque, après guerre, Georges Plaisance prit en charge la gestion du massif de Chaux (Jura), il trouva une forêt ruinée par une surexploitation de plus d'un siècle qui trouve son origine dans l'explosion des besoins énergétiques d'une ère industrielle naissante. Il s'intéressa alors rapidement aux caractéristiques pédologiques particulièrement ingrates de ce massif. Et en bon ingénieur agronome, il en conclut très justement que la valorisation de ces zones improductives ne pourrait se concevoir qu'une fois ces sols dûment assainis. Les travaux de drainage furent donc entrepris à grande échelle ; et de fait, cinquante ans plus tard, le résultat est plutôt probant.

Toutefois, cette accélération de la dynamique des écoulements n'est pas sans inconvénients :

- en l'absence de nappe profonde, la seule réserve utile pour les arbres se situe dans le sol, au-dessus d'un horizon de compactage plus ou moins profond. Or, si une saturation en eau pénalise l'installation de la régénération, une trop faible réserve hydrique en périodes sèches cause, depuis peu, d'inquiétants dépérissements parmi les essences les plus exigeantes en eau (chêne pédonculé, hêtre...) ; tendance qui ne peut que s'amplifier si la dérive climatique annoncée se confirme ;
- l'accélération du cycle de l'eau (accentuée par le développement récent du réseau de desserte), sur ce vaste bassin versant (22 000 ha), aggrave les phénomènes de crues à l'aval ;
- les écrevisses à pieds blancs, espèce emblématique des petits cours d'eau de tête de bassin versant, sont en très forte régression ; signe d'une dégradation de la qualité écologique du milieu.

La technique du reméandrement, exposée ci-après, donne des résultats rapides et convaincants, visant à atténuer ces inconvénients. D'ores et déjà, l'Agence de l'eau s'est montrée très intéressée et nous a fait savoir qu'elle était prête à financer ce type de travaux, si l'ONF le souhaite.

Mais comme bien souvent en matière forestière, il ne faudrait pas passer d'un excès à l'autre... Le recours à cette technique doit donc être réfléchi, et en aucun cas généralisé. Il doit avant tout concerner les vallons forestiers, à haute valeur patrimoniale (soit environ 10% du massif), sans remettre en cause l'excellent travail d'assainissement qui a été entrepris sur les zones de platières.

Christian DEMOLIS

Directeur d l'agence ONF du Jura

La forêt de Chaux (39) est le deuxième plus grand massif feuillu de France métropolitaine (22 000 ha). La richesse écologique de ses cours d'eau forestiers a justifié la création du site Natura 2000 « vallons forestiers, rivières, ruisseaux, milieux humides et temporaires de la forêt de Chaux » sur environ 1 900 ha. Pour autant, elle n'est pas épargnée par l'altération du régime hydrique des ruisseaux avec, entre autres conséquences, la forte régression de l'emblématique écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) : il n'en reste plus qu'une seule population, cantonnée sur quelques centaines de mètres de linéaire malgré les précipitations abondantes et l'absence de flux polluants visibles.

Plusieurs études récentes ont montré que cette forte régression est générale en Bourgogne et en Franche-Comté. Si les régions de l'Est de la France abritent encore de nombreuses populations d'écrevisses à pieds blancs, celles-ci sont désormais limitées à des tronçons peu étendus de petits cours d'eau forestiers et elles continuent à diminuer (TELEOS 2004). Cette tendance préoccupante semble liée à l'érosion de la qualité mais aussi de la



E. Lucot, Université Franche-Comté

Fig. 1 : racines mises à nu par l'érosion régressive dans un secteur amont d'un ruisseau temporaire

quantité des eaux qui s'écoulent dans les têtes de bassin.

Or l'analyse de l'évolution historique de la qualité du réseau hydrographique de la forêt de Chaux a montré que les linéaires pérennes des 2 cours d'eau principaux, la Clauge et les Doulonnes, ont diminué de plusieurs kilomètres en 30 ans (TELEOS 2004). Et l'ONF a cartographié sur le massif 460 km de ruisseaux, dont 1/10^e seulement est alimenté de manière permanente contre 1/5^e à la fin des années 60 (Augé 2007). De plus, l'allure des tracés et les mesures de terrains montrent que la quasi-totalité des cours d'eau temporaires a été rectifiée et curée.

Parallèlement, les études effectuées par l'UMR Chrono-Environnement ont permis de rapprocher l'intensité du stress hydrique subi par les arbres avec l'importance du drainage des sols forestiers (Shahriari 2003). Les forestiers de ce secteur observent, pour les chênes pédonculés en particulier, une accentuation des phénomènes de dépérissement. Dans ce contexte, un projet de reconstitution des réserves hydriques a été élaboré dans le cadre du programme Life Nature « Ruisseaux de tête de bassin et faune patrimoniale associée » (www.liferuisseaux.org). Cette démarche repose sur une collaboration étroite entre l'ONF et l'Université de Franche-Comté. Son objectif est la restauration de

la dynamique des écoulements de 4 affluents temporaires de la Clauge amont. Cette restauration aura aussi pour effet de bloquer l'érosion régressive (figure 1).

Les principes du programme de restauration

Pour garantir la pertinence des aménagements et pouvoir ensuite vérifier leur efficacité, un état initial a été dressé. Les caractéristiques du fonctionnement hydrologique ont ainsi été analysées entre 2005 et 2006. Dans le même temps, les potentiels biologiques du réseau hydrographique ont été mesurés à l'aide d'un inventaire des insectes à larves aquatiques, indicateurs sensibles du taux d'humidité.

À partir des données récoltées et de la compréhension du fonctionnement des écosystèmes aquatiques dans leur état rectifié, des solutions techniques adaptées aux différentes configurations rencontrées sur le terrain ont été proposées. Le principe d'action adopté consiste à reconstituer les écoulements de surface en oblitérant les fossés rectilignes et en réactivant les lits méandrique des ruisseaux temporaires. Les modalités de cette restauration ont été précisées en fonction du contexte local (topographie, profondeur du lit, nature des sols...).

Les travaux de reméandrement ont été réalisés en automne 2007 et en été 2008. La poursuite des mesures hydrologiques et biologiques en 2007 et 2008, permet une première évaluation des effets des travaux de 2007.

Le contexte géographique

Les études ont été menées en forêt domaniale de Chaux. Le climat est de type océanique à tendance continentale avec un cumul de précipitations annuel moyen voisin de 1 000 mm. Le substrat géologique

est imperméable. Ceci est à l'origine d'un chevelu dense de ruisseaux temporaires. Excepté en bordure du massif, il n'existe pas de nappe profonde pérenne reliée aux cours d'eau. Les cours d'eau sont alimentés par les nappes d'eau qui s'installent dans les sols.

La topographie est peu marquée et présente une succession de plateaux entaillés de vallons peu profonds. Sur les plateaux, les sols sont très profonds (> 1,5 m), très hydromorphes et humifères, limoneux en surface et de plus en plus argileux en profondeur. Sur les pentes qui bordent les vallons, les sols sont profonds (1 à 1,5 m) et hydromorphes. Ils présentent le même gradient d'argile que celui des sols de plateau, mais se distinguent par l'apparition du substrat (cailloutis imperméable) entre 1 et 1,5 m de profondeur. Les caractéristiques des sols de fond de vallon varient entre l'amont et l'aval. Ils possèdent des caractéristiques proches des sols de plateau en amont et deviennent de moins en moins profonds (0,5 m) vers l'aval des ruisseaux. Leur texture devient de plus en plus équilibrée vers l'aval et les cailloux sont de plus en plus abondants.

Au niveau des bassins versants concernés par les travaux de restauration, les peuplements sont gérés en taillis sous futaie. Ils sont principalement constitués de chênes, charme, hêtre et tremble. Des peuplements avec un recouvrement dense de molinie (peuplements « dégradés ») occupent certaines zones de plateau.

Les ruisseaux

Quatre affluents de la Clauge dont les bassins versants sont contigus ont été sélectionnés. Leurs bassins versants totalisent une surface de 250 ha. La longueur des 3 principaux ruisseaux avant reméandrement est comprise entre 1,3 et 1,5 km ; le quatrième a une lon-

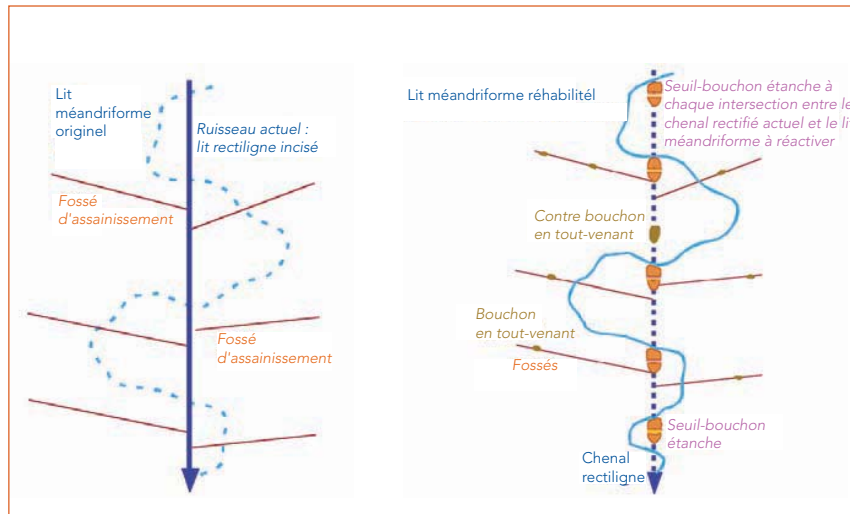


Fig. 2 : plan schématique de la situation avant travaux (à gauche) et stratégie de restauration des écoulements par implantation de bouchons

gueur de 0,4 km. Les 4 bassins versants sont densément parcourus de fossés connectés aux ruisseaux. Ces 4 affluents ont été chenalisés dans les années 1950 sur toute leur longueur (figure 2 page suivante), d'où un fonctionnement de type « oued ». L'évacuation rapide des hautes eaux y engendre de fortes érosions et ils restent la plupart du temps à sec. L'érosion régressive s'est développée graduellement vers l'amont des ruisseaux, en rendant le drainage de plus en plus efficace. Cette lente évolution morphologique explique que les effets des curages et des rectifications des affluents sur le régime de la Clauge, n'aient été visibles qu'à partir des années quatre-vingt.

Plan de restauration des écoulements de surface

Pour restaurer complètement le fonctionnement hydrologique des 4 ruisseaux et reconstituer leurs capacités biologiques originelles, l'idéal serait de combler complètement les cours rectilignes ainsi que la totalité des fossés. Cependant, l'ampleur des travaux nécessaires à la mise en œuvre de cette approche « exhaustive » induirait un bouleversement profond du couvert forestier, tout en risquant de dégrader les sols. Son coût s'avérerait également prohibi-

tif, en particulier en raison de la quantité de matériaux à transporter.

Par conséquent, nous avons proposé d'enrayer les mécanismes de banalisation et d'assèchement des 4 bassins versants à l'aide d'une stratégie plus douce associée à un meilleur rapport coût/bénéfice. Il s'agit de réhabiliter le lit méandrique original en oblitérant le fonctionnement du lit rectiligne à l'aide d'une série de « bouchons » étanches (figures 2 et 3). Parallèlement, l'effet drainant des principaux fossés d'assainissement latéraux sera ralenti à l'aide de quelques bouchons de tout venant.

Pour réactiver le tracé méandrique, un bouchon étanche est implanté à chaque intersection

entre le chenal rectiligne et l'ancien tracé du ruisseau. Afin d'éviter les affouillements en hautes eaux et de limiter en étiage l'effet drainant résiduel du chenal rectiligne relictuel, un contre bouchon intermédiaire est implanté chaque fois que l'altitude du pied du bouchon amont est supérieure au sommet du bouchon aval. Ces ouvrages sont constitués d'un géotextile de rétention des fines, tendu sur un bardage de bois et placé au cœur d'un remplissage en tout-venant. Ce matériau est prélevé à quelques dizaines de mètres de distance, après décapage des 50 premiers centimètres du sol. Après cette extraction ménagée, la cavité est rebouchée partiellement à l'aide du matériau de décapage et aménagée en pente douce.

Simultanément, un sillon étroit, peu profond et sinueux est creusé pour amorcer le tracé méandrique mais uniquement lorsque le tracé original, ou sa connexion avec le méandre aval ne sont plus visibles. Cette « rainure » ne servira que de guide pour éloigner l'écoulement du tracé rectiligne : elle est donc impérativement sous dimensionnée par rapport au gabarit supposé du lit méandrique.

Pour contrôler les processus d'ajustement morphologique, des rampes de fond empierreées ont été installées l'érosion régressive, le lit de cette rivière étant lui-même surcreusé.

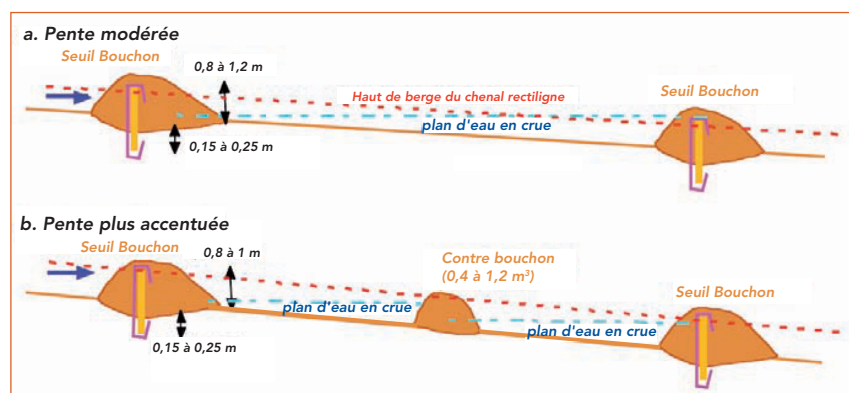


Fig. 3 : schéma d'implantation des bouchons en fonction de la pente du ruisseau



E. Lucot, Université Franche-Comté

Fig. 4 : ruisseau reméandré

Le fossé rectiligne en eau est visible au deuxième plan à gauche de la photographie.

À moyen terme, les segments de lit rectilignes et les fossés relictuels devraient être partiellement obliérés par l'accumulation de la matière organique (débris ligneux, feuilles). Pour favoriser ce processus naturel, l'enlèvement des débris, encombres et embâcles dans le lit des ruisseaux et même toute intervention sur leur ripisylve ont été proscrits.

Premiers effets des travaux de restauration sur le fonctionnement hydrique

Après travaux, les premières données limnimétriques (mesure du niveau des eaux de surface) montrent qu'en période de hautes eaux, le niveau est fortement rehaussé. Parallèlement un écoulement méandrique plus lent et plus favorable à la faune aquatique est immédiatement restauré, même si des pertes de charges phréatiques subsistent en raison des tronçons de chenaux rectilignes et de drains non comblés (figure 4). Cet effet devrait toutefois s'atténuer au bout de quelques années grâce à l'accumulation de matières orga-

Corrélativement, la comparaison des mesures piézométriques effectuées avant et après intervention montre que le fonctionnement hydrique des sols a changé. Les enregistrements de profondeur d'apparition de la nappe ont été réalisés par des mesures manuelles tous les 10 jours et par des mesures automatiques toutes les 12 heures (sonde Schlumberger WS). Au total, 38 piézomètres ont été installés, répartis sur 3 ruisseaux, dont un a été reméandré en 2007 et les 2 autres, qui ont temporairement valeur de « témoin », ne l'ont été que fin août 2008.

Ce dispositif indique que les battements de nappe sont fortement modifiés par le reméandrement (figure 5). La nappe est plus superficielle (- 20 cm) et l'amplitude des battements est atténuée. La durée de présence de la nappe à moins de 45 cm de profondeur, qui permet la circulation de l'eau dans les fossés et ruisseaux, est augmentée d'environ 8 jours au moment de l'abaissement de la nappe en mai 2008. En juin 2008, la nappe s'est réinstallée entre 12 et 20 cm de profondeur durant près de 15 jours au niveau du ruisseau reméandré. Pour les deux autres ruisseaux, elle n'est réappa-

ruée que de manière sporadique aux environs de 40 cm de profondeur.

De façon plus ponctuelle, un rehaussement brutal de la nappe a été observé en août, suite à un orage, au niveau de la station FAM (figure 5) située sur un ruisseau non restauré à proximité d'une route départementale. Ce phénomène montre l'importance de l'impact drainant des fossés creusés le long des routes et des sommières ainsi que son renforcement par l'imperméabilisation des chaussées. Les effets de tels épisodes étaient fortement amplifiés par la rectification des chenaux d'écoulement.

En revanche, dès la mise en place des bouchons le ruisseau reprend les anciens méandres dans un lit de 5 à 15 cm de profondeur et une largeur de 0,5 à 1 m. Le débit de l'écoulement est ainsi fortement réduit.

De façon plus générale, au cours de la première année après les travaux de restauration, le matériau qui constitue les bouchons se tasse et devient de plus en plus étanche, ce qui augmente la capacité de rétention de l'eau. Dans l'ancien fossé rectiligne, des poches d'eau restent présentes au niveau de certains bouchons sur une durée qui a dépassé de plus de 3 semaines la durée de présence de la nappe dans les piézomètres et l'écoulement du ruisseau.

Conclusions

Les travaux de reméandrement menés sur les ruisseaux temporaires permettent donc de tamponner le régime hydrique des ruisseaux et des sols riverains. Les premiers résultats montrent un gain d'une semaine sur les écoulements et de trois semaines sur la durée de présence de poches d'eau. L'augmentation de l'humidité des sols est proportionnelle à ce gain. Il est probable que ces effets vont s'intensifier grâce à l'imperméabili-

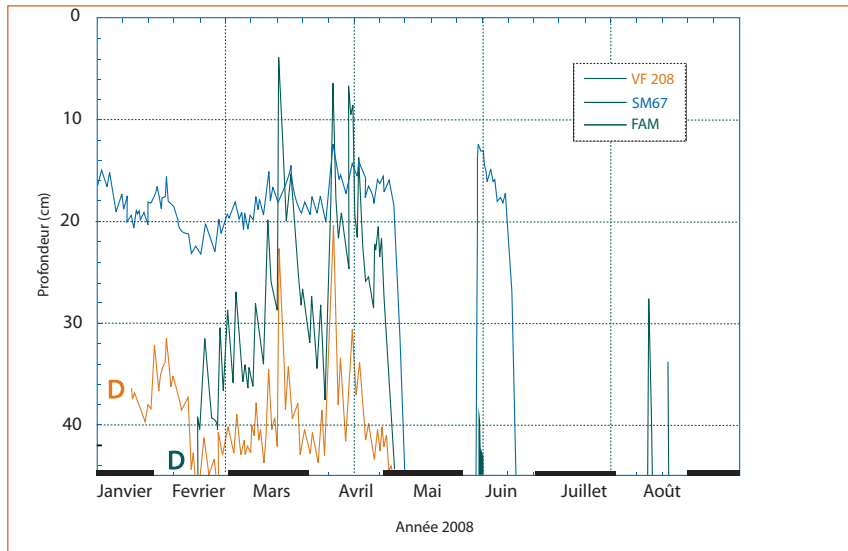


Fig. 5 : comparaison du fonctionnement piézométrique (une mesure toutes les 12 h) de trois ruisseaux temporaires dans des stations ayant des positions identiques (3/4 amont)

La station SM67 correspond au ruisseau reméandré en 2007. D : début des mesures.

sation des bouchons par tassement du matériau et au comblement progressif des segments rectilignes relictuels. Malgré les bouchons, la remontée des nappes et les débits plus faibles, les nappes restent circulantes. Le manque d'oxygène est donc limité.

Dans ce contexte, la restauration des écoulements devrait favoriser le peuplement forestier. En effet, en présence d'espèces (voire de provenances ou écotypes) adaptées à l'ennoyage, la contrainte principale à laquelle les arbres doivent faire face est le manque d'eau (Levy et Lefèvre 2001, Shahriari 2003). Ces données remettent en question les conclusions tirées par les forestiers dans les années 50-60 et inspirées par les agronomes, sur le caractère nuisible des nappes dans les sols pour les arbres (Plaisance 1965).

Cette nouvelle approche sera aussi très bénéfique pour les écosystèmes aquatiques forestiers. En effet, ces réseaux hydrographiques constituent des ressources en eau précieuses tant en quantité qu'en qualité. Ils abritent une faune patrimoniale unique, y compris sur les linéaires naturellement temporaires.

Cependant, en forêt, une grande partie de ces chevelus a subi des rectifications drastiques ou/et a souffert de la répétition des curages « vieux fond/vieux bord ». Ces aménagements ont provoqué l'enfoncement et le drainage des nappes, le réchauffement et la réduction des écoulements estivaux et pour finir la banalisation des mosaïques d'habitats aquatiques. À l'échelle des grands bassins, ce syndrome participe à l'amplification des crues et à l'érosion des débits d'étiage.

La restauration des capacités de stockage de l'eau gravitaire en forêt revêt, pour les arbres comme pour les cours d'eau, une importance d'autant plus cruciale que les périodes de sécheresse sont annoncées plus fréquentes et plus intenses. Dans la perspective de ce changement climatique annoncé, c'est ce type de restauration qui serait à mettre en place en sol hydromorphe, éventuellement en combinaison avec une adaptation du type de sylviculture, avant d'envisager des introductions d'espèces « exotiques ». Le maintien ou le retour d'espèces aquatiques patrimoniales sensibles et parfois succulentes comme l'écrevisse

ped blanc constitueront une prime à cette approche de restauration intégrée.

Éric LUCOT
François DEGIORGI
Pierre-Marie ADOT
 UMR Chrono-Environnement
 CNRS - Université
 de Franche-Comté
 eric.lucot@univ-fcomte.fr

Vincent PEREIRA
Vincent AUGÉ
 ONF, DT Franche-Comté

Pierre DURLET
 Chargé de mission LIFE
 PNR Morvan

Bibliographie

AUGÉ V., 2007. Comment réduire l'impact de l'exploitation forestière et des travaux mécanisés sur le réseau hydrographique ? Le schéma de desserte et d'exploitabilité « orienté eau ». Besançon : ONF. Rapport LIFE « ruisseaux », 81 p.

LEVY G., LEFÈVRE Y., 2001. La forêt et sa culture sur sol à nappe temporaire. Nancy : ENGREF, 223 p.

PLAISANCE G., 1965. Les sols à marbrure de la forêt de Chauv (Jura). Ann. Sci. For. Vol. 22, n° 4, pp. 449-676

SHARIARI AR., 2003. Étude des relations sol-racine et des réponses de croissance et de développement du chêne pédonculé et du chêne sessile aux situations de stress hypoxique ou anoxique liées à l'ennoyage temporaire. Besançon : Université de Franche-Comté. Thèse de doctorat 184 p.

TELEOS, Fédération de Pêche 39, 2004. Contribution à la recherche des causes de régression de l'écrevisse « Pieds Blancs » (*Austropotamobius pallipes*). Paris : CSP (ONEMA). Rapport d'étude, 97 p.