

Interactions forêts et eaux – Incidences et bénéfices en termes quantitatifs et qualitatifs

Propositions pour une gestion et une protection harmonieuses des ressources « eau » et « bois »

■ P. LACHASSAGNE¹, S. ROUQUET¹, C. FERMOND², O. FERRY², J. FIQUEPRON³

Mots-clés : forêt, ressource en eau, quantité, qualité, protection des eaux, gestion des forêts, services environnementaux, gestion hydroforestière

Keywords: forest, water resources, quantity, quality, water protection, forest management, environmental services, water and forest management

Introduction

Pour les acteurs de l'eau, comme pour les responsables politiques et institutionnels, la forêt est communément considérée comme un milieu naturel, stable et équilibré, bénéfique pour la protection de la ressource en eau, favorable à la recharge des aquifères du fait de son action positive sur l'infiltration des pluies, et qui peut éventuellement générer quelques pollutions sous l'effet de l'activité forestière. Les services rendus par la forêt (protection, recharge) semblent donc acquis. Le risque de pollution paraît notamment encadré par les procédures réglementaires des périmètres de protection de captages. La forêt est ainsi considérée par les acteurs publics comme un « non-sujet » qui ne justifie pas d'une politique spécifiquement dédiée à l'eau, comme ce peut être le cas pour d'autres services forestiers d'intérêt général tels que le maintien de la biodiversité ou la protection contre les risques naturels.

Or, depuis une quinzaine d'années, l'évolution du contexte réglementaire, sociétal et climatique impulse une nouvelle dynamique :

- la directive cadre européenne sur l'eau (2000/60) renforce la mise en œuvre de la politique de l'eau à l'échelle du bassin versant hydrographique, fixe des objectifs d'atteinte du bon état des eaux et des milieux aquatiques et interpelle aussi les politiques forestières dans le sens d'une prise en compte accrue de l'environnement [FERRY, 2004] ;
- les tensions croissantes sur la disponibilité de la ressource en eau dans un contexte de changement global (climat et croissance démographique) interrogent sur les impacts hydrologiques réels des forêts ;
- l'émergence du concept de paiement des services environnementaux [CHEVASSUS-AU-LOUIS, 2012], qui trouve de nombreuses applications de par le monde dans le domaine de l'eau [BURIC *et al.*, 2011], interpelle sur l'opportunité de reconsidérer les effets induits par la forêt sur la ressource en eau et les constructions politiques qui en résultent.

Sous la bannière de plusieurs projets : Life Forest for Water, Interreg Alpeau, Gestofo, Life Semeau, Interreg Sylvamed, « Action conjointe forêt et eau », les forestiers publics et privés se sont rapprochés des acteurs de l'eau (collectivités, gestionnaires, hydrogéologues, chercheurs, embouteilleurs...) afin d'engager une réflexion commune autour du rôle joué par la forêt sur la protection qualitative et quantitative de la ressource en eau. Ce travail au long cours se poursuit pour qualifier les enjeux, développer des outils d'analyse et faire émerger des propositions techniques, politiques et réglementaires visant à promouvoir

¹ Danone Waters – Évian Volvic World Sources – 11, avenue du Général-Dupas – BP 87 – 74503 Évian-les-Bains cedex.
Courriel : patrick.lachassagne@danone.com

² Office national des forêts – direction territoriale Rhône-Alpes – 143, rue Pierre-Corneille – 69406 Lyon cedex 3.
Courriel : cedric.fermond@onf.fr ; olivier.ferry@onf.fr

³ Centre national de la propriété forestière – Maison de la Forêt – 11, rue de la Commanderie – 54000 Nancy. Courriel : julien.fiquepron@cnpf.fr

l'intégration de la forêt dans les politiques de protection des eaux.

Cet article propose de faire un point d'étape sur les principales avancées résultant de ces projets. Il met en évidence une grande différence entre la problématique de protection de la qualité des eaux, qui est techniquement sous contrôle (il reste surtout à ajuster les procédures et les dispositifs financiers), et la problématique du rôle des forêts sur le fonctionnement quantitatif de la ressource en eau, qui est en voie d'exploration. Les enjeux sont avérés, mais les méthodologies et les outils d'analyse doivent être affinés et précisés de manière à devenir accessibles aux opérateurs de terrain. En première partie, cet article établit une synthèse sur l'état des connaissances des interactions entre l'eau et la forêt au regard de la qualité et de la quantité. La seconde partie propose une perspective pour une meilleure intégration des enjeux forestiers dans les politiques de l'eau.

1. Présentation des interactions entre l'eau et la forêt

1.1. Aspects qualitatifs

1.1.1. La forêt protège : pourquoi ?

La pérennité du couvert (par rapport aux autres couverts végétaux), la faiblesse des apports d'intrants fertilisants ou de traitements herbicides (450 fois moins fréquents qu'en grandes cultures, [FIQUEPRON, 2012]) et la forte activité biologique des sols forestiers (en particulier les horizons humifères supérieurs, [GOBAT, 2012]), sont favorables à une eau de qualité du fait du bon bouclage des cycles biogéochimiques [RANGER *et al.*, 1995]. Les eaux infiltrées sous forêt ont ainsi de faibles teneurs en nitrates (moins de 5 mg/L, BENOÎT et PAPY [1997]).

Certaines forêts (ripisylves, forêts alluviales et bocages) ont un effet épuratoire important, en matière de dénitrification notamment [CHARNET, 2010 ; PETERSEN *et al.*, 1992 ; MARIDET, 1995].

La gestion forestière joue aussi un rôle protecteur, les forestiers raisonnant leurs interventions sur 40 à 150 ans (hors peupleraies) et le principe d'une gestion forestière durable, conciliant à la fois les fonctions écologiques, économiques et sociales, étant inscrit dans la loi (article L.121-1 du Code forestier).

Un des rôles du forestier est ainsi de veiller au bon état du sol et à la santé du couvert forestier afin d'éviter tout déséquilibre écologique majeur, des dépérissements massifs pouvant avoir des conséquences sur la qualité de l'eau [ATTENBERGER *et al.*, 2001].

1.1.2. Des risques de pollution existent néanmoins

La sylviculture peut jouer un rôle dans l'acidification des sols et des eaux, même si les principaux facteurs ne sont pas forestiers : pollution atmosphérique et sols et sous-sol acides ne permettant pas de tamponner ces apports [DAMBRINE, 2009]. Dans les secteurs de sols sensibles, la présence de certains résineux, des peuplements trop denses ou l'exportation massive des rémanents⁴ peuvent aggraver la situation. La limitation de ces pratiques peut modérer l'acidification des sols. En complément, un équilibre peut être rétabli par un amendement calco-magnésien.

À l'échelle du bassin versant, la perturbation du couvert forestier par la gestion sylvicole (défrichage, coupe, coupe rase⁵) ou par des événements naturels exceptionnels (chablis, dépérissement) peut avoir une influence sur les apports azotés. En effet, le prélèvement d'éléments nutritifs azotés par la forêt est temporairement diminué, voire supprimé, et les matières végétales en décomposition se minéralisent, y compris le sol et la litière, soumis au rayonnement solaire. De plus, l'augmentation de la pluie efficace (réduction de l'évapotranspiration) entraîne un lessivage plus important des éléments, notamment azotés, contenus dans le sol. Dans le cadre du projet Life+ Semeau [ROUQUET *et al.*, 2012a et b], un outil de modélisation du transfert des nitrates a été construit et appliqué à l'échelle de l'hydrosystème de Volvic (Puy-de-Dôme). Cet outil a été utilisé pour simuler plusieurs scénarios de coupes forestières (figure 1), d'après les données de GUNDERSEN et coll. [2006] (figure 2). La hausse de la teneur en nitrates liée à la coupe atteint, dans l'aquifère, un maximum de 0,2 mg/L pour une coupe rase de 10 ha, à 2,8 mg/L pour une coupe intégrale sur 512 ha.

⁴ Parties des arbres généralement non exportées lors des coupes d'exploitation : houppiers, branches.

⁵ Coupe rase : c'est une coupe où l'on récolte tous les arbres. Cela n'implique pas nécessairement la mise à nu des sols, la végétation arbustive et herbacée peut être maintenue. Il ne s'agit pas d'un défrichage : elle est suivie d'une plantation ou d'une régénération naturelle, le terrain reste forestier.

Produire mieux et plus

SOLUTIONS ÉNERGÉTIQUES BIOGAZ & COGÉNERATION

RÉDUIRE LES GAZ À EFFET DE SERRE TOUT EN OBTENANT UNE TRÈS HAUTE PERFORMANCE

Eneria, partenaire historique Caterpillar et spécialiste des solutions énergétiques à partir de groupes électrogènes, offre une gamme gaz allant de 130 kW_e à 4,3 MW.

UNE GAMME COMPLÈTE À HAUT RENDEMENT

Eneria vous propose sa gamme de moteurs adaptés à tous types de gaz : naturel, de mines, de décharges, de biogaz, de synthèse pour répondre à vos besoins.

ENERIA LA PUISSANCE DANS LA DURÉE

Nos 700 collaborateurs conçoivent, construisent, exploitent, maintiennent partout en France et ce, depuis presque 30 ans, des installations gaz totalisant près de 600 MW de puissance installée.

Avec un réseau de plus de 200 techniciens répartis sur l'ensemble du territoire, nous optimisons la sécurité, la rentabilité de toutes nos installations afin de produire mieux et plus.

24h/24 - 365 j/an



LYON EUREXPO FRANCE
2 > 5 décembre 2014

**POL
LU
TEC**
2014

Du **2 au 5 Décembre** à Lyon

Nos équipes commerciales
vous accueillent sur notre

STAND E188

**Groupe
Monnoyeur**

Eneria - Siège social : Rue de Longpont - BP10202 - 91311 Monlhéry
Tél. : + 33(0) 1 69 80 21 00 - Fax : + 33(0) 1 69 80 21 50 - www.eneria.com

Energia 



AQUATRIX®

GROUPE ALPHADOZ

SPÉCIALISÉE DANS L' ASSISTANCE TECHNIQUE EN ENVIRONNEMENT

L'expérience de nos consultants sur des projets de tailles et de complexités variées leur confère un haut niveau d'expertise.

GESTION DE PROJET



ÉTUDES



RÉALISATION



MISE EN SERVICE



QHSE



EXPLOITATION



SUPPORT & LOGISTIQUE

AQUATRIX® est aujourd'hui reconnu comme un acteur majeur en assistance technique dans les domaines de l'environnement.

Traitement des eaux industrielles

Traitement des eaux usées et potables

Traitement des déchets

Énergies renouvelables



Au droit des forages d'Eau minérale naturelle (EMN), le pic de nitrates est très atténué (respectivement 0,02 mg/L et 0,3 mg/L), du fait de la forte épaisseur de la zone non saturée à Volvic et parce que les captages d'EMN sont situés plusieurs kilomètres en aval des coupes. Les simulations montrent cependant qu'il n'en serait pas de même pour des aquifères à faible temps de renouvellement (quelques mois à 1 ou 2 ans ; systèmes karstiques, aquifères très superficiels comme en arènes granitiques, par exemple), tels que beaucoup de captages ruraux, où le pic de nitrates simulé dépasse 10 mg/L pour des coupes importantes réalisées en amont immédiat du captage.

Plus généralement, le risque de pics de nitrates est néanmoins à nuancer, car il reste non systématique (éviter la mise à nu du sol constitue un facteur protecteur), modéré (cf. ci-dessus et BROWN et BINKLEY [1994]) et transitoire.

Tout particulièrement dans les secteurs en pente, la mise à nu du sol peut poser des problèmes de turbidité à l'origine de pollutions bactériologiques (ou parasitaires, tel le *Cryptosporidium*) dans les captages peu protégés par le sol ou par l'aquifère (aquifères karstiques, notamment). Les principales causes de perturbation du sol en forêt sont les travaux d'exploitation forestière (en particulier lors du débardage), la création de desserte et le travail du sol avant plantation. Les conséquences les plus graves et immédiates peuvent aussi résulter de la dégradation de conduites hydrauliques enterrées ou des drains des captages. Plusieurs solutions sont identifiées pour gérer ce risque : schéma de desserte forestière avec avis d'un hydrogéologue, gestion des eaux pluviales des dessertes, modes de débardage alternatifs (câbles aériens, cheval), repérage préalable des ouvrages (drains, conduites d'adduction), surveillance accrue des travaux et communication entre forestiers et gestionnaires d'eau potable. Une protection efficace des drains repose avant tout sur une connaissance et un repérage précis des ouvrages sur le terrain, comme en témoigne la politique mise en œuvre par la ville de Saint-Étienne [SABOT et CHASSIGNOL, 2012] qui comprend notamment un financement du surcoût lié au service de surveillance et de protection des drains qui parcourent sa forêt.

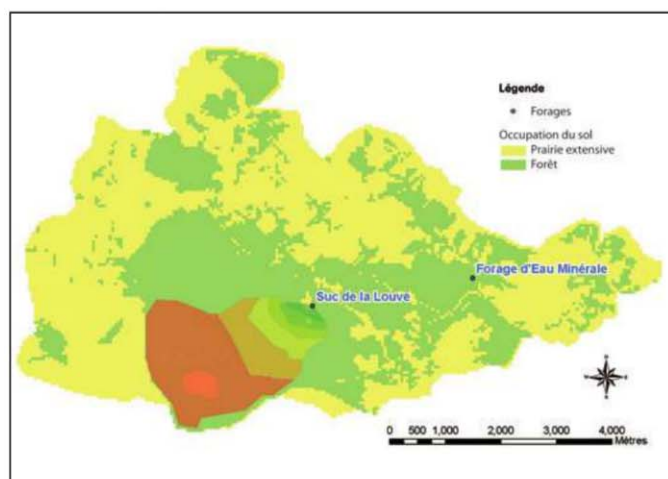


Figure 1. Occupation forestière actuelle (en vert) et extension (en rouge : 100 %, orange : 50 %, jaune : 25 %, vert : 2 %) des zones définies pour la simulation des coupes rases sur l'hydrosystème de Volvic (limite du contour = bassin versant de Volvic). Les zones de coupe rase s'étendent toutes depuis le piézomètre Suc de la Louve vers l'ouest

La présence d'engins motorisés en forêt, et donc de réservoirs d'hydrocarbures, induit un risque de pollution accidentelle. Le risque principal est celui d'une fuite liée à un stockage déficient, à une erreur de manutention, à la détérioration ou au renversement d'un engin. Des techniques de prévention existent. Par exemple, les huiles hydrauliques (ou de coupe) biodégradables se sont généralisées et peuvent être imposées. Le matériel lui-même doit respecter des normes, à rappeler dans le cahier des charges des exploitations (cuves à double paroi, tracteurs entretenus et contrôlés, kits de dépollution, bacs de rétention...). Des contraintes peuvent être définies sur le positionnement des stocks ou des engins hors des périmètres sensibles (pour le stationnement nocturne, par exemple). Dans les conditions actuelles, la prise en charge de tels surcoûts s'inscrit

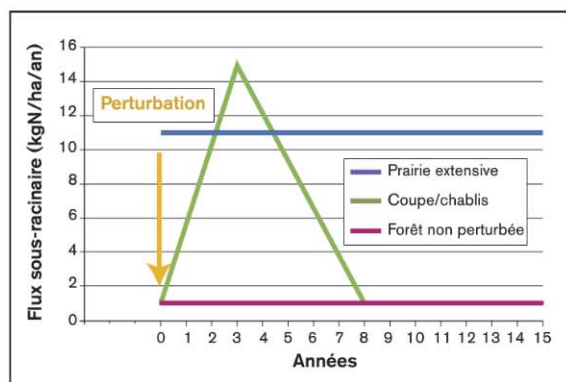


Figure 2. Fonctions d'entrée du modèle de transfert des nitrates appliqué à l'hydrosystème de Volvic (flux sous-racinaires)

de facto dans l'économie de l'exploitation du bois. Celle-ci est déjà sous forte tension, notamment dans les zones de montagne d'exploitation difficile. La prévention du risque lié aux hydrocarbures passe donc à la fois par des précautions ciblées au cas par cas et par une stratégie à définir avec la profession des entreprises forestières pour un effort de mise aux normes, qu'elle pourra difficilement assumer seule de façon satisfaisante (voir § 2.1.1. sur la contractualisation).

Le traitement chimique des bois en forêt induit un risque de pollution phytosanitaire qui a été évalué dans le cadre du projet Alpeau. Les fortes capacités de rétention des sols forestiers, mises en regard des modestes quantités utilisées, expliquent la non-détection des molécules dans la ressource en eau ; de plus, la tendance est à la diminution de ces pratiques [BALESTRA, 2012]. L'alternative consiste à évacuer les bois rapidement et, le cas échéant, à les stocker sous arrosage sur des sites ne générant pas d'impact sur la ressource en eau. Les traitements phytocides constituent un autre risque potentiel. Néanmoins, le débroussaillage manuel de jeunes peuplements ou de parcelles en situation de blocage de régénération constitue une alternative toujours possible au traitement chimique. L'application du principe de précaution du « zéro phyto » en forêt renvoie ainsi exclusivement à une problématique de prise en charge du surcoût induit [FERMOND *et al.*, 2013].

1.1.3. L'eau forestière est recherchée

Les forêts sont recherchées pour la qualité de l'eau potable qui en est issue [MARSILY, 2012], les économies de coûts de traitement de l'eau potable⁶ et l'image naturelle de l'eau produite. Dans le cadre du projet Interreg Alpeau, les coûts d'exploitation entre différentes ressources gérées par le Syndicat intercommunal des eaux des Moises ont été comparés. Le pompage au lac était 29 fois plus cher à exploiter que les sources forestières ; avec l'ajout du traitement par ultrafiltration, le nouveau pompage au lac est 93 fois plus cher. Dans la région de Nancy [FIQUEPRON, 2010], les ménages sont prêts à payer plus (50 € par an) pour disposer ou pour conserver une eau du robinet d'origine forestière.

⁶ Les coûts de traitement contre les nitrates/phytosanitaires peuvent atteindre 0,3 €/m³.

1.2. Aspects quantitatifs

1.2.1. Incidences quantitatives de l'évolution du couvert forestier sur la ressource en eau

Il est maintenant admis qu'à l'échelle de bassins versants de taille usuelle (de l'hectare jusqu'à au moins plusieurs milliers de kilomètres carrés), l'influence de la forêt sur les précipitations est nulle [COSANDEY, 2006]⁷. Le déboisement ou le reboisement d'un bassin versant n'a donc aucune incidence sur la quantité totale d'eau précipitée sur ce même bassin versant. En forêt, le couvert végétal intercepte une part significative des précipitations (15 à 30 % pour une forêt de feuillus et 25 à 45 % pour une forêt de résineux [AMBROISE *et al.*, 1995 ; FORT, 1999]). Cette fraction des précipitations est évaporée. L'évaporation est donc en général plus importante en forêt que pour d'autres types de couvert [GRANIER, 2012a et b]. Par ailleurs, les besoins en eau des arbres pour leur métabolisme (transpiration, T) sont en général supérieurs à ceux d'autres types de couvert ; en outre, leur capacité d'exploration racinaire plus importante (plus profonde notamment) leur donne accès à une plus grande réserve en eau des sols que les autres types de couvert [BADEAU et BREDA, 2008]. Par conséquent, l'évapotranspiration (ET) est plus importante dans les bassins versants forestiers que dans les autres bassins versants. Les précipitations efficaces (Peff) y sont donc plus faibles [COSANDEY *et al.*, 2005 ; FORT, 1999 ; SERANO-MUELA *et al.*, 2008]. Les proportions du partage entre ruissellement et recharge des aquifères dépendent étroitement des caractéristiques physiques des bassins versants (pentes, pédologie, géologie, réseau hydrographique, etc.) ; elles sont très variables d'un bassin versant à l'autre ; elles peuvent difficilement être évaluées avec une précision acceptable sans mesures hydrologiques. Ainsi, les effets du reboisement (ou du déboisement) sur la ressource en eau sont très difficiles à prévoir sans étude détaillée (et *a fortiori* sans les données, hydrologiques notamment, nécessaires à cette étude). On retiendra que, si la forêt réduit en général les pluies efficaces, elle a un rôle positif vis-à-vis de la

⁷ Les incidences de la forêt sur les précipitations ne sont perceptibles qu'à l'échelle des très grands bassins versants (Amazonie, Congo, Mississippi...) au sein desquels les eaux évapotranspirées par la forêt constituent une part significative des précipitations. Le déboisement, par exemple, y conduirait à une diminution des apports météoriques.

recharge. Dans les cas favorables, l'augmentation de la recharge (aux dépens du ruissellement) peut compenser le déficit de pluie efficace, voire même excéder celui-ci et conduire à une augmentation de la ressource en eau. Dans les cas défavorables, l'augmentation éventuelle de la recharge ne sera pas suffisante pour combler ce déficit et, globalement, la ressource en eau sera diminuée.

Les cas les plus favorables du point de vue de la ressource en eau, en cas de reboisement, sont rencontrés pour des reboisements avec des feuillus plutôt qu'avec des résineux au feuillage persistant (les premiers évapotranspirant moins à l'échelle annuelle, et notamment moins en période hivernale durant laquelle la recharge est maximale) et pour des bassins versants présentant, avant reboisement, une composante importante de ruissellement (bassins versants à fortes pentes, au sol et au sous-sol peu perméables : roches granitiques et métamorphiques sans couverture d'altération importante, marnes et argiles, par exemple). À l'inverse, les bassins versants au sein desquels la recharge est initialement importante (faibles pentes, sols filtrants, sous-sol perméable : régions sableuses, calcaires, volcaniques...) pourront être particulièrement pénalisés par un reboisement.

1.2.2. Outils de modélisation

Le développement et la mise en œuvre d'outils de modélisation permettent de quantifier les différents flux d'eau du bilan hydrique. En contexte forestier, plusieurs méthodes de calcul permettent d'évaluer les composantes du bilan hydrique, soit à l'aide de formules semi-empiriques [SUN *et al.*, 2011 ; ZHANG *et al.*, 2001], soit à l'aide de modèles numériques déterministes [GRANIER *et al.*, 1999]. Dans le cadre du projet Semeau, un outil a été développé pour modéliser l'influence des peuplements forestiers sur le bilan hydrique, reproduire les écoulements de surface et souterrains et simuler le transfert hydrochimique à l'échelle du bassin versant. Cet outil a été construit et calibré sur la base de l'important jeu de données recueillies sur l'impluvium de Volvic (figure 2), couvert à 55 % par des surfaces boisées [ONF *et al.*, 2011] et soumis à la déprise agricole [CAVAILHES et NORMANDIN, 1993], qui se traduit par la colonisation par des accrues forestières.

La méthode développée dans le cadre du projet Semeau consiste à faire varier l'évapotranspiration potentielle⁸ (ETP) en fonction de l'ETP Penman Monteith (liée aux conditions atmosphériques) et du LAI⁹ [ROUQUET, 2012 ; ROUQUET *et al.*, soumis]. Dans le modèle, la quantité d'eau mobilisable pour l'évapotranspiration varie donc temporellement en fonction du LAI ; le LAI varie en fonction du type de peuplement forestier (essence, âge, densité, structure, présence d'un sous-étage) et de la saison, surtout pour les arbres à feuilles caduques. Cela permet d'intégrer l'interception et une capacité d'exploration racinaire plus importante en période végétative que durant la dormance hivernale. Cette approche a été couplée au modèle hydrologique déterministe distribué Modcou [LEDOUX, 1980].

La modélisation montre l'impact quantitatif significatif de la forêt. Par exemple, à l'échelle du bassin versant de Volvic, un accroissement de 1 % des surfaces boisées se traduit par une diminution de 0,2 % du débit moyen des sources (exutoire du bassin hydrogéologique). La conversion des surfaces de résineux en feuillus (soit environ 425 ha) entraîne une augmentation du débit des sources d'environ 9 %. Dans le cas où 390 ha d'accrues seraient convertis en prairie extensive, le débit des sources augmenterait d'environ 5 %.

1.2.3. Vers une gestion hydrologique des forêts ?

La gestion forestière peut donc influencer sur le fonctionnement hydrologique des bassins versants. Nonobstant les autres fonctionnalités de la forêt (production de bois, biodiversité, accueil du public, protection contre les risques naturels), l'idée d'orienter la gestion forestière à des fins de sobriété hydrologique prend de la consistance, tout particulièrement dans les régions à forte tension sur la ressource en eau. Malheureusement, les pistes énoncées manquent encore de références scientifiques et de traduction

⁸ L'évapotranspiration potentielle (ETP) peut se définir comme la quantité maximale d'eau susceptible d'être évapotranspirée dans des conditions climatiques données par une surface d'eau libre ou un couvert végétal pour lequel l'eau n'est pas le facteur limitant ; la valeur limite de l'évapotranspiration potentielle n'est donc fonction que de l'énergie disponible [COSANDEY et ROBINSON, 2007].

⁹ Leaf area index, ou indice foliaire [BREDA, 1999] : rapport de la surface de feuilles d'un peuplement végétal à la surface de sol que celui-ci occupe. Exprimé sans unité, il revient à des m²/m². Il oscille couramment entre 4 et 8 en forêt tempérée.

dendrométrie opérationnelle pour le forestier. En d'autres termes, il n'est pour l'instant pas possible de construire un itinéraire sylvicole précis (en matière d'âge et de structure de peuplement notamment) qui repose sur un modèle hydrologique. Il reste donc un travail à poursuivre pour une meilleure adaptation des outils et des méthodes d'analyse qui permettront *in fine* d'intégrer les enjeux hydrologiques dans les plans de gestion et les aménagements forestiers. À cet effet, un projet Life+ (intitulé e-Droforest) a été soumis en juin 2013. Par ailleurs, il est important de préciser qu'une forêt laissée en libre évolution ne présente de garantie ni pour favoriser l'infiltration, du fait des risques de dépérissement sanitaire, de chablis, d'incendie ou de reprise de l'érosion, ni pour réduire l'évapotranspiration, car les peuplements adultes denses présentent les plus hauts niveaux d'évapotranspiration [AUSSENAC et BOULANGEAT, 1980].

2. Perspectives pour une meilleure intégration des enjeux forestiers dans les politiques de l'eau

Ces perspectives se déclinent selon que les enjeux portent sur la protection qualitative ou la gestion quantitative :

- sur le plan de la protection qualitative, les bonnes pratiques de protection des eaux sont clairement identifiées. La problématique réside dans l'optimisation de leur mise en œuvre ;
- sur le plan quantitatif, les travaux portent actuellement sur la caractérisation des processus et les résultats restent à décliner par des méthodes concrètes de terrain.

2.1. Améliorer les politiques de protection

La protection des captages d'eau potable repose sur l'instrument réglementaire de la déclaration d'utilité publique (DUP) qui ouvre la voie à l'imposition de prescriptions d'usage ou servitudes sur les périmètres de protection et à l'indemnisation des propriétaires en cas de préjudice « direct, matériel et certain ». Ces principes généraux se révèlent difficiles d'application en forêt, car les forestiers, du fait du caractère très extensif de leur activité, sont généralement absents des phases de consultations préalables à la DUP. Ils

sont en outre confrontés à la difficulté de quantifier le préjudice « direct, matériel et certain » pour des interventions forestières qui n'interviennent en moyenne qu'une fois tous les 10 ans. Le cas d'une interdiction absolue d'exploiter se prête à un calcul simple d'indemnisation, mais cette prescription est rarement retenue en dehors du périmètre de protection immédiate. Les contraintes sur la desserte forestière, donc sur l'exploitation à venir des bois, sont les plus pénalisantes et difficiles à traduire en indemnités. Dans la réalité, les problèmes liés à l'exploitation des bois n'ayant pas été traités lors de la procédure de DUP, les difficultés commencent lorsque le propriétaire forestier réalise une exploitation de bois. Il peut provoquer des dégâts par méconnaissance des précautions à prendre. Il peut aussi découvrir une contrainte (par exemple une interdiction de créer une desserte) qui l'empêche de mener l'exploitation de bois. Dans le premier cas, il y a atteinte à la ressource en eau, par méconnaissance. Dans le second cas, il y a atteinte à l'exploitation de la ressource en bois. Dans les deux cas, le problème pourrait être évité par un dialogue en amont.

Sur le plan technique, les préconisations d'hydrogéologues agréés peuvent être inadaptées par méconnaissance des pratiques forestières et des risques réels. Des guides de bonnes pratiques – Gestofor (www.crfp-midi-pyrenees.com) et Alpeau (www.alpeau.org) –, réalisés conjointement par des hydrogéologues et des forestiers, ont considéré les risques réels et proposé des recommandations adaptées aux différents contextes hydrogéologiques. Ensuite, il est nécessaire de systématiser la consultation des services forestiers avant l'enquête publique. Néanmoins, la question des moyens alloués aux forestiers et aux hydrogéologues agréés pour assumer correctement ce coût de concertation, et de l'organisation à mettre en place, reste à traiter.

2.1.1. Proposition d'une solution complémentaire à la DUP de protection de captage : la contractualisation

Différents projets, dont Alpeau, ont mis en évidence ces dysfonctionnements chroniques, particulièrement pénalisants en zone montagnarde ou collinéenne, là où se trouvent de nombreux captages gravitaires (sources) sensibles aux impacts de l'exploitation

28&29 janvier 2015
Rennes - Parc des expositions

16^e

9
parcours

330
exposants

1
session pour
les élus

50
conférences

9000
décideurs

1
séminaire sciences et
décision publique

Carrefour des Gestions Locales de l'Eau

www.carrefour-eau.com

Renseignements sur
www.carrefour-eau.com

Réagissez sur twitter
[@CarrefourEau](https://twitter.com/CarrefourEau)

Une manifestation



En partenariat avec



Partenaire presse






**Gestion globale
de vos déchets d'amiante**



Industriels, Collectivités

Depuis 1985, le Pôle Stockage EMTA du réseau SARPI vous accompagne dans la gestion globale de vos déchets ultimes, en proposant des solutions concrètes et performantes.

L'expertise et le savoir-faire industriel du Pôle Stockage garantissent une gestion sécurisée de vos déchets d'amiante dans des conditions optimales de protection de l'environnement.

Contactez notre service commercial
Tél : 01 34 97 25 64 / 65
emta@sarpindustries.fr




**LA NATURE
POUR PARTENAIRE,
L'INTELLIGENCE
COLLECTIVE
POUR RESSOURCE.**

www.bg-21.com

BG Ingénierie Conseils

GENIOUS SOLUTIONS

**FABRICANT DE SURPRESSEURS ET ASPIRATEURS
CENTRIFUGES**

LE POUMON AU COEUR DE VOTRE APPLICATION

Nos équipements s'inscrivent dans des applications variées :

- Traitement des eaux / aération de bassin
- Compression / transport de gaz (Air, SO₂, CO₂, Azote, H₂S, Biogaz...)
- Récupération du soufre (S.R.U.)
- Flottation
- Séchage par couteau d'air (bande d'acier, plastique...)
- Transport pneumatique
- Fluidisation (ensachage, silos, combustion)
- Production de Noir de fumée
- Combustion...

Et tant d'autres applications spécifiques à vos besoins.

De 100 à 60 000 m³/h
Pression atteignant 1,2 bar.
Dépressions allant jusqu'à 5 000 mm H₂O.

Tél. 04 74 55 88 77 - Fax 04 74 55 86 04
www.continental-industrie.com
e-mail : e.pondarre@continental-industrie.com

 **CONTINENTAL INDUSTRIE**

**Terraviva,
la création d'une filière locale**

Terraviva est une usine de compostage de la Société Martiniquaise des Eaux qui traite les boues issues des stations d'épuration. Elles y sont mélangées avec des co-produits structurants : broyat de palettes, bagasse ou déchets verts. Elles sont ensuite transformées en compost qui permet une amélioration de la qualité des sols et une fertilisation naturelle.

La production de ce fertilisant naturel permet la création d'un substitut aux engrais chimiques fortement émetteurs de gaz à effets de serre et le recyclage de deux autres déchets : la bagasse et les palettes.

Première usine du genre en Martinique et dans la Caraïbe, Terraviva a une capacité de traitement de 10 000 tonnes de boues par an. S'inscrivant dans une démarche de développement durable, le lancement de cette usine de compostage permet la création d'une filière pérenne de traitement et de valorisation des boues au niveau local.



- Produit 100% local
- Production de compost toute l'année
- Traçabilité totale du produit
- Analyse de chaque lot avant la mise sur le marché
- Produit normalisé

Conception : ASEP Conseil Martinique



terraviva
La terre vous le rendra.

TERRAVIVA
211, chemin Galot Quartier Fénéton - 97224 DUCOS
Tél : 0596 30 12 29 - Fax : 0596 53 56 98

forestière. La voie de sortie dessinée est celle d'une contractualisation *a posteriori*, au cas par cas, pour concilier les nécessités de l'exploitation forestière et de la protection de l'eau. En alternative à une telle évolution, la tentation d'une simplification drastique par interdiction pure et simple de l'exploitation forestière a ses avocats. Les forestiers participent à la construction d'un tel réseau de réserves intégrales, à des fins scientifiques, mais l'utilisation plus générale de ce concept pour protéger les périmètres de protection pose d'autres problèmes : celui de l'indemnisation du propriétaire, celui de l'impact de l'instabilité de la forêt (bris ou chute d'arbres). Pour ces raisons, et sans évoquer la perte sociétale liée au renoncement à un produit bois qui a aussi le mérite de contribuer à la fixation du dioxyde de carbone, la généralisation de la « mise sous cloche » paraît peu opportune.

L'approche de compensation financière par la contractualisation est simple (figure 3). L'exploitant de la ressource en eau compense le surcoût généré par la protection. Les conclusions du groupe de travail juridique [FIQUEPRON et PICARD, 2012] confirment la compétence des services en charge de l'alimentation en eau potable pour financer ces surcoûts. Par ailleurs, la possibilité d'adosser de tels contrats à un cofinancement européen (Feader) est étudiée par l'administration. Les agences de l'eau pourraient aussi s'inscrire dans un tel dispositif sous réserve d'une compatibilité avec leurs priorités. Par exemple, à Masevaux (Haut-Rhin), le surcoût est de 33 à 75 €/ha/an pour les mesures de gestion forestière dédiées à la protection des captages, comme un débardage au tracteur qu'il faudrait remplacer par un débardage au câble-mât. Il est supporté par la ville, sur 180 ha de forêt communale. S'y ajoutent 7 €/ha d'encadrement à la charge de l'Office national des forêts (ONF) [FIQUEPRON, 2009].

Une étude suisse [SPJEVAK et BÜRGI, 2008] chiffre les surcoûts de gestion forestière pour la protection des captages, de 88 €/ha/an en zone S3 (protection éloignée) à 160 €/ha/an¹⁰ en zone S2 (protection rapprochée). Par ailleurs, l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage a déve-

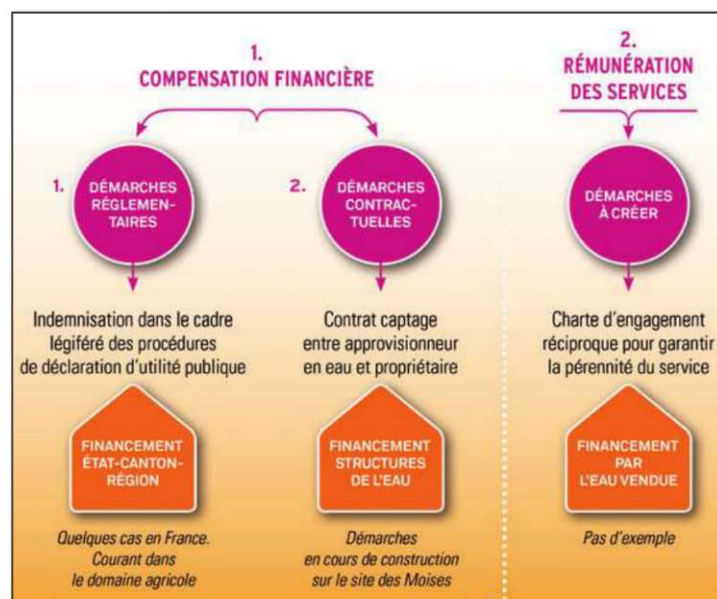


Figure 3. Schéma situant la démarche de contractualisation (extrait du guide Alpeau p. 57)

loppé un utilitaire de calcul¹¹. Des contrats sont en élaboration dans plusieurs régions françaises ainsi que des modes opératoires¹². Un premier bilan du déploiement de cette méthode sera établi d'ici 3 ans. Dans le contexte de la production d'EMN, la démarche territoriale initiée au cours du projet Semeau par le Comité environnement pour la protection de l'impluvium de Volvic (Cepiv), offre un cadre favorable à de telles expériences de contractualisation. Ce comité, cofinancé par la Société des eaux de Volvic et par la ville de Volvic, finance et mène des projets concernant toutes les politiques sectorielles (urbanisation, eaux usées, transports, agriculture, etc., et forêt), dont l'objectif, de type « gagnant-gagnant », est de préserver la ressource en EMN tout en favorisant le développement local [LACHASSAGNE *et al.*, 2012]. Dans le domaine des politiques forestières, trois options étaient possibles :

- celle, actuelle, de l'absence de politique forestière, conduisant notamment aux très faibles valorisation et exploitation de la forêt et, de fait, à des risques d'impacts qualitatifs limités à court terme. Cette « non-politique » présente deux inconvénients. Sur le plan quantitatif, elle conduit à une diminution de la ressource en eau sur le bassin versant, du fait

¹⁰ Conversion directe du franc suisse à l'euro, sans tenir compte de la différence du coût de la vie entre les deux pays.

¹¹ www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/software

¹² Cf. brochure *Des forêts pour l'eau potable*, sur www.foretrpriveefrancaise/eau

notamment de la progression des accrues forestières. Sur le plan de la qualité des eaux, elle ne permet aucune maîtrise des modalités d'exploitation forestière, notamment à moyen terme en cas de reprise de la demande de bois, tout particulièrement de bois de chauffage sur ce site proche de l'agglomération clermontoise ;

– celle d'une sylviculture « intensive », peu réaliste économiquement compte tenu du marché actuel du bois et des impacts environnementaux difficilement évaluables avec précision ;

– enfin, la voie intermédiaire choisie, qui vise à fournir, pour un coût modeste pour le Cepiv (un tiers-temps d'un technicien forestier), conseil et assistance aux propriétaires forestiers. L'étude économique montre que cela doit permettre, d'une part, d'augmenter, modestement mais significativement, le patrimoine et le revenu forestier des propriétaires et, d'autre part, de les sensibiliser à la protection de l'eau et de l'environnement et de mettre à leur disposition des outils favorisant cette protection (cahiers des charges types pour leur contractualisation avec les exploitants, voies de desserte adaptées, etc.). Cette politique comporte aussi des actions incitatives vis-à-vis des exploitants (fourniture d'huiles biodégradables, par exemple).

2.1.2. Articulation et complémentarité avec la procédure de DUP

Comme indiqué ci-dessus, la contractualisation vise à élaborer un « gagnant-gagnant », dans les cas où la procédure de DUP n'a pas permis d'appréhender efficacement les contraintes devant peser sur l'exploitation forestière. En effet, il serait contre-productif de corseter *a priori* une exploitation forestière dont on sait qu'elle peut, en règle générale, être menée de façon parfaitement compatible avec la protection de la ressource en eau. La recherche d'un optimum procédural basé sur la complémentarité entre DUP amont et contractualisation aval est un objectif que peuvent se fixer les acteurs de l'eau et de la forêt. Concrètement, cela revient à concentrer les interdictions et les réglementations (et les éventuelles indemnités) sur les seules activités dont la nocivité pour la protection de la ressource en eau serait avérée sur le site. Les arrêtés résultant des DUP privilégieraient l'énoncé de points de vigilance avec une clause « de

revoyure » entre les acteurs, les conduisant à contractualiser, le moment venu, les précautions adaptées. Cette perspective peut être éclairée par la question de la desserte, indispensable à l'exploitation des bois. Une interdiction totale d'installation de desserte sur un périmètre rapproché peut avoir des implications considérables en bloquant l'accès à ce périmètre et éventuellement à des parcelles situées sur un versant situé à l'arrière de ce périmètre. Or une telle interdiction est parfois posée par précaution, sans entraîner une indemnisation de la perte d'exploitation, qui n'est jamais observée dans la pratique. L'interdiction fait alors le lit de conflits ultérieurs. Un arrêté préfectoral conditionnant toute nouvelle desserte à un avis de l'hydrogéologue agréé ouvrirait la voie à des solutions discutées et adaptées, sur la base de projets précis dont l'impact pourrait être mieux apprécié. Des solutions d'évitement de l'impact d'une desserte sont couramment rencontrées avec des tracés alternatifs, ou la mise en place d'une desserte au câble. Dans un tel scénario, la prise en charge des surcoûts pourrait être ajustée au cas par cas et venir en alternative à une interdiction de l'exploitation dont l'indemnisation serait beaucoup plus coûteuse.

2.2 Intégrer le rôle hydrologique des forêts dans les politiques forestières et de préservation de la ressource en eau

2.2.1. Identifier les zones à enjeu

En France, les régions sédimentaires de plaine (Bassin parisien, Bassin aquitain), mais aussi les régions de plateaux volcaniques et granitiques et les têtes de bassins versants granitiques du Massif central, la Bretagne, à couverture d'altérations bien développée, sont globalement plus négativement sensibles vis-à-vis du reboisement que les régions à fort relief et présentant un sous-sol peu perméable (zones de fort relief de Corse, régions granitiques et métamorphiques de la bordure sud-est du Massif central, des Pyrénées, massifs internes des Alpes, etc.). Dans ces régions vulnérables, les secteurs les plus affectés par la déprise agricole sont ceux sur lesquels le risque d'impact quantitatif est le plus élevé. C'est dans ces zones que l'adaptation des forêts (choix des essences, densité des arbres, âge et structure des peuplements) peut avoir des effets déterminants sur la disponibilité

DESINFECTION DES EAUX POTABLES, DE PISCINE ET DE PROCESS

CHLORE GAZEUX

Pureté de 99.8%
Bouteilles de différentes capacités (6, 15, 30 et 50 Kg)
Entretien régulier des bouteilles



MATERIEL DE CHLORATION ET DE SECURITE

Matériel de chloration
Analyseur de chlore
Matériel de sécurité

Nouveau

Module clé en main pour le stockage du chlore



FORMATION ET AUDIT

Formation « Le chlore gazeux et la sécurité »

Nouveau

Formation « Traitement des eaux de piscine

Audit des piscines confrontées au problème de chloramines



EUROCHLORE.SAS
www.eurochlore.com

AQUAMANDIX
pour
l'eau potable

CHOISISSEZ LA BONNE TECHNOLOGIE POUR VOTRE SURPRESSEUR D'AIR!

Vis, turbo, multi-étagés, lobes, toutes nos solutions air comprimé basse pression vous donnent rendez-vous à Pollutec du 2 au 5 décembre 2014 (Hall 4, Allée E, Stand 216).

Service Clients : 01 39 09 31 00

Sustainable Productivity



Atlas Copco



de la ressource en eau. La prise en compte de facteurs géomorphologiques, hydrogéologiques et climatiques doit permettre d'établir une cartographie de la vulnérabilité du territoire national vis-à-vis du facteur « boisement », afin d'adapter le cas échéant les politiques d'aménagement du territoire.

2.2.2. Diagnostiquer les causes des perturbations

À l'échelle locale du bassin versant et du captage d'eau ou de la source, si une variation de productivité est constatée, il faut en premier lieu s'assurer que d'autres facteurs explicatifs que les effets du reboisement/déboisement ne doivent pas être incriminés. Il faut tout d'abord valider les témoignages (diminution du débit d'une source, par exemple) par des observations ou mesures indiscutables. Ainsi, nombreux sont les exploitants qui affirment dans un premier temps que le débit de leur source ne varie pas d'une saison à l'autre alors que quelques mesures simples, ou une réflexion menée avec un hydrogéologue (la vitesse de remplissage du réservoir est-elle la même toute l'année ?), les amènent finalement à le reconnaître. Ensuite, il est important de vérifier que la diminution du débit n'est pas simplement liée à une dégradation du captage (colmatage des drains par des fines ou par des racines, fissuration du dispositif de collecte, écoulements parasites en aval du captage, etc.), à des aménagements réalisés sur le bassin versant (drainage, forage, par exemple) ou à des changements de la configuration hydrogéologique (surcreusement d'un cours d'eau proche, par exemple). Enfin, il convient aussi de s'assurer que cette baisse de la productivité n'est pas conjoncturelle et liée alors à des raisons climatiques (saison sèche très marquée, succession d'années sèches, notamment en période hivernale de recharge, etc.). C'est seulement après avoir vérifié l'ensemble des éléments précédents qu'il conviendra d'incriminer la forêt sur ses possibles responsabilités quant à la baisse des débits.

2.2.3. Évaluer les effets hydrologiques de la forêt

À ce stade se pose la question de savoir comment fonctionne la forêt d'un point de vue hydrologique. Cette étape, basée sur la modélisation des bilans hydriques, reste très délicate compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du système et de la disponibilité des données d'entrée nécessaires au paramétrage des modèles (débits, données météo-

rologiques, pédologiques, LAI). Néanmoins, certains outils comme Biljou¹³ permettent d'établir des bilans hydriques forestiers et de simuler les effets des scénarios d'évolution d'occupation du sol ou d'une modification de la typologie des peuplements sur les pluies efficaces, c'est-à-dire sur le flux d'eau disponible pour les écoulements de surface ou souterrains.

2.2.4. Définir une politique de protection des eaux intégrant le rôle hydrologique des forêts

Comme l'a démontré le projet Semeau, l'appréciation du fonctionnement hydrologique des forêts peut permettre de compléter une politique de protection des eaux. Cette approche ouvre un champ nouveau pour élargir les solutions face aux problèmes de disponibilité et de partage de la ressource. L'amélioration du fonctionnement hydrologique des forêts peut permettre d'atténuer les impacts attendus du changement climatique sur la recharge des aquifères en favorisant l'infiltration des eaux lors des événements pluviométriques de forte intensité et en réduisant l'évapotranspiration des forêts sur les bassins versants à enjeux. Cette démarche en est encore au stade exploratoire. L'utilisation des outils de modélisation demeure complexe et nécessite l'accompagnement de spécialistes compétents, mais aussi d'un minimum de données hydrométéorologiques et de caractérisation des bassins versants. Néanmoins, les perspectives de développement sont réelles et les résultats obtenus dans le cadre du projet Semeau sur l'impluvium de Volvic témoignent de l'intérêt de poursuivre.

2.3. En zone agricole de plaine – enjeux qualitatifs de sauvegarde des captages menacés

En zone agricole de plaine, le boisement constitue une solution possible en complément des politiques agricoles de réduction des intrants. Son intérêt est de bénéficier d'un couvert végétal très favorable à la

¹³ Le modèle Biljou [GRANIER *et al.*, 1999] fonctionne au pas de temps journalier et permet de quantifier chacun des flux du bilan hydrique d'une parcelle forestière : transpiration des arbres, interception des précipitations, pluie sous couvert et évaporation du sol et de la végétation basse. L'eau excédentaire (ou pluie efficace) est alors calculée *in fine*. Toutefois, il faut savoir que le modèle, au contraire de Semeau, ne comprend pas de module hydrologique. Le cheminement du flux d'eau drainée au-dessous de la zone enracinée n'est pas considéré [GRANIER *et al.*, 2012]. Les paramètres nécessaires au fonctionnement du modèle caractérisent le site : type de forêt (feuillus, résineux, mélange), caractéristiques du couvert (indice foliaire, phénologie) et du sol. Le modèle utilise les variables climatiques classiquement mesurées par Météo-France : température et humidité de l'air, rayonnement, vitesse du vent et pluie. Les quatre premières variables permettent de calculer l'ETP (voir <https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou>).

qualité de l'eau, avec aussi des pratiques de gestion inscrites sur le long terme. 2 200 hectares de boisements de protection de captage ont ainsi été recensés dans le Grand Ouest de la France. Selon le mode d'occupation du territoire antérieur, boiser peut néanmoins impliquer des coûts d'opportunité¹⁴ importants. L'efficacité des boisements est également à raisonner selon l'inertie des systèmes hydrologiques. Ainsi, il est important de bien anticiper les bénéfices réels du boisement (effet réel à terme, temps nécessaire pour l'atteinte de ce bénéfice) afin de ne pas générer d'insatisfaction et de frustration, notamment auprès des acteurs de terrain impliqués dans la mise en œuvre de telles politiques (forestiers, agriculteurs, collectivités).

Sur de petits bassins versants – jusqu'à 200 ha environ – le boisement peut s'avérer une solution très efficace, car un projet de quelques dizaines d'hectares peut fortement modifier le taux de boisement du bassin versant et produire des effets sur la qualité des eaux (nitrates, pesticides), par dilution. Le taux de boisement à atteindre dépend néanmoins des pressions polluantes sur les autres terrains. Un ordre de grandeur de 30 % est souvent évoqué [BENOÎT *et al.*, 2002]. Sur de plus grands bassins, le boisement doit nécessairement s'articuler avec d'autres mesures, agricoles en particulier, et doit cibler les zones les plus vulnérables aux pollutions (nappe peu profonde, plus perméables, temps de transfert court vers le captage, axes de ruissellement, zones non soumises à des processus de dénitrification naturelle...). Plusieurs exemples montrent des résultats probants. En 6 ans, les 70 ha boisés sur le secteur des drains de Rennes ont contribué à la baisse de 15 mg/L des teneurs en nitrates. Le site de Plabennec montre une baisse de 40 mg/L 15 ans après le boisement de 5,3 ha d'un bassin versant agricole de 30 ha. Le boisement mérite donc une place dans la boîte à outils des mesures de protection. Au-delà de ses effets directs sur la qualité de l'eau, le bocage obtenu constitue aussi une mesure d'intérêt en matière agronomique et de biodiversité, pour la lutte intégrée contre les

ravageurs, pour ses effets positifs sur l'aérodynamisme et l'insolation, sa capacité à limiter l'érosion des sols, des compléments nutritifs, voire médicinaux apportés par les haies en zone d'élevage. Le boisement périphérique de terre agricole s'avère aussi être un excellent outil pour les productions en agriculture biologique.

2.4. Comment intégrer les enjeux forestiers dans les politiques territoriales de l'eau ?

Il existe principalement deux niveaux d'intégration, celui du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE, bassin hydrographique) et celui des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) établis et coordonnés par une commission locale de l'eau (CLE). Les acteurs forestiers ne sont pas représentés dans les comités de bassin, contrairement aux acteurs agricoles et industriels qui sont directement concernés par les redevances du fait de leur impact sur la consommation et sur la pollution de l'eau. Les acteurs forestiers peuvent toutefois exposer leurs propositions en participant aux consultations organisées par le comité de bassin en phase d'élaboration ou de révision du SDAGE. Ils peuvent aussi dialoguer directement avec l'agence de l'eau et la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) de leur bassin, comme cela a été illustré dans le bassin Rhône-Méditerranée et Corse, à l'occasion du projet européen Life Forests for Water. Ce dialogue direct, entretenu depuis par d'autres projets européens pilotes, a notamment permis de mener des actions partenariales sur la restauration de zones humides forestières, sur la morphologie des cours d'eau (transferts sédimentaires), sur la protection de la ressource en eau potable.

Les acteurs forestiers peuvent faire partie de la CLE et, à ce titre, apporter directement leur contribution au contenu d'un SAGE. Dans la pratique, l'intégration des enjeux forestiers dans ces schémas stratégiques que sont les SDAGE et les SAGE ne pose pas de problème de principe. En l'absence de projets, la difficulté opérationnelle se situe plutôt au niveau de la disponibilité en moyens humains des structures forestières de terrain (ONF, Centre régional de la propriété forestière CRPF, communes forestières Cofor...) pour assurer une représentation territoriale, au-delà de la présence de l'administration en charge

¹⁴ Les coûts d'opportunités du boisement représentent les coûts liés au passage d'une activité économique antérieure à une activité forestière moins rémunératrice mais favorable à la qualité de l'eau.

de la forêt – DREAL-DRAAF (direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt) et direction départementale des territoires (DDT). Il s'agit là d'un constat à exposer crûment afin de stimuler la recherche de solutions viables pour activer les synergies eau/forêt mises en évidence par de nombreux projets.

Conclusion

La contribution positive de la forêt à la gestion de l'eau est généralement reconnue par les acteurs de l'eau. Cette reconnaissance se traduit *de facto* par une « indifférence polie » puisque la forêt est censée « protéger naturellement ». Du côté des acteurs de l'eau, le principe du pollueur-payeur ou du préleveur-payeur ne permet pas de mobiliser plus activement les forestiers au service de la politique de l'eau puisque la forêt ne constitue ni un pollueur, ni un préleveur, donc pas un payeur. Du côté des acteurs forestiers, le contexte économique déprimé d'une politique forestière trop exclusivement fondée sur l'économie du bois rend actuellement difficile toute mobilisation proactive en direction des acteurs de l'eau. Dans ce contexte, il apparaît difficile d'optimiser les services rendus par la forêt, tels que le service de protection de la ressource en eau potable ou de préservation de zones humides. La valorisation des retours d'expérience sur la prise en compte et l'atténuation de certains risques, décrits dans cet article, liés à l'évolution des forêts ou à l'exploitation des bois, sont entravées par la réalité économique actuelle, car les mécanismes de cofinancement par l'eau des services écosystémiques rendus par la forêt n'ont pas encore été mis en place.

Il apparaît tout aussi difficile de prendre en charge efficacement des problématiques émergentes telles que la contribution des forêts à la production quantitative d'une eau de qualité, problématique dont les enjeux ont pu être démontrés très efficacement par le projet Semeau. Les tensions sur la ressource en eau potable, qui vont croissantes dans certaines zones du fait de la conjonction entre la croissance urbaine et le changement climatique, pourraient être atténuées par une gestion forestière limitant l'interception et la transpiration des pluies et maximisant leur infiltration. Cet enjeu quantitatif est, pour les forestiers, une (re)découverte qui illustre l'intérêt d'une collabora-

tion avec des producteurs d'eau à même de déployer les moyens techniques de modélisation permettant de quantifier les processus en cours. Il reste maintenant, sur la base de cette prise de conscience, à mobiliser les acteurs pertinents pour développer les techniques adaptées. Il y a là amplement matière à lancer un projet Semeau bis, tel que le projet e-Droforest. En outre, compte tenu de la conjoncture économique déprimée de la filière bois, bon nombre de massifs forestiers subissent, du fait notamment de difficultés d'accessibilité, une déprise de la gestion forestière qui augmente actuellement. Au regard de l'inertie des forêts, les impacts attendus sur la ressource en eau commencent tout juste à se faire sentir et ne sont absolument pas anticipés quant à leurs effets futurs. L'évaluation réalisée par le projet Semeau de l'impact quantitatif du développement des boisements spontanés sur l'impluvium de Volvic illustre cet enjeu. Un travail d'analyse prospective à l'échelle nationale ou européenne reste à conduire, pour évaluer les effets et les coûts associés de l'extension d'un périmètre forestier « non géré » sur la ressource en eau et, sur cette base, pour définir le rapport coût/bénéfices attendus des politiques « hydroforestières » à mettre en œuvre pour en atténuer les impacts. Il appartient aux acteurs de l'eau et de la forêt de se positionner sur une telle démarche d'anticipation.

Par ailleurs, à l'horizon d'une cinquantaine d'années, le pari peut raisonnablement être fait que la crise énergétique qui se profile redonnera au bois une valeur relative plus importante, qu'il s'agisse du bois énergie en substitution aux combustibles fossiles, ou du bois d'œuvre en substitution aux matériaux énergétivores que sont les plastiques, métaux et autres bétons. Cette prospective vise à rappeler que la forêt et sa ressource en bois retrouveront dans l'avenir une capacité de prise en charge des services environnementaux non rémunérés, comme ce fut le cas par le passé. La question est de ne pas perdre les quelques décennies qui nous séparent de cet horizon. Évaluer et rémunérer les services rendus par la forêt (protection de l'eau, mais aussi fixation du carbone, accueil du public, préservation de la biodiversité) doit permettre de passer le cap et de maintenir au meilleur niveau une gestion adaptée et productive d'un service d'intérêt général.

Remerciements

Les auteurs remercient tout particulièrement les partenaires des collectivités qui, par leur engagement dans ces démarches, ont permis de rendre concrets et opérationnels des travaux scientifiques reconnus internationalement, mais qui peuvent parfois présenter une applicabilité ardue. Merci également à la Commission européenne et aux cofinanceurs des

projets pilotes pour leur soutien substantiel au développement de ces thématiques émergentes.

Précisions concernant la publication

Par souci de diffusion de ce travail aux deux publics de l'eau et de la forêt, une version de cet article, plus développée dans ses parties 1 et 2 notamment, est publiée dans la *Revue forestière française* [FERMOND *et al.*, 2013].

Bibliographie

AMBROISE B., AUZET A.-V., HUMBERT J., NAJJAR G., MERCIER J.-L., PAUL P., VIVILLE D. (1995) : « Le cycle de l'eau en moyenne montagne tempérée : apport des bassins versants de recherche vosgiens [Ringelbach, Strengbach, Fecht] ». *French mountains*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, p. 203-225.

ATTENBERGER E., BITTERSÖHL J., MORITZ K., WEBER H. (2001) : *La ressource en eau et sa qualité dans les forêts : observations et démarches en Bavière*. 168^e session du comité scientifique et technique de la Société hydro-technique de France, Nancy, 26-28 septembre 2001, 8 p.

AUSSENAC G., BOULANGEAT C. (1980) : « Interception des précipitations et évapotranspiration réelle dans des peuplements de feuillu (*Fagus sylvatica* L.) et de résineux (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco) ». *Ann. Sc. Forest.* ; 37 : 91-107.

BADEAU V., BRÉDA N. (2008) : « Modélisation du bilan hydrique : l'étape clé de la détermination des paramètres et des variables d'entrée ». *RDV techniques ONF* ; 4 : 111-114.

BALESTRA (2012) : in Guide alpeau – www.alpeau.org

BENOÎT M., PAPY F. (1997) : « Pratiques agricoles sur le territoire et qualité de l'eau alimentant un captage », in : Riou C., *et al.* *L'eau dans l'espace rural*. INRA, p. 323-338.

BENOÎT M., FIZAINE G., BERNARD P.Y. (2002) : « Qualité nitrique des eaux en bassins forestiers d'alimentation : fonctionnement stable et effets "post-tempête 26/12/1999" ». In : Combe J. et Rosselli W., eds. *L'eau qui sort des bois – quand forêt durable rime avec eau potable*. Actes de la Journée thématique de l'Antenne romande du WSL. Lausanne, 26/11/2002. Institut fédéral de recherches WSL, Antenne romande, p. 29-36.

BREDA N. (1999) : « L'indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel ». *Revue Forestière Française* ; 51, 2 : 135-150.

BROWN T.C., BINKLEY D. (1994) : *Effect of management on water quality in North American forests*. USDA Forest Service, 26 p.

BURIC A., GAULT J., BERTOYE F. (2011) : *Eaux pour les villes*. Rome : FAO.

CAVAILHES J., NORMANDIN D. (1993) : « Déprise agricole et boisement, état des lieux, enjeux et perspectives dans le cadre de la réforme de la PAC ». *Revue Forestière Française* ; 51, 2 : 135-150.

CHARNET F. (2010) : « Impacts des espaces boisés sur la qualité de l'eau ». *Forêt entreprise* ; n° 193 : 14-19.

CHEVASSUS-AU-LOUIS B. (2012) : « Les services écologiques des forêts : définition des concepts, origine et typologie ». *Revue Forestière Française* ; n° 3 : 213-224.

COSANDEY C., ROBINSON M. (2007) : *Hydrologie continentale*. Paris : Armand Colin, 360 p.

COSANDEY C., ANDRÉASSIAN V., MARTIN C., DIDON-LESCOT J.F., LAVABRE J., FOLTON N., *et al.* (2005) : « The hydrological impact of the Mediterranean forest: a review of French research ». *Journal of Hydrology*; vol. 301 : 235-249.

COSANDEY (2006) : « Conséquence des forêts sur l'écoulement annuel des cours d'eau ». *Revue Forestière Française* ; 58, 4 : 317-328.

DAMBRINE E., *et al.*, in : LANDMANN G., GOSSELIN F., BONHÊME I., eds. (2009) : *Bio2, Biomasse et biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles*. Paris, MEEDDM-Ecofor, 210 p.

FERMOND C., FERRY O., FIQUEPRON J., LACHASSAGNE P., ROUQUET S. (2013) : « Principaux enjeux et propositions pour une gestion et une protection harmonieuses des ressources en « eau » et « bois » ». *Revue Forestière Française* ; 5 : 419-444.

FERRY O. (2004) : « La forêt au service de l'eau : une perspective européenne ? ». *Revue Forestière Française* ; n° 1 : 47-63.

FIQUEPRON J., PICARD O. (2012) : *Mise en place de contrats de services pour la fourniture d'eau potable par les forestiers*. Rapport pour le ministère de l'Agriculture. CNPF-IDF, 83 p.

FIQUEPRON J. (2010) : « L'aspect naturel de l'eau potable d'origine forestière a une valeur pour les ménages ». *Forêt Entreprise* ; n° 193 : 36-38.

FIQUEPRON J. (2012) : « Gestion forestière et qualité des eaux : d'importants atouts et certaines pratiques à surveiller ». In : *Actes de la Conférence internationale Semeau : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012 ; Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : http://www.life-semeau.eu/ressources-documentaires-life-semeau?type=All&field_confdoc_value_many_to_one=1&tid_1=All&tid=All

FIQUEPRON J. (2009) : *Outils d'aide à la décision pour diversifier les revenus forestiers : Forêt et eau*. Rapport pour le MAP. CNPPF-IDF, LEF. 78 p.

BioZinalium®

LE REVÊTEMENT SÛR, POUR DURER

Protection **Aquacoat®**
Acrylique

Alliage ZnAl (Cu)
enrichi en Cuivre

Fonte ductile



POLLUTEC
2014

Hall : 6 Allée : F Stand : 88



Solutions complètes de canalisations

PAM
SAINT-GOBAIN



Mesure de flux d'odeur



Mesure d'émissions atmosphériques routières



Mesure d'air ambiant sur des chantiers



Mesures de champs électromagnétiques



Mesure d'exposition professionnelle

En devenant Cap Air - Rincenc Environnement, Cap Environnement se développe au sein d'un groupe de 30 agences générant un chiffre d'affaires supérieur à 21 millions d'euros en gardant son autonomie et sa spécificité



5 rue Jules Ferry - 94130 Nogent-sur-Marne

Tél. +33 1 48 71 90 10

Géomembrane bitumineuse Coletanche

L'étanchéité au service de l'environnement

SOLUTION

HYDRAULIQUE



✓ SÉCURITÉ DES SOUDURES
COMPATIBILITÉ AVEC L'EAU POTABLE

Canaux et plans d'eau
Barrages
Bassins et réservoirs

SOLUTION

TRANSPORT



✓ FORTE RÉSISTANCE MÉCANIQUE

Routes et fossés
Chemins de fer
Extrados

SOLUTION

DECHETS



✓ RÉSISTANCE CHIMIQUE
IMPERMÉABILITÉ AUX GAZ

Confinement de déchets solides (domestiques, miniers, industriels) et liquides (bassins)
Barrière Biogaz



www.coletanche.com

COLETANCHE®

- FORT C. (1999) : « L'eau et la forêt ». *Bulletin technique de l'ONF* ; 37, 240 p.
- GOBAT (2012), in : Guide alpeau – www.alpeau.org
- GRANIER A., BRÉDA N., BIRON P., VILLETTE S. (1999) : « A lumped water balance model to evaluate duration and intensity of drought constraints in forest stands ». *Ecological Modelling* ; 116 : 269-283.
- GRANIER A., BRÉDA N., BADEAU V., FIQUEPRON J. (2012) : L'eau forestière de qualité : comment agir sur les quantités produites ? *Revue Forestière Française* ; 3 : 283-292.
- GRANIER A. (2012a) : « Influence du couvert forestier sur le cycle de l'eau et comparaison avec le bilan hydrique d'autres couverts ». In : *Actes de la Conférence internationale Semeau : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012, Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : http://www.life-semeau.eu/ressources-documentaires-life-semeau?type=All&field_confdoc_value_many_to_one=1&tid_1=All&tid=All
- GRANIER A. (2012b) : « Modélisation du couvert forestier de l'échelle de l'arbre à celle de la parcelle : la méthodologie Biljou ». In : *Actes de la Conférence internationale Semeau : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012, Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : http://www.life-semeau.eu/ressources-documentaires-life-semeau?type=All&field_confdoc_value_many_to_one=1&tid_1=All&tid=All
- GUNDERSEN P., SCHMIDT I.K., RAULUND-RASSMUSEN K. (2006) : « Leaching of nitrate from temperate forests - effects of air pollution and forest management ». *Environ. Rev.* ; vol. 14 : 1-57.
- LACHASSAGNE P., ROUQUET S., BELEY J.J., AUGROS H., LE HEC C., PERFETTI J.-C. (2012) : « Eaux minérales naturelles embouteillées par Danone : des périmètres sanitaires d'émergence à la gestion territoriale des impluviums. Exemple des politiques de protection menées à Volvic, notamment dans le domaine forestier (projet Life+Semeau) ». *Géologues* ; 175 : 71-77.
- LEDoux E. (1980) : *Modélisation intégrée des écoulements de surface et des écoulements sur un bassin hydrologique*. Thèse, École des mines de Paris, UPMC, 236 p.
- MARSILY G. de (2012) : In : *Actes de la Conférence internationale Semeau : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012, Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : <http://www.life-semeau.eu/presentation-colloque-semeau-g-de-marsily>
- MARIDET L. (1995) : *Rôle des formations végétales riveraines – recommandations pour une gestion raisonnée*. Ministère de l'Environnement-Cemagref, 59 p.
- ONF, CRPF ET CEPA (2011) : *État des lieux de la forêt sur l'impluvium de Volvic*. Soc. Eaux Volvic.
- PETERSEN R.C., PETERSEN L.B.M., LACOURSIÈRE J., 1992. A building-block model for stream restoration. River conservation and management. Boon P.J., Calow P., Petts G.E. (eds), Wiley J. & Sons, Chichester, pp. 293-309.
- RANGER J., COLIN-BELGRAND M., NYS C. (1995) : « Le cycle biogéochimique des éléments majeurs dans les écosystèmes forestiers. Importance dans le fonctionnement des sols ». *Étude et gestion des sols* ; vol. 2 : 119-134.
- ROUQUET S., et al. (2012a) : « Méthodologie d'intégration du rôle de la forêt (LAI, RFU) pour la modélisation hydrologique déterministe à l'échelle du bassin versant. Application à l'impluvium de Volvic ». In : *Actes de la Conférence internationale Semeau : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012, Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : http://www.life-semeau.eu/ressources-documentaires-life-semeau?type=All&field_confdoc_value_many_to_one=1&tid_1=All&tid=All
- ROUQUET S., et al. (2012b) : « Impact des changements du couvert forestier sur les flux de nitrates au sein des aquifères (approche bibliographie et par modélisation théorique et appliquée à l'impluvium de Volvic). In : *Actes de la Conférence internationale Semeau : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012, Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : http://www.life-semeau.eu/ressources-documentaires-life-semeau?type=All&field_confdoc_value_many_to_one=1&tid_1=All&tid=All
- ROUQUET S. (2012) : *Étude du fonctionnement hydrogéologique et modélisation de l'hydrosystème de Volvic. Prise en compte du rôle hydrologique joué par la forêt*. Thèse, École des Mines Paristech, 397 p.
- ROUQUET S., LACHASSAGNE P., LEDoux E. « Hydrological modelling of the forest cover at the watershed scale. Application to the Volvic watershed (France) ». *Journal of Hydrology* [soumis].
- SABOT G., CHASSIGNOL V. (2012) : « Modalités de protection des drains des captages de faible profondeur ». In : *Actes de la Conférence Internationale SEMEAU : How to combine Forest Management, Local Development and Protection of Surface and Groundwater?* 17-19 octobre 2012, Vulcania, Clermont-Ferrand, France. Consultable sur : http://www.life-semeau.eu/ressources-documentaires-life-semeau?type=All&field_confdoc_value_many_to_one=1&tid_1=All&tid=All
- SERRANO-MUELA M.P., LANA-RENAULT N., NADAL-ROMERO E., REGÜÉS D., LATRON J., MARTÍ-BONO C., GARCÍA-RUIZ J.M. (2008) : « Forests and their hydrological effects in Mediterranean mountains ». *Mountain Research and Development* ; 28, 3 : 279-285.
- SPJEVAK S., BÜRGI A. (2008) : *Mehraufwand/Minderertrag in der Waldwirtschaft infolge des Trinkwasserschutzes*, WSL/BAFU, 37 p. Téléchargeable sur : http://www.wsl.ch/fe/waldressourcen/produkte/download/mehraufwand_minderertrag_trinkwasserschutz.pdf
- SUN G., CALDWELL P., NOORMETS A., MCNULTY S.G., COHEN E., MOORE MYERS J., et al. (2011) : « Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water centric ecosystem model ». *Journal of Geophysical research* ; 116 : 1-16.
- ZHANG L., DAWES W.R., WALKER G.R. (2001) : « Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale ». *Water Resources Research* ; 37, 3 : 701-708.

Résumé

P. LACHASSAGNE, S. ROUQUET, C. FERMOND, O. FERRY, J. FIQUEPRON

Interactions forêts et eaux – Incidences et bénéfices en termes quantitatifs et qualitatifs – Propositions pour une gestion et une protection harmonieuses des ressources « eau » et « bois »

Parmi les diverses fonctions environnementales exercées par la forêt, la protection de la ressource en eau mérite une attention particulière, que plusieurs projets récents ont permis de nourrir.

Grâce à la pérennité du couvert, la forte activité biologique des sols forestiers, des pratiques sylvicoles peu consommatrices d'intrants chimiques, l'eau issue des bassins versants forestiers présente, à faible coût, une qualité supérieure à celle des autres types d'occupation du sol. L'activité forestière peut néanmoins générer des contaminations ponctuelles ou diffuses qu'il convient de prévenir. Les solutions techniques sont maîtrisées. En revanche, les procédures de protection des périmètres de captage se révèlent difficilement applicables. Une autre forme de dispositif financier fondé sur la contractualisation est actuellement à l'étude.

Sous l'angle quantitatif, la forêt influence très significativement le devenir des pluies, avec deux effets antagonistes : certes, la forêt réduit le ruissellement et favorise l'infiltration des eaux vers les aquifères, mais encore elle intercepte et transpire

une part significative des précipitations. Selon les configurations forestières et celles des bassins versants, le bilan global quantitatif, par rapport à d'autres types d'occupation du sol, peut être excédentaire ou déficitaire en matière de ressource en eau. L'outil de modélisation numérique développé dans le cadre du projet Life+ Semeau permet de quantifier ce rôle hydrologique quantitatif de la forêt, ainsi que certains effets qualitatifs (nitrates). Cette démarche intégrative a permis à la Société des eaux de Volvic de compléter sa politique de protection des eaux en y associant tous les acteurs forestiers du bassin versant. Ce projet ouvre des perspectives techniques pour améliorer la « productivité hydrologique » forestière. Dans les zones sous forte tension démographique ou climatique, cette opportunité d'atténuation des tensions liées à la ressource en eau donnera à la gestion forestière une finalité complémentaire. Pour cela, il conviendra de réviser les modalités de financement de la gestion de l'eau en la réorientant, de priorités trop exclusivement curatives, vers une promotion vertueuse des aménités.

Abstract

P. LACHASSAGNE, S. ROUQUET, C. FERMOND, O. FERRY, J. FIQUEPRON

Interactions between forest and water – Quantitative and qualitative impacts and benefits – Proposals for a harmonious management and protection of both “water” and “wood” resources

Among the various environmental roles of the forest, water resource protection is of particular interest. In France, several recent projects have been dealing with this topic.

Thanks to the perennial forest soil cover and its high biological activity, and to forestry practices using low fertilizers and pesticides inputs, forested watersheds provide, at a low cost, a much higher quality water than the one from other landuses. However forestry can be at the origin of point source or non-point source contaminations that must be prevented. The technical solutions are well known. On the other hand, groundwater protection zones procedures are difficult to apply to forested watersheds. Consequently, another kind of financial tool, based on a contractualization process is presently studied.

As a quantitative standpoint, the forest has a significant impact on watershed's water budget with two antithetic effects : on one had the forest reduces the runoff and favors water infiltration towards the aquifers. On the other hand the forest also intercepts and transpires a significant part of rainfall. Depending on

the properties of the forested areas and of the physical properties of watersheds, the global quantitative balance can be an excess or a deficit in terms of water resources compared to other landuses/land-covers. The numerical modeling tool developed within the framework of the Life+ Semeau project allows to quantify this quantitative hydrological role of the forest as well as some quality effects (nitrate increase in aquifers related to forest cuts). This integrated approach has allowed the “Société des Eaux de Volvic” to refine its water protection policies on this watershed by involving all the stakeholders dealing with forest. This project opens up large technical prospects to improve the forest hydrological productivity. In areas submitted to strong demographic or climatic stresses, this opportunity to reduce water resource stresses will provide a complementary objective to forestry. In order to reach this goal, it will be necessary to revise the funding of water management and switch priorities from a remediation-oriented mindset towards a virtuous promotion of forest amenities.



ej



BVCert. 6125987

EJ, la garantie d'une production française certifiée par le label «**Origine France Garantie**».

Fort depuis des nombreuses années de son savoir-faire en matière de conception, fabrication et commercialisation de solutions de couverture pour la voirie auprès des collectivités, EJ s'engage désormais avec le Label «Origine France Garantie».

Institué par Pro France et certifié par Bureau Veritas, le Label «Origine France Garantie» est votre garantie d'origine de nos produits.

Les produits en fonte, en acier ou mixtes sont fabriqués

- en Picardie, à la fonderie EJ de Saint-Crépin Ibouvillers, Oise
- et
- dans les Ardennes, dans l'atelier de mécano-soudure de Bogny sur Meuse.
- un total de 750 emplois, dont 10% consacrés à la formation en apprentissage



Produits en fonte

Assainissement
Adduction d'eau - Réseaux secs



BVCert.6125987



Produits en acier

Protection d'accès aux réseaux d'eau
(stations de pompage et de relevage)



BVCert.6125987



Produits en fonte et acier

Réseaux secs / Télécom



BVCert.6125987



POSÉ POUR DURER

40 années d'existence sur le marché de l'adduction de l'eau nous ont permis d'être aujourd'hui une référence incontournable et incontestable pour la qualité et l'innovation de nos produits de raccordement, dont le nouveau robinet ISIFLOPLUS.

Le laiton non dézincifiable Isiflo

Nos raccords sont fabriqués en laiton non dézincifiable : le RA 450 marqué des caractères "CR". Sa formule chimique assure une résistance exceptionnelle à la corrosion, même en terrain agressif, et permet de garantir jusqu'à environ 50 ans les caractéristiques mécaniques des raccords (test de vieillissement accéléré réalisé en laboratoire extérieur). Avec un taux de relargage de plomb et de zinc le plus faible du marché, les raccords Isiflo préservent la qualité de l'eau potable et apportent une contribution décisive à la santé de tous comme à la protection de l'environnement.



(Raccords conformes à la Norme Européenne Directive de l'eau du 3/11/98)

Aujourd'hui,
les raccords de demain

La qualité de fabrication



Les produits Isiflo répondent aux situations les plus variées rencontrées par les canaliseurs d'eau. En maîtrisant la fabrication de nos laiton et l'extrusion des profilés, nous restons maîtres de la qualité. Nos usines ont d'ailleurs obtenu le Label Qualité ISO 9001.

La gamme la plus complète
et la plus fiable du marché



an
Aalberts Industries
company

ISIFLO SAS

18, route industrielle de la Harde 67120 Molsheim.
tel : (+33) 03 88 045 970 - fax : (+33) 03 88 045 975
www.isiflo.fr



La butée mécanique : une exclusivité

Avec les raccords Isiflo, il suffit de pousser le tube à fond sans démontage des éléments et de serrer l'écrou en butée mécanique. Il est inutile de serrer plus fort, l'étanchéité et le crampage sont garantis !

La gamme la plus sûre et
la plus pratique du marché

isiflo

LE ROBINET ISIFLOPLUS

pour prise en charge verticale et horizontale



Le seul robinet entièrement conçu en laiton non dézincifiable conforme aux normes européennes. 100 % manuel, plus simple, plus rapide et plus sûr : mise en place, démontage et changement d'orientation sans outils et dans les meilleures conditions grâce à l'emboîtement pré-dirigé de l'axe de manœuvre dans son logement. Disponible en DN 20, DN 25, DN 32 et DN 40.

BDI BioGaz

La solution pour les déchets industriels et municipaux



from waste
en value

Nos installations valorisent vos déchets !

Vos déchets et co-produits ont beaucoup de valeur : une installation clé en main BDI BioGaz vous permet de traiter vos déchets en produisant une précieuse énergie renouvelable.

Etudions ensemble la meilleure solution pour vous.

Une masse d'énergie.

Plus de 15 ans d'expérience
dans la construction
d'installations de pointe



BDI - BioGaz France SAS

12, chemin de l'époux
F-69410 Champagne au Mont d'Or
Tél. : +33 (0)4 37 46 14 47
laurent.lefort@bdi-bioenergy.com
www.bdi-bioenergy.com