



Protection des eaux souterraines en forêt

GUIDE ALPEAU
DANS L'ARC ALPIN
ET JURASSIEN

2012

PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES EN FORÊT

GUIDE ALPEAU
DANS L'ARC ALPIN
ET JURASSIEN
2012

Construites au XIX^e siècle, les galeries des gorges de l'Areuse, ont permis d'alimenter en eau potable d'origine forestière les villes de La Chaux-de-Fonds et Neuchâtel

Source karstique* - Chambéry métropole, source du nant Varon

Avant-propos.....	p. 5
Introduction.....	p. 6

Partie I

INTERACTIONS ENTRE FORÊT ET EAU POTABLE

Introduction.....	p. 10
1 - De la pluie à l'eau potable.....	p. 14
2 - Le rôle de filtre de l'écosystème forestier.....	p. 18
3 - Appréhender la vulnérabilité.....	p. 20
4 - Le cadre réglementaire de protection	p. 24

Partie II

BONNES PRATIQUES FORESTIÈRES POUR LA PROTECTION DE L'EAU POTABLE

Introduction.....	p. 26
1 - Risques liés aux activités forestières.....	p. 30
2 - Privilégier un couvert forestier continu	p. 32
3 - Adapter l'exploitation forestière	p. 34
4 - Limiter les apports de produits potentiellement polluants	p. 38
5 - Mémento des bonnes pratiques forestières	p. 40

Partie III

MIEUX PROTÉGER L'EAU POTABLE

Introduction.....	p. 42
1 - Mise en œuvre d'une protection de l'eau potable.....	p. 46
2 - Inventer des ponts entre les mondes de l'eau et de la forêt.....	p. 48
3 - Améliorer la protection réglementaire de l'eau potable.....	p. 50
4 - Favoriser l'action foncière.....	p. 54
5 - Rémunérer une gestion forestière adaptée.....	p. 56
6 - Sensibiliser les décideurs et le grand public.....	p. 58

Lexique et abréviations.....	p. 61
Contributions au guide	p. 65
Bibliographie	p. 67
Partenaires du projet	p. 68
CD-Rom	p. 69

Source karstique - Chambéry métropole



Nous devons prêter attention à la protection naturelle qu'offrent

les forêts dans le domaine de l'eau. Sa pérennité n'est pas garantie, comme nous l'ont montré des phases historiques de déboisement ou le passage des tempêtes. À court ou à moyen terme les perspectives d'intensification de l'exploitation forestière peuvent devenir menaçantes : course à l'énergie, besoins croissants de bois... et l'effet à long terme des changements climatiques nous contraignent à prendre des mesures pour garantir les différentes fonctions de la forêt, en particulier la protection des eaux souterraines.

La production d'eau potable naturelle est depuis longtemps une fonction reconnue de la forêt. Au XIX^e siècle, les édiles de nos villes naissantes ont acquis d'importants bassins versants forestiers pour assurer leur approvisionnement en eau potable. Aujourd'hui cette fonction est souvent ignorée et c'est à tort qu'elle est parfois opposée à la production de bois.

La rationalité économique, comme le souci de la gestion durable de nos ressources naturelles, plaident pour une conciliation de ces deux fonctions et à terme pour une rémunération des services rendus par les écosystèmes forestiers. Ce guide nous donne toutes les pistes utiles pour y arriver.

Jacqueline DE QUATRO

Conseillère d'État, Cheffe du Département de la sécurité et de l'environnement du Canton de Vaud, Présidente de la Conférence des Directeurs cantonaux des forêts.

La forêt est un couvercle protecteur naturel



La préservation, en quantité et en qualité, de notre ressource en eau potable est un enjeu

majeur du XXI^e siècle, sur l'ensemble de la planète. Les régions montagnardes sont privilégiées car elles sont situées à l'amont des grands bassins versants et donc en amont des prélèvements et des pollutions. Ce privilège s'accompagne d'une responsabilité : celle de préserver au mieux cette ressource pour les populations en aval et pour les générations futures.

Pour l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, comme pour la plupart des acteurs de l'eau, la forêt est un « couvercle protecteur naturel » et finalement, presque un non sujet puisque nos soucis sont ailleurs, visant d'abord à corriger les désordres engendrés par l'urbanisation, l'industrie, l'agriculture... Pourtant, des ressources alternatives que l'on pouvait croire illimitées, telles que les eaux du lac Léman, révèlent des fragilités nouvelles et engendrent des coûts d'exploitation importants. L'eau potable située sous couvert forestier mérite donc toute notre attention.

Le projet européen Alpeau a l'originalité d'associer des chercheurs, des gestionnaires de la forêt et des collectivités gestionnaires de l'eau. En se saisissant des enjeux de leurs territoires, ces dernières innoveront : elles inventent de nouvelles modalités de partenariat et d'action, développent des instruments incitatifs adaptés. Suivez le guide... celui que vous avez entre les mains s'appuie sur des expériences locales réussies.

Michel DANTIN

Président du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse de l'Agence de l'eau.

À l'origine du projet Alpeau, un accident sur un captage en France...

Le projet Alpeau est né d'un accident rencontré par le Syndicat Intercommunal des Eaux des Moises (Siem) sur son principal captage d'approvisionnement en eau. Ce dernier a dû être fermé du jour au lendemain suite à une turbidité* dépassant les normes de potabilité. Cet accident était dû au transport de *grumes** de bois exploitées dans les forêts voisines du captage : l'abondance des pluies au moment de l'évacuation des bois a ameubli le sol. Ceci a conduit à la dégradation de la qualité de l'eau dans un des drains du réseau captant de la source, dans lequel s'est engouffrée une eau de ruissellement chargée de terre.

L'origine de l'accident est identifiée : les propriétaires forestiers privés, et a fortiori l'entreprise ayant réalisé les travaux, méconnaissent l'existence de ces drains de captage. Le morcellement de la propriété forestière locale fait que ces propriétaires directement concernés par le périmètre de protection rapproché du captage sont plus d'une centaine. L'accident de turbidité étant rapidement maîtrisé, le Siem décide de trouver une voie alternative au dépôt d'une plainte et cherche à entrer en contact avec toutes les parties concernées afin d'éviter à l'avenir la reproduction d'un tel événement.

ET LA DIFFICULTÉ D'APPLIQUER LA LOI FÉDÉRALE SUISSE AUX VASTES ZONES KARSTIQUES...

De leur côté, les propriétaires forestiers suisses sont confrontés à de nombreux soucis. La vente du bois ne couvrant plus tous les frais d'entretien des forêts, et les aides financières devenant chaque année plus réduites, on leur suggéra de mieux vendre les prestations fournies par la forêt, dont celle de protection des eaux souterraines. Vu le durcissement de la réglementation relative aux zones de protection des eaux (entrée en vigueur en 2005 de l'*ORRChim** interdisant toute utilisation de produits phytosanitaires en forêt), entraînant des surcoûts sensibles de l'exploitation forestière dans ces dernières, la justification était toute trouvée.

Dans la région de La Côte vaudoise, en dessus du lac Léman, la majorité des forêts du Jura vaudois est englobée dans des zones de protection des eaux souterraines. Jusque-là, personne ne s'en était vraiment ému, mais les nouvelles dispositions légales compromettaient brusquement les modes usuels d'exploitation des bois. Les propriétaires forestiers entamèrent donc des démarches afin de compenser financièrement les contraintes liées aux zones de protection.

Construites au XIX^e siècle, les galeries des gorges de l'Areuse, ont permis d'alimenter en eau potable d'origine forestière les villes de La Chaux-de-Fonds et Neuchâtel

* Les termes en italique suivis d'une astérisque sont définis dans le lexique p. 64

LES PRINCIPAUX INGRÉDIENTS DU PROJET ALPEAU ÉTAIENT RÉUNIS

En France

- L'eau des Moises est potable naturellement car elle bénéficie de la protection du couvert forestier. Elle est bien moins chère que l'eau pompée en aval dans le lac Léman.
- Les pratiques forestières peuvent induire des risques pour la qualité de l'eau, comme l'a montré l'accident de turbidité.
- La réglementation peut s'avérer insuffisante pour prévenir de tels accidents, notamment par défaut d'information des propriétaires forestiers concernés et par absence de concertation sur les mesures efficaces à prendre.
- La condition *sine qua non* d'une politique de prévention efficace consiste à organiser un dialogue entre ces propriétaires forestiers et les gestionnaires de l'eau.
- L'aboutissement de ce dialogue n'est pas écrit d'avance mais il peut porter sur une sensibilisation aux enjeux et modalités d'application de la réglementation ou, si le besoin s'en fait sentir, à la rémunération de bonnes pratiques venant compléter la réglementation.

En Suisse

- Les dispositions légales des zones de protection des eaux (notamment l'*ORRChim**) ont été durcies, augmentant sensiblement les contraintes pour la gestion forestière dans les zones de protection.
- La fonction de protection des eaux souterraines entraîne des surcoûts pour la forêt qui ne sont à ce jour pas indemnisés.
- Une solution proposée pour pallier cette perte de rendement a été la conclusion de « partenariats régionaux entre exploitants de captages et propriétaires de forêt ».
- Les propriétaires forestiers sont disposés à gérer au mieux leur forêt pour la protection des eaux souterraines, mais ils ont besoin de savoir ce que cela signifie concrètement.
- L'eau des lacs est de plus en plus chargée en micropolluants, difficiles et coûteux à filtrer.

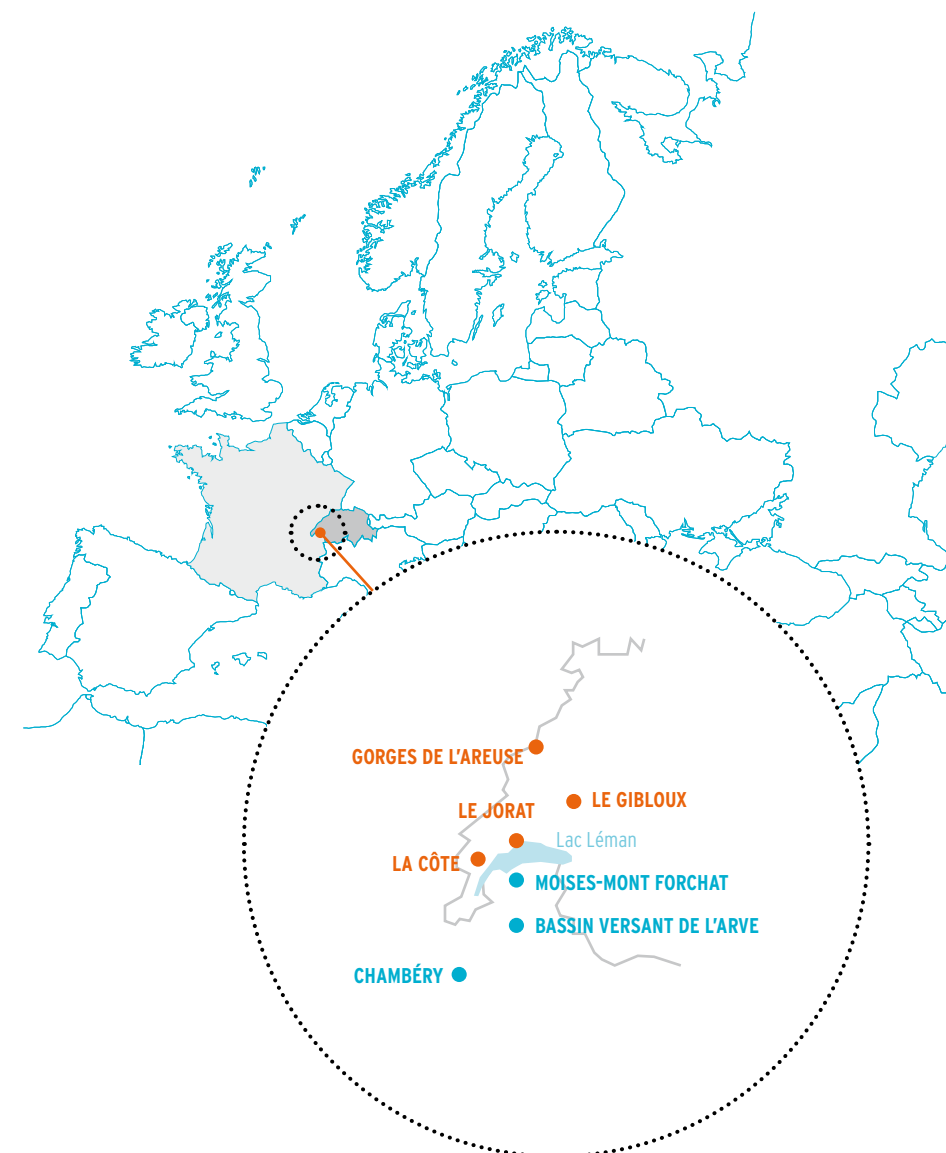
OBJECTIFS DU PRÉSENT GUIDE

Ce guide donne des informations de base sur l'eau potable et la forêt, ainsi que les résultats de recherches menées dans le cadre du projet Alpeau. Il a pour ambition d'apporter des solutions pratiques à des enjeux concrets pour la qualité de l'eau potable en forêt : recommandations pour la gestion forestière, pour la protection des captages, moyens d'action.

Il s'adresse :

- aux **collectivités gestionnaires de l'eau** qui veulent engager une démarche d'amélioration sur leur territoire,
- aux **propriétaires et gestionnaires forestiers**, pour améliorer la prise en compte de la protection de la ressource en eau potable dans la gestion forestière,
- aux **prestataires** (entreprises, bureaux d'études),
- aux **acteurs de la protection réglementaire** de l'eau potable.

Le projet Alpeau traite de la préservation de la qualité de l'eau potable forestière, dans le contexte montagnard de l'arc lémanique s'étendant du Jura aux Alpes. Il s'appuie sur différents sites d'étude.



AVERTISSEMENT : ce guide traite essentiellement de la qualité de l'eau potable, mais n'aborde pas la question de sa quantité. Par ailleurs, s'il donne tous les outils pour analyser les situations de terrain, il n'en dresse pas de typologie exhaustive. Les recommandations sont donc à interpréter en fonction des situations locales. Le CD joint au guide ainsi qu'une liste de références permettront à ceux qui le souhaitent d'aller plus loin.



Prélèvement d'eau sur l'arbre et au sol
Université de Neuchâtel, site du Gibloux
été 2010



Site du Gibloux

partie I

INTERACTIONS ENTRE FORÊT ET EAU POTABLE



partie I

- 1 DE LA PLUIE À L'EAU POTABLE
- 2 LE RÔLE DE FILTRE DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER
- 3 APPRÉHENDER LA VULNÉRABILITÉ
- 4 LE CADRE RÉGLEMENTAIRE DE PROTECTION

La qualité des eaux souterraines dépend de facteurs environnementaux (géologiques, hydrogéologiques, pédologiques, topographiques, climatiques) mais également des activités anthropiques. Dans la plupart des cas, la forêt contribue à la protection de la ressource en eau. L'importance de ce processus dépend du type de ressource en eau ainsi que du mode d'occupation du sol à l'échelle du bassin d'alimentation du captage.

ON DISTINGUE PROTECTION PASSIVE ET ACTIVE DE LA FORÊT

Protection passive

Par sa simple présence, la forêt limite fortement ou empêche des activités humaines qui mettraient en danger la qualité de l'eau. En effet, elle ne nécessite pas ou peu d'intrants (fertilisation, produits phytosanitaires), et l'occurrence des interventions est très faible comparée aux autres activités de production. Les pas de temps considérés varient de la dizaine à la centaine d'années. La réglementation sur les *défrichements** permet également de respecter une continuité dans l'occupation de l'espace, et limite les phénomènes d'érosion.

Protection active

Sous la notion d'influence active, on entend tous les processus par lesquels la gestion forestière influence directement la qualité et la quantité de l'eau tout au long de son cheminement de l'atmosphère à la nappe phréatique. Le rôle de « filtre » de l'écosystème forestier est décrit dans le présent chapitre.

1 DE LA PLUIE À L'EAU POTABLE

LES ORIGINES DE L'EAU POTABLE

La ressource en eau est composée d'eaux de surface et d'eaux souterraines. Ces dernières sont contenues dans des *aquifères** - formations géologiques possédant une perméabilité suffisante pour que l'eau puisse y circuler.

Les aquifères sont composés de deux zones :

- une zone non saturée en eau, appelée zone d'infiltration,
- une zone saturée, l'eau contenue dans la roche prend le nom de nappe.



Intérieur d'un captage (Haute-Savoie)

LE FONCTIONNEMENT DES CAPTAGES

Il existe divers moyens de prélever les eaux de surface (barrage sur les cours d'eau, pompage au lac...) et les eaux souterraines (captage de sources gravitaires, puits, forage...). L'eau prélevée en forêt est majoritairement issue de captages de source.

L'eau souterraine provient de l'infiltration des précipitations. Ces dernières traversent la zone non saturée avant de former une zone saturée en eau (nappe) alimentant les captages.



Captage dans le bassin versant de l'Arve (Haute-Savoie)

L'eau est généralement captée au niveau de l'émergence naturelle de la nappe phréatique par des systèmes de drainage en sous-sol (drains, tranchées drainantes, galeries) installés entre la couche imperméable profonde et le toit de l'aquifère. Elle est ensuite centralisée dans une chambre de captage. La zone d'alimentation peut être plus ou moins étendue selon la topographie, la géologie et les caractéristiques du sol et du sous-sol.

LA QUALITÉ DE L'EAU

La qualité de l'eau est définie par différents paramètres pour lesquels sont fixées des limites communément appelées normes. Il existe trois types de risque de pollution de l'eau :

- le risque infectieux lié aux bactéries, parasites et virus,
- le risque toxique lié aux polluants tels les hydrocarbures, les nitrates, les pesticides et les *micropolluants**,
- le risque de turbidité.

* voir lexique p.62

Système de production d'eau potable : voir définition des zones p. 25

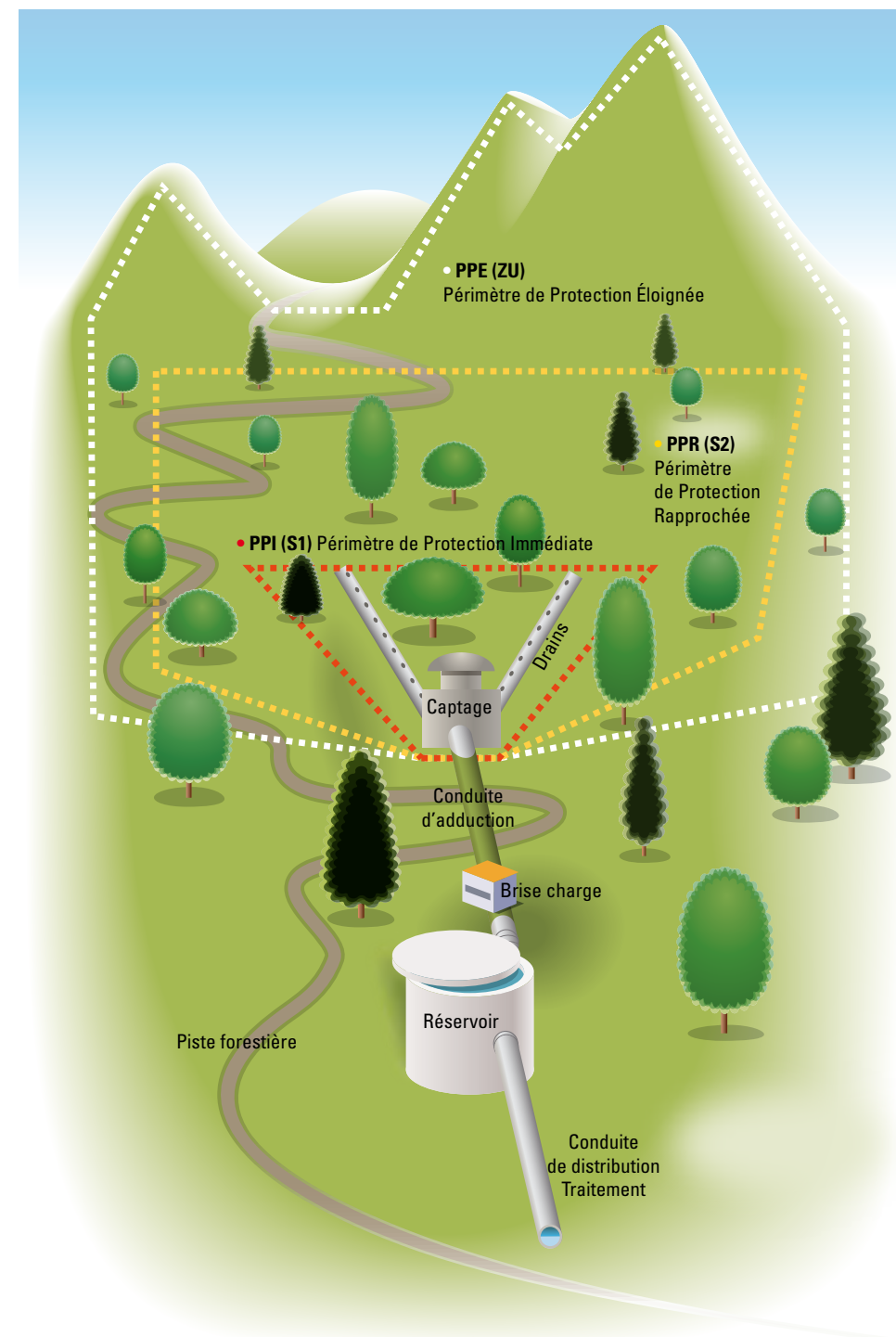
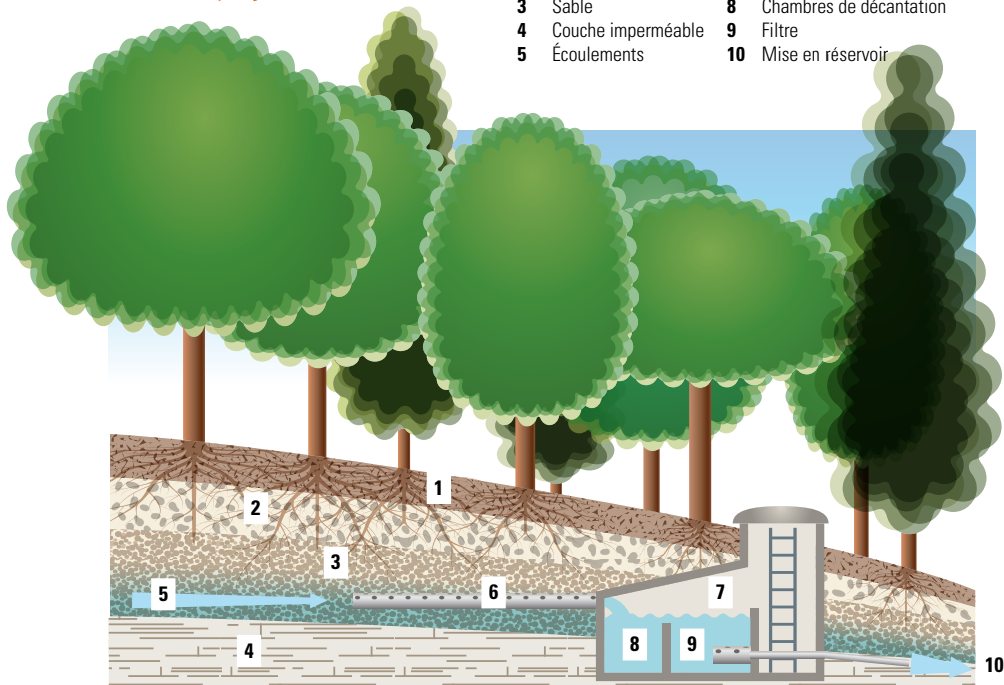
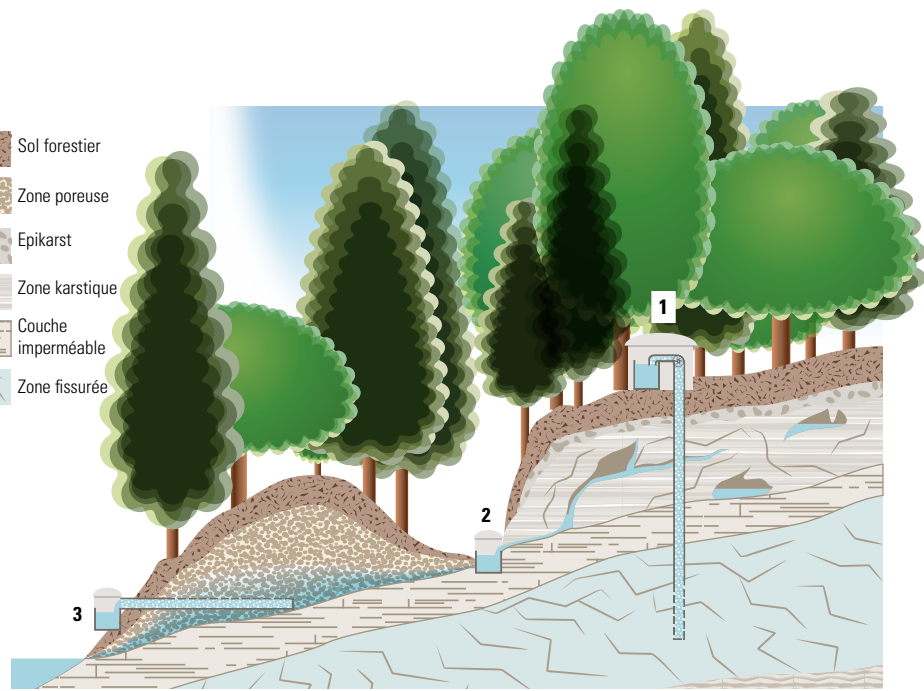


Schéma d'un captage forestier

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 Sol forestier | 6 Tuyaux drainants |
| 2 Gravier* et sable | 7 Chambre de captage |
| 3 Sable | 8 Chambres de décantation |
| 4 Couche imperméable | 9 Filtre |
| 5 Écoulements | 10 Mise en réservoir |

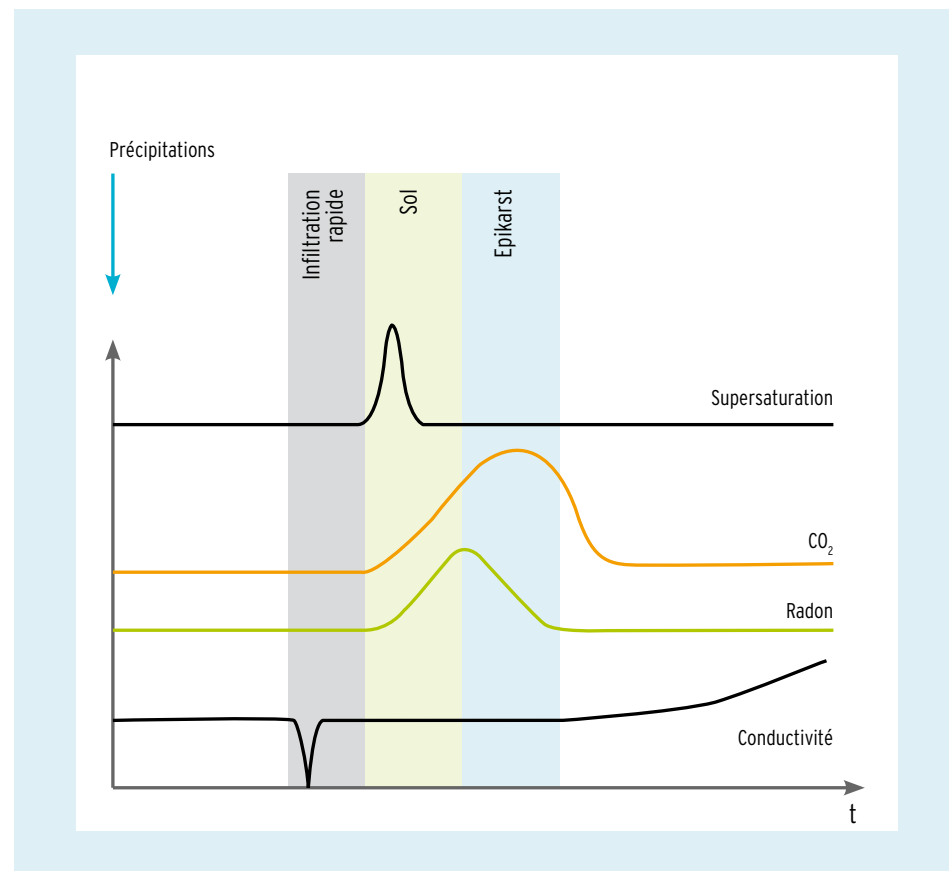


- Sol forestier
- Zone poreuse
- Epikarst
- Zone karstique
- Couche imperméable
- Zone fissurée



3 formes de captage des eaux souterraines

- 1 Pompée de nappe souterraine
- 2 Captage de source (résurgence)
- 3 Drainage en sous-sol saturé



DES INDICATEURS PERMETTENT DE CONNAÎTRE L'ORIGINE DE L'EAU EN MILIEU KARSTIQUE

En zone karstique*, on distingue plusieurs types d'eau selon leur zone d'origine/de stockage, également caractérisés par des temps de transfert différents :

- l'eau du sol forestier,
- l'eau de l'épikarst (interface entre le sol et le reste de la roche),
- l'eau de l'aquifère principal,
- les précipitations qui s'infiltrent directement dans l'aquifère.

Afin d'évaluer l'influence de la forêt sur la qualité de l'eau potable au niveau des captages, il est important d'identifier spécifiquement l'eau qui a fortement interagi avec le sol forestier.

Dans le cadre du projet Alpeau, des chercheurs ont identifié des indicateurs pertinents de l'origine de l'eau en milieu karstique. Le radon et le CO₂ sont deux gaz produits dans le sol forestier et dissous ensuite dans l'eau. Évoluant durant leur transfert, ces composés se retrouvent à la source dans des proportions relatives typiques de la zone d'origine de l'eau. Une eau provenant du sol forestier sera caractérisée par des teneurs élevées en radon et en CO₂, au contraire d'une eau originaire de l'épikarst qui présentera des valeurs faibles de radon mais élevées en CO₂.

Il existe ainsi des indicateurs permettant de connaître la contribution du sol forestier à l'eau arrivant au captage, ce qui permet d'affiner la connaissance des facteurs de risque pour cette eau potable et d'adapter la gestion forestière.

2 LE RÔLE DE FILTRE DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER

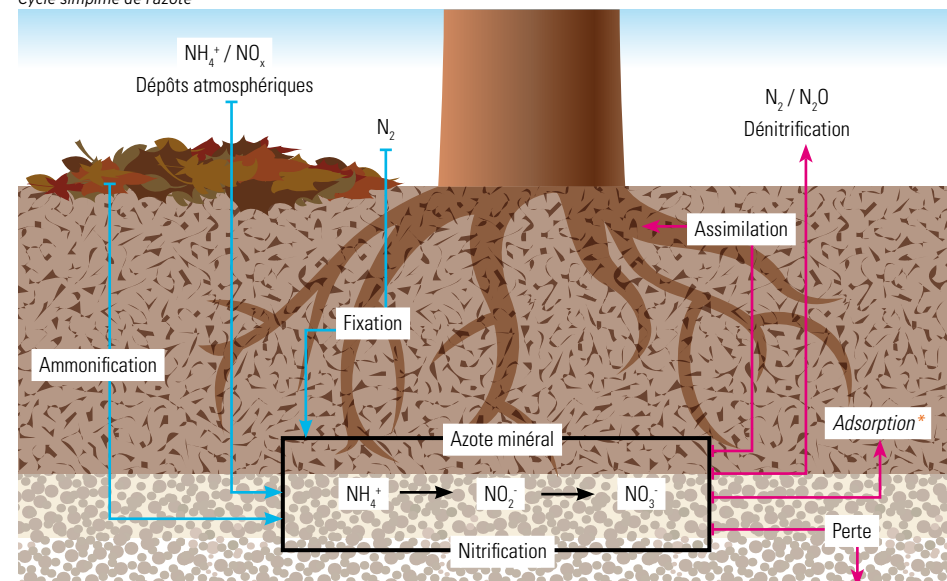
Le sol forestier a une influence positive sur la qualité des eaux souterraines. Par leur activité biologique dans le sol, les bactéries, les champignons et les invertébrés participent activement à un véritable travail de recyclage de composés organiques et minéraux. Ces processus de décomposition et de transformation permettent notamment de rendre certains éléments disponibles pour la végétation (voir par exemple le cycle de l'azote) ou de modifier la nocivité d'une molécule.

Contrairement aux idées reçues, l'eau de pluie est chargée de substances, utiles, inoffensives ou polluantes, qu'elle a récoltées durant son séjour dans l'atmosphère et lors de son ruissellement sur la végétation. Ainsi, en éliminant certains éléments par décomposition ou reprise par la végétation, le sol forestier contribue à l'épuration de l'eau. Un sol neutre ou basique avec une forte activité biologique aura alors un impact plus favorable à la qualité finale de l'eau qu'un sol acide faiblement actif.

Le sol est aussi capable de stocker certaines substances, notamment par adsorption (fixation de molécules) sur les particules organo-minérales qui le forment.

Seules les substances qui ne peuvent ni être utilisées par les plantes, ni stockées dans le sol, atteignent les eaux souterraines par *lessivage**.

Cycle simplifié de l'azote



PURIFICATION DE L'EAU PAR LE SOL

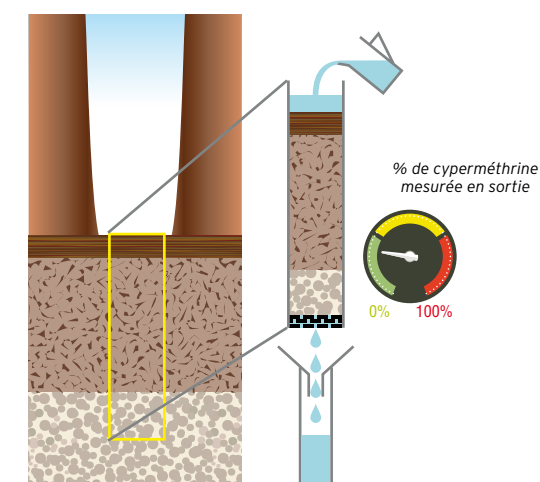
Dans le cadre du projet Alpeau, un volet de la recherche s'est notamment intéressé à la capacité du sol forestier à filtrer la cyperméthrine, un insecticide toxique utilisé pour traiter les bois coupés.

Une première recherche a permis de suivre l'infiltration de la cyperméthrine dans le sol forestier et les eaux souterraines sous une pile de bois traité. Cette étude a montré que les surplus de produits sont lessivés par la première pluie et en majorité adsorbés (retenus) par le sol forestier. Seule une infime partie atteint les eaux souterraines et se dilue dans des proportions très faibles. À noter que la cyperméthrine se dégrade rapidement en divers métabolites (produits secondaires) dont la toxicité n'est pas connue.

Dans la seconde étude, des tests effectués en laboratoire ont consisté à placer un échantillon de sol dans un tube et à y faire percoler une eau contenant une concentration connue de cyperméthrine. L'eau récoltée sous le dispositif a permis d'évaluer le pouvoir filtrant d'un sol. En faisant varier certains paramètres du sol comme le pH, l'épaisseur ou la forme d'*humus** on observe des variations de concentration de la molécule dans les eaux récoltées.

Les résultats montrent que 10 % de la concentration initiale de la molécule se retrouve dans l'eau après être passée à travers un sol à pH acide alors qu'on n'en retrouve pas trace

après percolation dans le même sol mais à pH neutre. De même, un sol de 5 cm d'épaisseur laisse passer 60 % de la cyperméthrine alors que pour un même sol, mais d'une épaisseur de 20 cm, la concentration de molécule mesurée est nulle. Finalement, les formes d'*humus* à *litières** accumulantes et acides laissent passer 30 % de la cyperméthrine alors que les formes d'*humus* à *litières* améliorantes et neutres filtrent totalement la molécule.



Protocole expérimental (carotte de sol et filtration de l'eau)

RECYCLAGE DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE DANS LES SOLS FORESTIERS

Les processus de décomposition de la matière organique libèrent naturellement de l'azote minéral dans les sols. Il s'agit des processus d'ammonification et de *nitrification** qui permettent une remise à disposition, notamment pour la végétation de composés azotés indispensables à leur vie, les nitrates (NO_3^-). De plus, les bactéries fixatrices d'azote sont capables d'assimiler l'azote atmosphérique (N_2) en le transformant en ammonium (NH_4^+) qui peut être assimilé par les organismes vivants en tant que tel, ou transformé en nitrate alors disponible pour les végétaux. Depuis le début de l'ère industrielle, les émissions d'azote dans l'atmosphère par l'activité humaine ont augmenté de 250 %.

La cause en est la fabrication et l'utilisation d'engrais ainsi que la combustion d'énergies fossiles. On estime ainsi que les forêts suisses reçoivent actuellement par dépôt atmosphérique 27 000 tonnes d'azote par an.

De nombreuses études ont montré qu'une partie substantielle de ces dépôts, sous forme d'ammonium (NH_3) et de nitrates (NO_3^-), est rapidement immobilisée dans le sol alors qu'une autre partie est assimilée par la végétation. Cependant, dans les sols des forêts riches en azote, des apports élevés et persistants d'azote atmosphérique peuvent mener à une saturation de l'écosystème. L'excès d'azote est lessivé sous forme de nitrates dans les eaux de surface et souterraines, menaçant ainsi leur qualité.

3 APPRÉHENDER LA VULNÉRABILITÉ

La vulnérabilité d'une eau souterraine captée en milieu forestier peut être définie comme la probabilité qu'elle encourt de voir sa qualité dégradée, notamment par les activités sylvicoles. Le degré de vulnérabilité des eaux alimentant les captages est établi en combinant plusieurs facteurs de sensibilité inhérents aux caractéristiques du site. Les risques de pollution sont d'autant plus élevés que l'eau souterraine est vulnérable et que l'on se situe à proximité du point de prélèvement d'eau.

DÉTERMINATION DES ZONES VULNÉRABLES

Afin de déterminer la vulnérabilité d'un territoire, une méthode multicritère d'identification est développée en relation étroite avec le projet Alpeau. Le but est d'utiliser les données disponibles sur le type d'aquifère, la situation par rapport au captage, le sol, la topographie, le type de forêt, etc., afin d'en tirer des niveaux de sensibilité qui seront ensuite combinés pour obtenir un zonage du territoire forestier sous forme d'une carte de vulnérabilité des eaux souterraines.

ÉLÉMENTS À CARACTÉRISER POUR LOCALISER LES ZONES VULNÉRABLES :

- **Le type d'aquifère** : karstique (eau circulant rapidement dans des roches calcaires), fissuré (eau circulant dans les fractures des roches compactes) ou poreux (eau circulant lentement dans des sédiments meubles).
- **La situation par rapport au captage** : temps de parcours de l'eau jusqu'au captage et type de captage.
- **Le sol** : perméabilité, épaisseur, type d'humus, pH, matière organique.
- **La topographie** : régime d'infiltration, ruissellement.
- **La composition et la structure du peuplement forestier** : association végétale, recouvrement de la végétation.
- Etc.

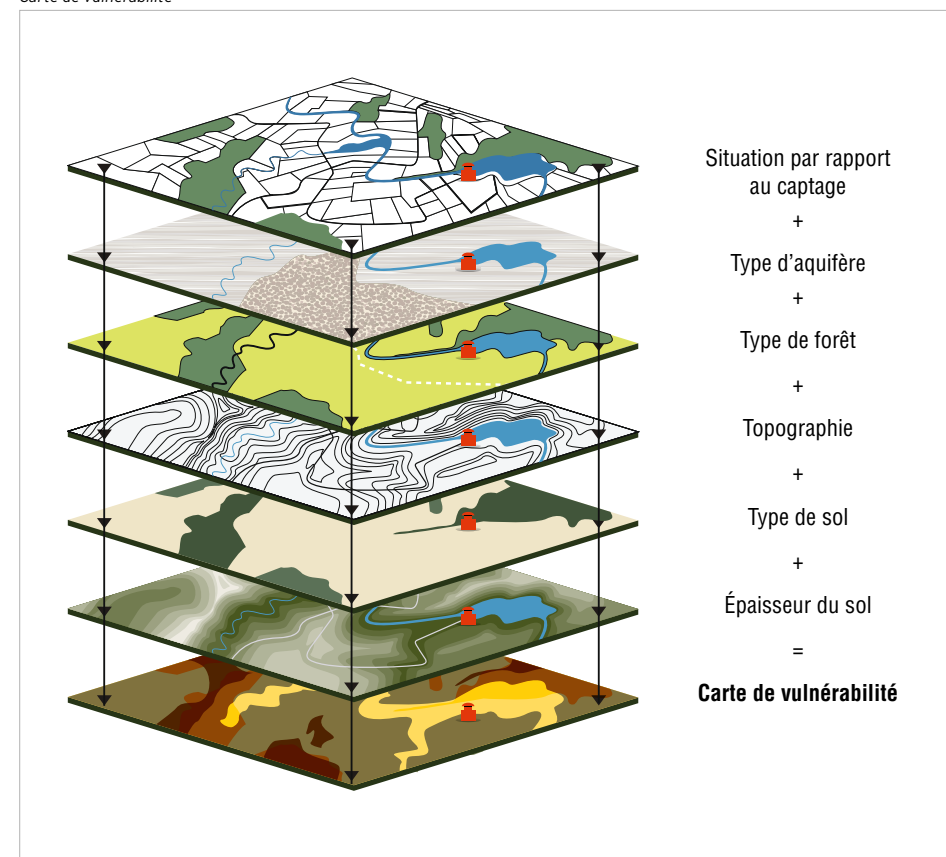
C'est en tenant compte de ces éléments que l'on différencie, au sein du *bassin versant** d'une source, des zones à vulnérabilité élevée de celles à vulnérabilité moyenne ou faible. La carte de vulnérabilité obtenue sert ensuite d'outil de gestion et de planification pour les gestionnaires de l'eau et de la forêt.

IDENTIFICATION DES PÉRIODES À RISQUES ÉLEVÉS DE CONTAMINATION

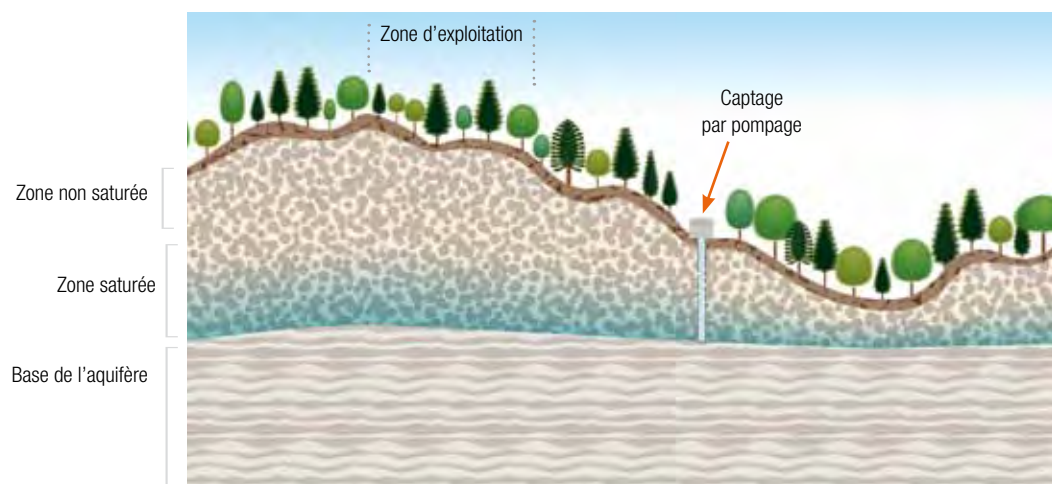
Les périodes durant lesquelles les risques de contaminer les eaux souterraines sont particulièrement élevés peuvent être notamment établies en fonction de la teneur en eau du sol. Plus cette dernière est élevée, plus la période est considérée comme sensible. Il s'agit donc des jours à forte pluviosité ainsi que des moments de dégel et de fonte des neiges. Durant ces périodes, les sols sont très fragiles. Cela peut occasionner des phénomènes d'érosion physique et chimique aux conséquences négatives sur la qualité des eaux captées.

L'exploitant forestier doit ainsi prendre en compte aussi bien le degré de vulnérabilité de la zone qu'il exploite que la période au cours de laquelle il procède à des activités pouvant induire une contamination des eaux souterraines.

Carte de vulnérabilité



EXEMPLES DE DIFFÉRENTS DEGRÉS DE VULNÉRABILITÉ POUR TROIS TYPES D'AQUIFÈRES



AQUIFÈRE POREUX

Situation de captage
Captage par pompage, situé à 300 m de la zone d'exploitation. Temps de transfert de l'ordre de 60 jours.

Sol
Sol peu perméable argileux, biologiquement très actif, riche en humus.

Topographie
Zone d'infiltration diffuse. Collines en adret, 500 m d'altitude, faible pente.

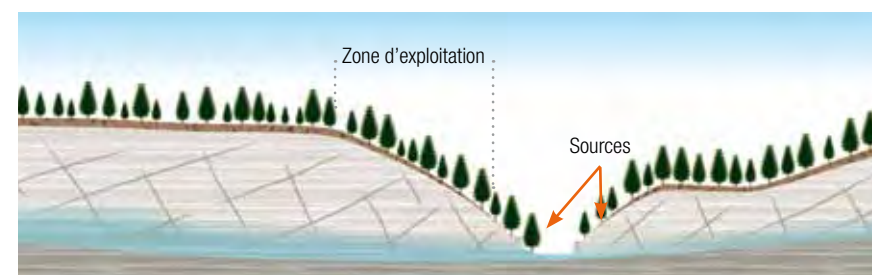
Composition et structure du peuplement
Peuplement mélangé en essences et en âges.

Degré de vulnérabilité du site
Vulnérabilité faible.

CARACTÉRISATION DE LA VULNÉRABILITÉ DES AQUIFÈRES EN MILIEU FORESTIER

Une méthode de caractérisation de la vulnérabilité des aquifères est en cours de développement. Elle implique la prise en compte, le classement et la combinaison de différents éléments ou critères en fonction de leur degré d'impact sur la qualité des eaux souterraines. L'importance de ces critères est établie par des experts de chaque domaine (sylviculture, pédologie, hydrogéologie), et la méthode validée à l'aide d'outils hydrogéologiques tels qu'analyses chimiques ou essais de traçage.

En plus de la réalisation de cartes régionales, cette méthode permet une application directe sur le terrain. L'identification des zones vulnérables se fait à l'aide d'un « disque multicritère » combinant différents degrés de sensibilité pour chaque critère pris en compte. Une version de ce disque est disponible sur le site Alpeau.



AQUIFÈRE FORTEMENT FISSURÉ

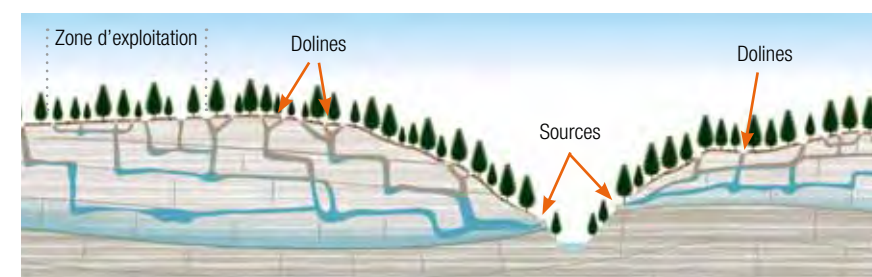
Situation de captage
Captage de source à 50 m de la zone d'exploitation. Temps de transfert de 10 jours.

Sol
Sol acide sur lequel s'est développé une importante couche d'humus brut. Faible activité biologique.

Topographie
Zone d'infiltration dispersée. Versant à l'ombre (ubac), 700 m d'altitude, situation de pente.

Composition et structure du peuplement
Peuplement régulier d'épicéas.

Degré de vulnérabilité du site
Vulnérabilité forte.
Une mise en lumière brusque, suite à une coupe rase* par exemple, provoque une minéralisation rapide de la matière organique ainsi qu'une déstructuration du sol. Cela engendre une érosion à la fois physique et chimique du sol occasionnant des problèmes de turbidité et/ou d'augmentation des nitrates dans les aquifères.



AQUIFÈRE KARSTIQUE

Situation de captage
Captage de source à 300 m de la zone d'exploitation étudiée. Temps de transfert très rapide de 1 jour.

Sol
Très mince (éboulis), riche en éléments grossiers.

Topographie
Plateau karstique, doline*, 1 200 m d'altitude.

Composition et structure du peuplement
Peuplement d'épicéas irréguliers et clairsemés.

Degré de vulnérabilité du site
Vulnérabilité élevée.
L'eau s'infiltré directement dans des conduits karstiques et provoque des problèmes de turbidité* dans les eaux de la source.

4 LE CADRE RÉGLEMENTAIRE DE PROTECTION

EN FRANCE

La population française est alimentée en eau potable par plus de 33 000 captages publics. La réglementation impose la mise en place de périmètres de protection, qui relève de la responsabilité des collectivités locales (commune ou intercommunalité). En 2011, 38 % des captages ne sont toujours pas dotés d'un arrêté préfectoral réglementaire, et une grande part des captages bénéficiant d'un arrêté n'ont pas fait l'objet des travaux de protection prévus.

Pour chaque captage, les périmètres de protection sont définis par un hydrogéologue agréé sur la base d'études et de données fournies par la collectivité, et de visites de terrain. Les prescriptions formulées s'appuient sur les textes réglementaires issus du code de la santé publique. Trois types de périmètres sont ainsi définis et des règles spécifiques sont susceptibles de concerner les zones boisées en amont des prises d'eau. Les périmètres de protection sont applicables et opposables au tiers, après enquête publique et arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique.

ZONE	DÉFINITION	MESURES ET RESTRICTIONS LIÉES À LA GESTION FORESTIÈRE
Périmètre de Protection Immédiate (PPI)	Théoriquement de faible dimension autour du captage, il a pour objet la protection des ouvrages, notamment des drains captants.	Ce terrain doit être acheté par le gestionnaire de l'eau (bénéficiaire de la DUP) à l'exception des terrains appartenant à une collectivité. Aucune activité n'est tolérée à l'intérieur, à l'exception de l'entretien des ouvrages et de la végétation. Il doit être clos sauf exception.
Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)	L'objectif de ce périmètre est de prévenir les risques de pollutions dans une zone d'infiltration sensible. Sa taille et sa géométrie peuvent varier considérablement en fonction du système aquifère.	Certaines activités humaines sont réglementées ou interdites. Pour la forêt sont concernés principalement les <i>dessertes*</i> et le mode d'exploitation. On trouve parfois des règles en matière de sylviculture (ex. : interdiction de coupe rase de plus de 5 000 m ²).
Périmètre de Protection Éloignée (PPE)	N'a pas de caractère obligatoire. Sa superficie correspond à la zone d'alimentation du point d'eau. Souvent confondu avec le PPR en zone karstique.	Pas de réglementation spécifique ; zone de vigilance sur le respect de la réglementation générale.

Voir p. 16 le schéma de production d'eau potable qui représente les 3 périmètres en France, S1, S2, S3

EN SUISSE

En Suisse, la protection de l'eau potable est un devoir du propriétaire du sol. Les contraintes liées aux zones de protection des eaux souterraines sont à la charge du propriétaire et ne sont pas indemnisées.

42 % des zones de protection des eaux souterraines se situent en forêt, ce qui représente 8 % de la surface forestière. La réglementation suisse présente les mêmes principes de zones de protection qu'en France.

ZONE	DÉFINITION	MESURES ET RESTRICTIONS LIÉES À LA GESTION FORESTIÈRE
Zone de captage S1	Zone de captage et terrains environnants. Minimum de 10 m autour des captages. En milieu karstique ou dans les roches fissurées, les parties les plus vulnérables du bassin d'alimentation sont classées en zone S1, qui peut être étendue dans certains cas.	Sont uniquement autorisés les travaux de construction et les activités servant à l'approvisionnement en eau.
Zone de protection rapprochée S2	Zone de protection délimitée de telle sorte que la durée d'écoulement des eaux souterraines (entre la limite extérieure de cette zone et le captage) soit de dix jours et 100 m minimum.	Idem S3 + interdiction de construire de la desserte (routes et pistes forestières) ou des installations de loisirs.
Zone de protection éloignée S3	Zone de protection des eaux souterraines délimitée de telle sorte qu'en cas de danger imminent (accident impliquant des substances pouvant polluer les eaux p. ex.), on dispose de suffisamment de temps et d'espace pour prendre les mesures qui s'imposent. Fonction de zone tampon autour de S2.	Idem Zu + interdiction du traitement des piles de bois.
Aire d'alimentation Zu	Zone où se reforment, à l'étiage, environ 90 % des eaux du sous-sol pouvant être prélevées au maximum par un captage (selon les cas, Zu peut couvrir tout le bassin d'alimentation du captage).	Respect du principe de précaution relatif à la non-pollution.

IL EXISTE UNE DIFFÉRENCE FONDAMENTALE DANS LA MISE EN ŒUVRE DES LÉGISLATIONS DES DEUX PAYS.

En Suisse, l'hydrogéologue définit les zones et non les prescriptions.

En France, les règles sont adaptées à chaque captage, selon les recommandations de l'hydrogéologue agréé. Les mesures peuvent donc varier d'un site à l'autre en fonction de la situation locale. Ces différences sont plus importantes en France qu'en Suisse.



Protection des sols avec des *rémanents** pour le passage d'engins forestiers



Site du Gibloux

partie II

BONNES PRATIQUES FORESTIÈRES POUR LA PROTECTION DE L'EAU POTABLE



partie II

- 1 **RISQUES LIÉS AUX ACTIVITÉS FORESTIÈRES**
- 2 **PRIVILÉGIER UN COUVERT FORESTIER CONTINU**
- 3 **ADAPTER L'EXPLOITATION FORESTIÈRE**
- 4 **LIMITER LES APPORTS DE PRODUITS POTENTIELLEMENT POLLUANTS**
- 5 **MÉMENTO DES BONNES PRATIQUES FORESTIÈRES**

Le milieu forestier est considéré comme le moins risqué pour l'eau, comparativement aux autres usages du sol.

En effet, la gestion forestière s'inscrit dans le long terme avec des interventions très peu fréquentes et des intrants chimiques très faibles.

Pour autant, **les risques de pollution ou de perturbation de l'eau** existent :

- augmentation de la turbidité par augmentation de l'érosion,
- contamination par les hydrocarbures,
- contamination par les produits phytosanitaires,
- interception des polluants atmosphériques par les arbres.

Ce à quoi il faut rajouter le risque **d'endommagement des infrastructures** du captage.

Ces risques dépendent des **activités forestières** d'une part (voir p. 30), et de la **vulnérabilité du milieu** d'autre part (voir p. 20).

LA TURBIDITÉ...?

Une eau turbide est une eau troublée par des particules organo-minérales en suspension. Il s'agit d'un phénomène naturel lié à l'érosion de surface (brassage du sol). La turbidité est préjudiciable à l'eau potable à cause de l'augmentation des éléments pathogènes. En effet, les particules en suspension sont des supports bactériens ; de plus, elles diminuent l'efficacité des traitements de l'eau potable (chloration et ultraviolets). Enfin, une trop forte turbidité peut favoriser le colmatage des canalisations.

1 RISQUES LIÉS AUX ACTIVITÉS FORESTIÈRES

QUAND EXISTE-T-IL UN RISQUE DE POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES ?

Le risque de déversement d'hydrocarbures (carburants et lubrifiants utilisés par les engins d'exploitation forestière), se produit lors d'accidents ou de vidanges et de ravitaillements des machines d'exploitation. Le risque de pollution lors de travaux forestiers avec matériels portatifs (débroussailleuses, tronçonneuses, etc.) est très faible.



Tracteur forestier, risque de pollution par les hydrocarbures

IMPACTS SANITAIRES

En 2010 à Puygros (commune de Chambéry métropole), le reprofilage d'une piste située immédiatement en amont d'un captage, la circulation des tracteurs forestiers et un épisode pluvieux ont provoqué la contamination de l'eau, devenue impropre à la consommation. Le captage a dû être fermé pendant plusieurs mois.

IMPACTS FINANCIERS

Sur le site des Moises, l'accident de turbidité cité en introduction et la fermeture temporaire du captage qui s'en est suivi a eu un coût direct de 4 600 € (nettoyage, purge). Le coût indirect lié notamment à la nécessité de substituer cette source d'approvisionnement par de l'eau de pompage est beaucoup plus élevé (plusieurs dizaines de milliers d'euros).

QUAND EXISTE-T-IL UN RISQUE DE POLLUTION PAR LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ?

Les risques de pollution chimique sont liés :

- aux traitements phytosanitaires, par exemple sur des plantations d'arbres (herbicides, insecticides, fongicides),
- aux traitements des bois stockés en forêt à la cyperméthrine.

En Suisse et en France cette pratique est strictement interdite dans les périmètres de captage.



Pulvérisation de cyperméthrine en forêt



Création d'ornières lors de l'exploitation forestière. Risque de pollution par turbidité

QUAND EXISTE-T-IL UN RISQUE DE POLLUTION PAR TURBIDITÉ ?

Le risque de turbidité est directement lié à la fragilité des sols vis-à-vis des agents de l'érosion et principalement de l'eau. Les activités forestières peuvent être responsables de l'augmentation de la turbidité :

- **Lorsqu'une surface boisée se retrouve brutalement à nu**, que cet événement soit d'origine humaine (coupe rase, dessouchage) ou naturelle (tempête, *chablis**). La présence d'une strate arbustive et herbacée, pour autant qu'elle soit préservée, peut contribuer à diminuer ce risque.
- **Lors de travaux de création ou d'entretien de routes et pistes forestières** (terrassement, déboisement, risque d'érosion).
- **Lors de l'exploitation forestière** (circulation des engins forestiers et traînage des bois dans les parcelles et sur les dessertes forestières, ce qui mobilise les particules fines du sol).

QUAND EXISTE-T-IL UN RISQUE D'ENDOMMAGEMENT DES INFRASTRUCTURES DU CAPTAGE ?

Le risque de dégradation directe des ouvrages (drains, conduites d'amenée au réservoir, chambres de captage) est lié à la circulation des engins lourds à proximité immédiate :

- lors des travaux de création ou d'entretien de routes et pistes forestières,
- lors de l'exploitation forestière,
- lors de la circulation des autres usagers (entreprises intervenant sur le site).

Remarques :

- L'érosion est d'autant plus agressive (et donc les sols sensibles) que les pentes sont fortes.
- Les coupes rases peuvent provoquer une brusque libération des nitrates dans le sol et donc dans les eaux souterraines. Cette augmentation est toutefois temporaire et limitée, le temps que la végétation recouvre à nouveau le sol.

La faune sauvage en trop grande densité peut également générer de la turbidité (notamment les sangliers qui retournent le sol), voire entraîner un risque de pollution bactériologique (souille ou animaux morts à proximité des captages). Le pastoralisme en forêt génère les mêmes risques. Il convient de proscrire l'agrainage et les abreuvoirs dans les périmètres de captages.



Coupe rase en amont immédiat d'un captage (Haute-Savoie, 2010) - risque de pollution par turbidité

AU-DELÀ DU RISQUE... : LA GESTION PRÉVENTIVE

Une gestion forestière précautionneuse cherche à limiter les risques mentionnés ci-dessus, qui eux-mêmes varient en fonction des zones et des périodes sensibles. Cette partie s'emploie à lister les précautions à prendre. Cependant la gestion forestière peut faire beaucoup plus pour protéger l'eau potable, notamment en favorisant la fonction d'épuration du sol forestier. Les deux leviers à disposition du gestionnaire forestier sont donc :

À long terme : la sylviculture des peuplements forestiers : structure, composition... (voir p. 32)

À court terme : le mode d'exploitation, la desserte... (voir p. 34 et p. 38)

2 PRIVILÉGIER UN COUVERT FORESTIER CONTINU

FAVORISER UN COUVERT FORESTIER CONTINU DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS

Il a été énoncé précédemment que la stabilité du couvert forestier dans le temps est une garantie pour la qualité de l'eau.

La **futaie irrégulière** (mélange des âges/diamètres/et hauteurs au sein d'une même parcelle) est à privilégier car elle garantit la continuité du couvert. Au contraire, la futaie régulière (les arbres d'une même parcelle ont presque tous le même âge) conduit généralement à une coupe rase en fin de phase de renouvellement des peuplements.

Il est donc important d'avoir des peuplements étagés verticalement (en âge) et horizontalement (en surface) pour que la forêt soit plus stable et remplisse au mieux sa fonction de protection des sols et de la ressource en eau potable.

Il faut idéalement favoriser des peuplements « naturels » adaptés aux caractéristiques du site (ce que l'on nomme la *station forestière**), aussi diversifiés en *essences** que possible pour mieux résister aux événements naturels comme les tempêtes ou les problèmes sanitaires. L'objectif est d'obtenir des peuplements stables, sains et vigoureux, adaptés à la station.



Peuplement régulier avant irrégularisation (Vienne, Autriche, 2008, forêt gérée pour l'eau potable)



Peuplement régulier en cours d'irrégularisation. Introduction d'un sous-étage et de feuillus (Vienne, Autriche, 2008, forêt gérée pour l'eau potable)



Une densité trop forte de gibier peut mettre en péril le renouvellement de la forêt (les jeunes pousses et les jeunes arbres sont les premiers à être mangés). Le maintien d'un couvert forestier favorable à une bonne qualité de l'eau peut être remis en cause. Gestion forestière et gestion cynégétique doivent donc s'accorder pour qu'un équilibre permettant le renouvellement de la forêt soit trouvé.

QUELLE GESTION SYLVICOLE ADOPTER ?

La **futaie* irrégulière pied à pied, également appelée « jardinée »** (la répartition des individus de différents âges se fait arbre par arbre) constitue le meilleur modèle de sylviculture car le peuplement est continuellement étagé horizontalement et verticalement.

Ce mode de gestion – coûteux en interventions humaines – n'est souvent pas privilégié en zone de montagne, du fait de la structure des peuplements en place, des difficultés d'accès aux sites (pentes fortes, dessertes insuffisantes) et de la nécessité d'apporter suffisamment de lumière au sol en situation de pente pour favoriser la régénération naturelle par « *semis** ».

Le bon compromis est la **sylviculture par trouées*** (petites ouvertures pratiquées dans le peuplement au moment de l'exploitation forestière), à condition que ces trouées soient de petite taille et orientées en oblique dans la pente. **La taille préconisée est d'environ 3 000 m², il ne faudra en aucun cas dépasser 5 000 m² et veiller à la forme des trouées. Celles-ci devront se limiter à 50 m dans le sens de la pente.**

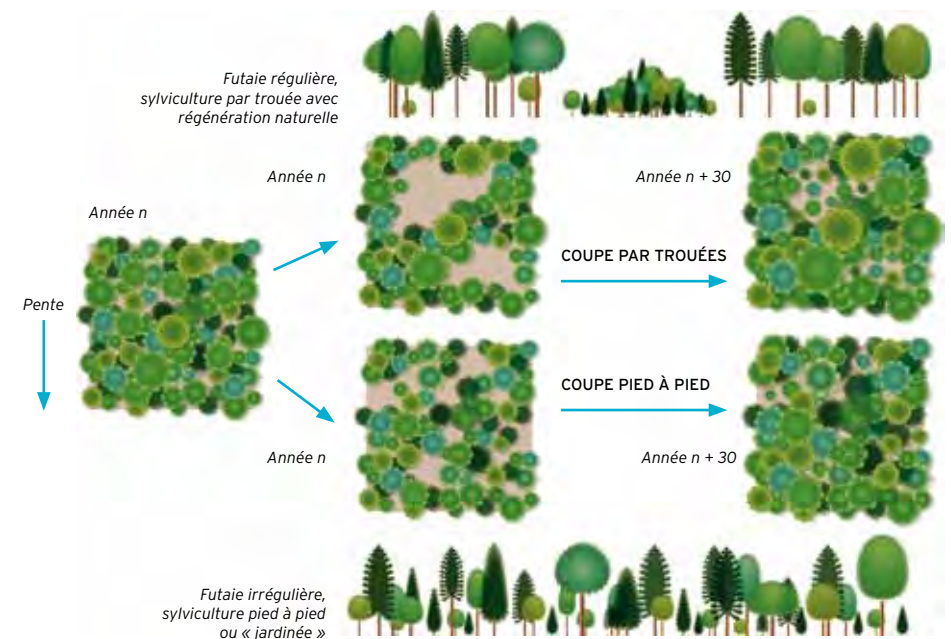
Si la futaie régulière est privilégiée, il convient de prévoir de longues périodes de régénération (renouvellement lent par ouvertures progressives).

FAVORISER LE MÉLANGE D'ESSENCES ET NOTAMMENT LES FEUILLUS

Le mélange d'essences au même titre que les structures étagées est un facteur de stabilité des peuplements. À l'intérieur des peuplements résineux il est important de favoriser un pourcentage minimum de feuillus, en fonction des caractéristiques du site. La présence de feuillus apporte plusieurs avantages :

- L'infiltration sous feuillus est plus importante que sous résineux, notamment en période de repos de la végétation (moindre interception).
- Les sols sont souvent moins acides et l'activité biologique est plus intense, par ailleurs le système racinaire est plus développé. La structure et la porosité du sol sont améliorées.
- Ces caractéristiques favorisent une meilleure *absorption** de l'eau sous feuillus, ainsi qu'une meilleure réutilisation des nitrates.
- L'interception et donc l'accumulation des polluants atmosphériques est moindre sous feuillus que sous résineux.

Les systèmes résineux sont plus fragiles et la gestion de la forêt aura donc une importance accrue.



3 ADAPTER L'EXPLOITATION FORESTIÈRE

Le risque le plus important de perturbation de la qualité de l'eau potable se produit au moment de l'exploitation forestière ou de la création de voirie (desserte). Cette affirmation n'implique pas systématiquement d'arrêter ces travaux dans les périmètres rapprochés (en France cela peut arriver). Il convient de prendre des précautions dont le degré dépendra de la vulnérabilité des eaux souterraines et des caractéristiques de la forêt.

ANTICIPER LES EXPLOITATIONS FORESTIÈRES

Si les sols ne sont pas particulièrement fragiles, et en fonction de la période d'intervention, une exploitation traditionnelle au tracteur-débusqueur est parfaitement envisageable, avec des engins concentrés sur des chemins d'exploitation et en protégeant si possible le sol avec les rémanents.



Exemple de charte des bonnes pratiques à destination des exploitants forestiers

Recommandations générales

- **Intégrer la dimension « eau potable »** dans les documents de gestion forestière.
- **Structurer la desserte et canaliser les engins d'exploitation** pour protéger les sols des risques de tassement irréversible et de destruction. Exemple d'actions : réaliser un schéma de desserte à l'échelle d'un massif forestier, prenant en compte les contraintes liées aux périmètres de captage. Marquer clairement et durablement les chemins d'exploitation.
- **Mentionner la clause « captage »** dans les cahiers des charges des travaux forestiers et les cahiers des ventes de bois.
- **Systématiser la relation entre l'exploitant forestier et le gestionnaire de l'eau** au moment des exploitations.

Concernant l'utilisation des voiries existantes dans les périmètres de captage

- Limiter leur utilisation par temps de pluie (sol saturés en eau).
- Matérialiser les traversées de conduites d'eau sur les pistes. Des mesures complémentaires de protection devront être prises si nécessaire (protection, piste de substitution...).
- Lors des remises en état de voirie, ne pas créer des ouvrages concentrant les eaux d'écoulement en direction du captage.



Matérialisation d'une conduite d'eau traversant une piste forestière* : borne bleue (Annemasse)

Dans le cas de création de route ou piste dans les périmètres de captage

- Contacter obligatoirement le gestionnaire de l'eau.
- Solliciter l'avis de l'Agence Régionale de Santé qui peut détacher un hydrogéologue agréé (en France).
- Éloigner le plus possible le tracé du périmètre de protection immédiate.
- Préférer les routes aux pistes (elles limitent les distances de traînage des bois donc l'orniérage).
- Limiter les pentes en long (piste : max 20 %, route : max 12 %) pour une moindre érosion.
- Collecter (par fossé ou renvoi d'eau) les eaux de ruissellement et les renvoyer hors champs captants ou ruisseaux qui participeraient à l'alimentation du captage.
- Préférer les dévers amont (avec fossé et renvois d'eau contrôlés) ou dévers aval (ruissellement diffus) sur chaussée stable (empierrée).

En phase chantier

- Terrassements obligatoires à la pelle mécanique voire brise-roche avec talutage soigné, stabilisation des remblais (avec si nécessaire revégétalisation, etc.).
- Interdiction stricte des terrassements par temps de pluie.
- Stockage des véhicules et hydrocarbures en dehors des périmètres de captage.
- Présence en permanence de produits absorbants sur le chantier et dans les engins afin de stopper l'écoulement des substances polluantes en cas d'incident (fuite, rupture de flexible ou autre).
- Si possible, contrôle journalier de la qualité des eaux dans le captage pour déceler toute répercussion éventuelle des travaux.



Desserte forestière aménagée en tenant compte des eaux de surface et de la pente

ESTIMATION DES COÛTS DE LA PROTECTION DE L'EAU POTABLE EN FORÊT

En Suisse, une estimation des coûts de la protection de l'eau potable en forêt a été réalisée par l'Institut de recherche sur la forêt, la neige et le paysage WSL sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV. En moyenne suisse, les surcoûts dus à l'application des prescriptions légales s'élèvent à CHF 104.- par hectare et par an et ceux dûs aux recommandations (mesures de protection des sols, carburants biodégradables, proportion plus élevée de feuillus) à CHF 298.- par hectare et par an. La forte proportion de petites zones de protection ne se traduit pas par une forte augmentation des coûts. Cependant, ces coûts peuvent se relever beaucoup plus importants dans les zones de protection de grande dimension, par exemple dans le Jura.

ADAPTER LES MODES D'EXPLOITATION FORESTIÈRE

Dans des conditions de vulnérabilité forte, certaines techniques de *débardage** sont également possibles. Elles présentent l'avantage de diminuer fortement l'érosion et le tassement du sol.

Deux techniques peuvent être utilisées : par *câble-mat** ou à cheval.

Ces techniques présentent un surcoût par rapport au débardage par tracteur-débusqueur (en 2011, de l'ordre de 30 € HT/m³ pour le câble, 15 € HT/m³ pour le cheval). À moyen terme, ce surcoût est amorti par les moindres dégâts occasionnés aux peuplements restants et par une moindre perte sur les produits finaux.

Moyen	Caractéristiques	Quand l'utiliser
PAR CÂBLE-MAT CÂBLE-GRUE	<ul style="list-style-type: none"> Distance max de tirage 600 m à l'aval de la route pour les câbles actuellement disponibles (jusqu'à 1000 m sur certains modèles). À l'amont, surcoût dû à l'installation et aux difficultés de débardage (de l'ordre de 10 €/m³). Distance souhaitable entre les lignes : 60 à 80 m. 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite un prélèvement suffisant, principalement dans les gros bois à cause des contraintes économiques : 500 m³ minimum avec au moins 150 m³ par ligne, soit 0,5 m³ par mètre linéaire de câble. Éviter de débarder en descendant les bois. Technique également utilisable sur terrain plat.
À CHEVAL	<ul style="list-style-type: none"> Distance max de tirage 100 m. Pente générale inférieure à 60 %. 	<ul style="list-style-type: none"> Très adapté pour les bois de premières éclaircies, de petits diamètres - volume < 1 m³. <i>Débusquage*</i>. Débardage à plat ou à la descente, possible aussi à la montée (~10 à 15%).



Débusquage des arbres à cheval



Débardage par câble mat

MESURER À LA SOURCE L'IMPACT DES ACTIVITÉS FORESTIÈRES

Dans le cadre d'Alpeau, Chambéry métropole a équipé quatre captages en milieu calcaire situés en forêt, d'outils de mesure en continu (débitmètre, conductimètre, fluorimètre, turbidimètre).

Le laboratoire Edytem (Université de Savoie/CNRS) a eu pour mission de déterminer l'impact des travaux forestiers (coupes, création de dessertes) sur la qualité des eaux, en identifiant des indicateurs mesurables aux émergences et résultant de l'activité forestière. L'accent a été mis sur le suivi de la matière organique fluorescente (types humique et protéique) en considérant que l'activité forestière participe à la remobilisation de particules organiques du sol et des horizons karstiques les plus superficiels.

La première étape a consisté à caractériser l'évolution saisonnière des flux de matières aux émergences, le fonctionnement des aquifères et la nature des sols rencontrés sur les bassins versants. L'impact de l'activité forestière se tra-

duit par une augmentation des flux de matières organiques et un changement de leur nature. De tels résultats ont été observés sur un des sites où une coupe d'une surface de 5 ha a été réalisée sur un secteur particulièrement vulnérable : le sol peu épais reposait sur une roche très fracturée.

Pour les autres sites étudiés, aucune modification par rapport au comportement saisonnier n'a été constatée, malgré des travaux plus importants (création d'une piste, coupe en périmètre immédiat), mais sur des secteurs moins vulnérables (sols plus épais).

Cette étude montre l'importance d'associer au suivi des paramètres physico-chimiques aux émergences (débit, conductivité, turbidité), le suivi des matières organiques et en particulier celui des matières fluorescentes relativement aisé à mettre en place. Il permet de compléter les études de vulnérabilité des sites, indispensables à la définition des périmètres de protection des captages.

4 LIMITER LES APPORTS DE PRODUITS POTENTIELLEMENT POLLUANTS



Une alternative au traitement des bois à la cyperméthrine : le séchage des bois en forêt - Lausanne, novembre 2009

POUR LIMITER LES SOURCES DE POLLUTION DUES À L'EXPLOITATION FORESTIÈRE, IL EST RECOMMANDÉ, VOIRE OBLIGATOIRE :

- de ne pas ravitailler les véhicules et machines de chantier en hydrocarbures dans les périmètres de protection (interdit en Suisse en S1, S2 et S3),
- de ne pas stocker d'hydrocarbures dans les périmètres de captage,
- de ne pas traiter les bois stockés à l'aide de produits phytosanitaires (cyperméthrine). Celui-ci est interdit en Suisse en S1, S2 et S3. En France c'est également le cas puisque l'utilisation de produits chimiques fait généralement l'objet d'une restriction, voire interdiction dans les arrêtés de DUP,
- d'utiliser des huiles *biodégradables** pour les chaînes de tronçonneuses et les circuits hydrauliques des engins d'exploitation.

AUTRES RECOMMANDATIONS :

- Choisir des entreprises de travaux certifiées, les encadrer et vérifier le bon état d'entretien du matériel (circuit hydraulique notamment).
- Utiliser des cuves de stockage étanches à double paroi et des bidons doubles.
- Favoriser la lutte préventive contre les parasites, ou la *lutte biologique**, renoncer à l'usage de pesticides et tout traitement non biologique.
- Utiliser des kits d'urgence mobile en cas de déversements accidentels.
- Éviter les accumulations de *rémanents** de coupe, en particulier des écorces (lessivage de matières organiques: nitrates, tanins...).

Abandon du traitement des bois

INTERVIEW



Étienne BALESTRA

Ville de Lausanne,
Service des Parcs
et Domaines

Quelles sont les raisons qui ont poussé le Service des Parcs et Domaines à renoncer au traitement des bois ?

Le volume d'eau des sources forestières du Jorat représente environ 1,1 millions de m³. Au prix de vente de CHF 1,95.-, sa valeur est d'environ CHF 2,2 millions; alors que la recette totale de la vente des bois est d'environ CHF 1 million. L'eau ayant plus de valeur que le bois, une pollution des sources par des micropolluants provenant de produits de traitement des bois représenterait une perte financière importante.

En outre, l'image d'un collaborateur du service forestier, équipé d'un scaphandre de protection, pulvérisant un nuage de produit, n'est pas en adéquation avec l'offre d'un espace naturel au public.

Quand cette décision a-t-elle été prise ?

Nous avons cessé de traiter les bois le 1^{er} janvier 2009.

Quelles sont les conséquences techniques ?

À ce jour, la principale incidence est un enlèvement plus rapide des bois par l'acheteur final, soit pour scier le lot immédiatement, soit pour le stocker hors forêt, sur une *place de dépôt** à proximité de la scierie sur laquelle il peut appliquer un traitement préventif. Cependant si cette pratique de non traitement en forêt se généralise, nous ne bénéficierons plus de l'enlèvement rapide des bois. Il faudra alors modifier nos habitudes : couper le bois résineux plus tôt dans la saison, et les transformateurs devront trouver des places de stockage pour le traitement hors forêt. Les forestiers ne traitent les bois que depuis 30 à 40 ans. Une bonne organisation de la récolte permettra certainement d'éviter le recours systématique à des insecticides.

Quelles sont les conséquences financières ?

En moyenne, en 2009 et 2010, le manque à gagner occasionné par la moins-value sur les quelques lots de bois résineux arrivés en fin de saison sur le marché, et ayant subi des dépréciations dues à des attaques d'insectes ou de l'échauffement/bleuissement se monte à environ CHF 20'000.-/an, soit 2 % des recettes de la vente des bois. En tenant compte de l'économie des coûts du traitement d'environ CHF 10'000.-, le manque à gagner s'élève donc à environ CHF 10'000.-/an, soit 1 % de la vente des bois.

5 MÉMENTO DES BONNES PRATIQUES FORESTIÈRES

QU'EST-CE QU'UNE COUPE RASE ?

Une coupe rase consiste à couper la totalité des arbres d'un peuplement. Elle est suivie d'un renouvellement naturel ou artificiel. Selon la nature du peuplement, une végétation peut subsister suite à une coupe rase : jeunes semis, arbustes. Le sol n'est pas entièrement mis à nu (végétation herbacée ou arbustive généralement préservée). Les trouées consistent à réaliser de petites coupes rases.

PROTECTION DES EAUX DE SURFACE

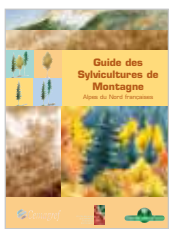
La protection des eaux souterraines et de l'eau potable doit s'accompagner de la protection de toutes les eaux, notamment les eaux de surface, en application de la réglementation existante. Au cours de l'exploitation forestière, il faudra en particulier veiller au bon franchissement des cours d'eau et à l'évitement des zones humides pour leur préservation. Des autorisations administratives sont généralement nécessaires (code de l'environnement au titre de la police de l'eau). Les systèmes de franchissement permanents ou temporaires offrent des solutions techniques opérationnelles.

LES GUIDES

Les guides de sylviculture sont les outils du gestionnaire forestier pour adapter la gestion aux caractéristiques de la forêt et aux objectifs particuliers du site, comme la protection de la qualité de l'eau potable.



Guide ONF sur tassement des sols



Guide des Sylvicultures de Montagne (GSM)



Gestion durable des forêts de protection



Guide pratique. Exploitation des bois et protection de la nature

ET LA NON-GESTION ? ...

D'après les données existantes, les forêts laissées en libre évolution, sans intervention humaine, ne présentent pas de risque pour l'eau potable. Cela suppose qu'un équilibre naturel est atteint (structure, composition des essences, activité biologique du sol...), et que celui-ci n'est pas perturbé par exemple par une tempête.

Le risque pour l'eau potable existe lorsqu'un peuplement artificiel est laissé en non gestion. La phase transitoire (de la gestion à l'équilibre naturel) peut s'accompagner de phases d'écroulement ou de phénomènes non maîtrisés défavorables à la qualité de l'eau potable. C'est particulièrement le cas pour des peuplements monospécifiques (ex. grandes plantations d'épicéas vulnérables aux événements climatiques et attaques sanitaires).

14 principes de gestion forestière pour l'eau



→ SYLVICULTURE

1. Favoriser une futaie irrégulière par bouquet ou pied à pied.
2. Favoriser les feuillus d'une manière générale.
3. Travailler avec des essences (indigènes) adaptées à la station.
4. En zone enrésinée, favoriser le mélange feuillus-résineux (plus de 20 % de feuillus).
5. Préférer la *régénération** naturelle à la plantation.
6. Éviter les monocultures, en particulier les monocultures résineuses.

→ EXPLOITATION

1. À l'occasion de toute exploitation, informer le gestionnaire de l'eau et mettre une clause captage dans les cahiers des charges des exploitants forestiers.
2. Exploiter pied à pied ou par trouées. Ne pas réaliser de trouées de plus de 5 000 m² et de 50 m max dans le sens de la pente.
3. Ne pas exploiter lorsque le sol est saturé d'eau.
4. Structurer la desserte (schémas de desserte) et canaliser les engins d'exploitation notamment sur des *cloisonnements**.
5. Dans les pentes raides et/ou sur les sols fragiles, privilégier la création de routes (par rapport aux pistes) et l'exploitation au câble-grue, au cheval ou les deux.
6. Éloigner le plus possible le tracé des pistes et routes des captages.
7. Lors de la création de voirie, anticiper la gestion des eaux de surface et contacter le gestionnaire de l'eau potable.
8. Utiliser des huiles biodégradables et ne pas transvaser d'hydrocarbures dans les périmètres de protection.



Comité de pilotage Alpeau,
Lausanne, novembre 2009



partie III

MIEUX PROTÉGER L'EAU POTABLE



partie III

- 1 MISE EN ŒUVRE DE LA PROTECTION DES CAPTAGES
- 2 INVENTER DES PONTS ENTRE LES MONDES DE L'EAU ET DE LA FORÊT
- 3 AMÉLIORER LA PROTECTION RÉGLEMENTAIRE DE L'EAU POTABLE
- 4 FAVORISER L'ACTION FONCIÈRE
- 5 RÉMUNÉRER UNE GESTION FORESTIÈRE ADAPTÉE
- 6 SENSIBILISER LES DÉCIDEURS ET LE GRAND PUBLIC

“La forêt protège l’eau potable”. Cette affirmation pourrait être une invitation à ne rien faire ! Au-delà de l’application des recommandations en matière de gestion forestière, il convient d’agir pour améliorer la protection des ressources d’eau potable issue des forêts.

Cette partie propose plusieurs pistes applicables de manière indépendante ou combinée en fonction du contexte.

Les modes d’actions proposés visent avant tout à inciter la collaboration entre les distributeurs d’eau et les propriétaires ou gestionnaires forestiers. Quelle que soit la démarche choisie, de l’adaptation de la réglementation à l’acquisition foncière en passant par la contractualisation des services, elle demandera un fort investissement en sensibilisation et en négociation de chaque partie.

Certains modes d’action proposés ci-après ont été testés dans le cadre du projet Alpeau, d’autres sont le résultat des échanges entre les différents acteurs.

1 MISE EN ŒUVRE DE LA PROTECTION DES CAPTAGES

La protection des captages d'eau potable ne se limite pas à la déclaration d'utilité publique en France ou à la délimitation des zones de protection en Suisse. La protection des ressources en eau par les collectivités publiques compétentes, en forêt comme ailleurs, doit faire l'objet d'une attention de tous les instants dans la durée.

Deux conditions doivent être réunies au préalable :

1. Définir une stratégie de production et de distribution d'eau à moyen et long terme, via les schémas directeurs d'eau potable ou les plans directeurs de gestion des eaux.
2. Se donner les moyens correspondant aux objectifs : services capables de suivre et de mener à bien les missions.

6 ÉTAPES-CLÉS :

1. Études préalables

Avant le lancement d'une procédure de protection de captages, il est indispensable d'améliorer les connaissances :

- diagnostic des ouvrages (*drains**, chambre de captage, canalisations, système de fermeture),
- mise en place d'un système de mesures (débit si possible en continu et qualité), et acquisition des données sur une période suffisante,
- diagnostic des activités agricoles, industrielles, forestières et d'urbanisme, et perspectives, au droit et à l'amont du captage.



Piquet matérialisant le périmètre immédiat (SIEM)

2. Phase réglementaire

Lancement et suivi de la procédure réglementaire, jusqu'à la déclaration d'utilité publique (arrêté préfectoral) en France et la fixation des périmètres de protection en Suisse.

Il est important dans cette phase :

- de fournir le maximum d'informations à l'hydrogéologue agréé (récoltées dans l'étape 1) avant la rédaction de son rapport,
- d'associer les professionnels des activités concernées par le futur périmètre, en amont de la rédaction de l'arrêté préfectoral; pour la forêt, les représentants de la forêt privée et publique,
- de prendre en compte les recommandations du guide Alpeau.

3. Démarche foncière

- Acquisition foncière réglementaire du périmètre immédiat, à réaliser dans le délai prévu par la *Dup**.
- Acquisition foncière « volontaire » dans le périmètre rapproché.

4. Travaux de sécurisation et de protection

- Rénovation (le cas échéant) et protection de la chambre de captage (système de fermeture).
- Repérage physique des drains.
- Périmètre immédiat : balisage (ou clôture), coupe des arbres menaçant la chambre de captage ou les drains.
- Travaux d'accès.
- Appareillage en système de mesure de débit (si non réalisé à l'étape 1).



Panneau d'information pour l'exploitant forestier

5. Surveillance des activités humaines dans les périmètres

La réglementation prévoit des mesures spécifiques dans le périmètre rapproché : un système de surveillance et de contrôle doit être mis en place pour s'assurer du respect de ces prescriptions.

6. Entretien des ouvrages

L'entretien des ouvrages est indispensable pour assurer la continuité d'une protection efficace : balisage, végétation, système de fermeture, accès...

Pour mener à bien toutes ces missions, les collectivités publiques peuvent soit développer leur propre service (en régie), soit s'appuyer sur des prestataires spécialisés compétents.

2

INVENTER DES PONTS ENTRE MONDES DE L'EAU ET DE LA FORÊT

Les acteurs de l'eau et ceux de la forêt ont tout à gagner à améliorer la coordination entre leurs activités respectives. Ils ignorent le plus souvent les attentes, les contraintes et les atouts de l'autre partie. Par « acteurs de la forêt », on entend les propriétaires, les gestionnaires et les exploitants forestiers. Par « acteurs de l'eau », on entend maîtres d'ouvrages, gestionnaires et exploitants.

PONTS À CONSTRUIRE DES SERVICES D'EAU VERS LES ACTEURS FORESTIERS

- Associer les acteurs forestiers aux démarches de définition des servitudes, en amont des Déclarations d'Utilités Publiques (Dup). Identifier les enjeux sur le terrain.
- Les informer sur les enjeux globaux d'alimentation en eau potable : population desservie, capacité de la ressource, contraintes de qualité, solutions de secours...
- **Les informer sur les prescriptions dans les périmètres. Faire la pédagogie des contraintes, y compris la conduite à tenir en cas d'incident.**
- Leur fournir les informations techniques et géographiques sur la présence des ouvrages.



Comité de pilotage Alpeau regroupant acteurs de l'eau et de la forêt

PONTS À CONSTRUIRE DES ACTEURS FORESTIERS VERS LES SERVICES D'EAU

- Associer les acteurs de l'eau en amont des études territoriales (plan de gestion forestier, schéma de desserte...), intégrer la problématique eau potable.
- Les informer sur les enjeux globaux de la forêt, sur les modes d'exploitation forestière, etc.
- **Les informer des projets d'exploitation, de création de desserte, etc.**
- Donner l'alerte en cas d'incident.



Matérialisation des drains, surveillance

Depuis 2000, la Ville de Lausanne (www.lausanne.ch) dispose d'un fonds destiné à financer des actions en faveur du développement durable. Il finance des projets dans différents domaines de l'écologie, de l'économie et du social. Par son existence même, ce fonds instaure un principe de solidarité et de transversalité entre les différentes thématiques gérées par la ville.

La bonne collaboration entre le service de l'eau « eauservice » et le service forestier « Service des Parcs et Domaines » est exemplaire.

La Ville de Lausanne possède 120 captages de sources (25 à 30 % de la production totale), dont 60 % se trouvent en forêt. La collaboration en faveur de la conservation du patrimoine sourcier est effective lors :

- de la délimitation des zones de protection sur le terrain,
- de l'élaboration de la liste des restrictions et contraintes que le personnel du Service des Parcs et Domaines, ainsi que les entreprises forestières mandatées sont tenus d'appliquer lors de travaux forestiers dans les zones de protection.

À cela s'ajoute un échange d'information réciproque sur les dégâts aux ouvrages, les venues d'eau suspectes sur le terrain, les dépôts sauvages dans ou à proximité des zones de protection. L'application d'une sylviculture appropriée par un personnel formé et le respect des réglementations par le Service des Parcs et Domaines garantissent à eauservice une bonne qualité des eaux souterraines issues des forêts.

La démarche de la ville de Saint-Étienne (France) est exemplaire.

La collectivité puis la société privée qui a repris l'exploitation des eaux ont passé une convention d'un montant annuel d'environ 30 K€ avec l'ONF, gestionnaire de la forêt publique. En échange, l'ONF se charge d'assurer d'une part la surveillance technique (état des drains, travaux d'exploitation de la forêt communale susceptibles d'affecter les ouvrages, programmation et suivi des travaux de rénovation des drains), et d'autre part les travaux légers. Des entretiens ponctuels hors convention peuvent également être réalisés. Parallèlement, les plans de gestion des forêts placent en première priorité la protection de l'eau de la ville, ce qui permet une gestion intégrée à l'échelle du territoire.

Dans le cadre de la prestation de surveillance, la position des drains a été baliisée en bleu (photos), l'ONF se charge de la surveillance de ces drains en s'appuyant sur des plans de situation.

Ce type de pratique pourrait tout à fait être généralisé parmi les collectivités publiques françaises.



Matérialisation des drains, surveillance

* Forêt-entreprise, n° 193, juillet 2010, p. 21

3 AMÉLIORER LA PROTECTION RÉGLEMENTAIRE DE L'EAU POTABLE

En France, les arrêtés de protection réglementaires sont imparfaitement mis en œuvre.

À titre d'exemple, le projet Alpeau a permis de dresser un bilan en 2010 de l'état de la protection des captages dans la vallée de l'Arve.

PPI

Sur les 200 captages forestiers inventoriés, tous dotés de DUP, seuls 20 % des PPI présentaient des clôtures en état (une clôture était présente dans la moitié des cas, en mauvais état pour la moitié d'entre

elles et menacées par des arbres dans 60 % des cas).

Des arbres étaient présents dans 70 % de ces 200 captages forestiers et aucun drain n'était repéré sur le terrain.

PPR

Exploitation forestière raisonnée ou aucune exploitation dans 91 % des cas. Voirie forestière présente 2 fois sur 3 (67 %).

SUGGESTIONS POUR LA FRANCE

Enrichir les données préalables à l'avis de l'hydrogéologue

Les hydrogéologues agréés déplorent très souvent le manque de données pour établir leur rapport. Des études « forestières » sur le modèle des études « agricoles » sont nécessaires pour compléter les dossiers préalables à l'enquête d'utilité publique, ainsi que des études plus complètes sur les aspects débits et qualité de l'eau.

Captage déboisé et clos à Chambéry métropole (pré Bardin), problème d'érosion et entretien difficile de la clôture



Clôture abîmée par la neige (Haute-Savoie)

Adapter les prescriptions forestières sur les PPI, dont l'objectif est la protection des ouvrages de captage

- Limiter la superficie du périmètre au voisinage immédiat des ouvrages.
- Maintenir le plus possible la présence de la forêt, garante d'une protection « passive » : éviter le déboisement et le dessouchage. L'expérience du défrichement de la totalité des PPI a pu se révéler contre productive en France. Seuls les arbres menaçant les ouvrages (chambre de captage et drains) doivent être enlevés.
- Repérer obligatoirement les drains sur le terrain.
- Matérialiser obligatoirement le périmètre par des bornes ou piquets visibles.
- Raisonner la mise en place de clôtures, mal adaptées à l'environnement forestier et qui ne permettent pas toujours de remplir leur rôle de protection.

Adapter les prescriptions forestières sur les PPR, dont l'objectif est la prévention des risques de dégradation de la qualité de l'eau dans une zone sensible d'infiltration

Cibler prioritairement les risques de dégradation pouvant avoir un effet durable sur la qualité de l'eau : hydrocarbures et pesticides, notamment en demandant l'utilisation d'huiles biodégradables moins polluantes et l'interdiction du traitement des bois.

Éviter la rédaction de prescriptions rédhictives en matière d'exploitation forestière : chercher à privilégier l'atout que représente le couvert forestier. Plutôt que l'interdiction, privilégier l'obligation de contrôle. Exemples : soumettre la création de desserte à autorisation ; introduire l'obligation de déclaration en mairie avant exploitation.



Captage forestier ni clôturé, ni déboisé (Lausanne, Suisse, 2008)



Pour aller plus loin

SUGGESTIONS POUR DES ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES

Revoir la procédure d'élaboration des périmètres ?

La mission des hydrogéologues, qui devrait être de donner un avis sur un projet de périmètre, dépasse le plus souvent cet objectif avec un vrai rôle de prescripteur.

Ne faudrait-il pas redéfinir qui fixe les prescriptions et à quelle échelle : nationale, locale, au cas par cas comme aujourd'hui ? par l'administration ? par un collège d'experts ?

Améliorer le contrôle ?

Le rôle et les moyens des services gestionnaires des captages, des élus, et des services de l'état (ARS) méritent d'être précisés, pour un contrôle efficace des prescriptions dans les périmètres rapprochés.

Assouplir la procédure réglementaire de révision des périmètres ?

Plusieurs éléments peuvent rendre nécessaire de revoir le contenu des arrêtés préfectoraux (emprise des périmètres et/ou prescriptions) : nouvelles données hydrogéologiques, nouvelles pratiques (produits ou matériels utilisés...), arrêtés anciens non adaptés...

Une révision complète de ces arrêtés, seule possibilité offerte aujourd'hui, est difficile à envisager : la procédure est longue et coûteuse, et nécessite de réitérer l'utilité publique. Il serait intéressant que le système réglementaire de protection soit plus évolutif pour garantir la meilleure protection possible.

Plusieurs pistes à étudier :

- anticiper un contrôle a posteriori de certaines activités soumises à autorisation, dans la rédaction initiale (après présentation du projet et d'une étude à définir) ;
- prévoir la possibilité d'une révision allégée des arrêtés, par exemple sur le modèle des arrêtés complémentaires des installations classées (ICPE*) ;
- prévoir la possibilité d'un arrêté préfectoral général (sur un département) pouvant modifier certaines règles.

SUGGESTIONS POUR LA SUISSE

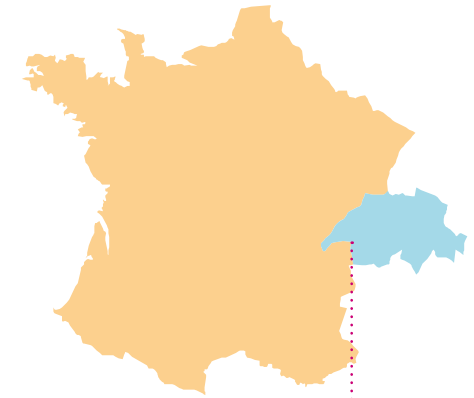
Les recherches du projet Alpeau ont abouti aux conclusions et propositions suivantes :

Rémunérer la fonction de protection des eaux en forêt

En Suisse, la législation actuelle ne prévoit pas d'indemnisation du propriétaire forestier pour la fonction de protection des eaux souterraines, bien que l'application de la réglementation occasionne des surcoûts liés à certaines interdictions. Au même titre que les fonctions d'accueil en forêt, de protection contre les dangers naturels ou de conservation de la biodiversité, les prestations en faveur de la protection des eaux souterraines peuvent être considérées d'intérêt général et devraient faire l'objet d'une rémunération, à l'échelle régionale, cantonale ou idéalement nationale.

Adapter les zones de protection des eaux en forêt sur milieux karstiques

En forêt, sur milieux karstiques, les zones de protection ont été définies de manière très grossière, englobant parfois des massifs forestiers entiers (exemple Jura vaudois). Une redéfinition plus fine, à l'aide de nouvelles méthodes (par exemple concept de vulnérabilité), permettrait d'exclure de grands secteurs forestiers des zones de protection et en allègerait les contraintes de gestion.



De telles revendications passent par une mise à l'agenda politique du thème.

Il s'agit d'amener une autorité publique à se pencher sur cette question et, le cas échéant, à mettre en œuvre une politique publique pour agir.

4 FAVORISER L'ACTION FONCIÈRE

En France comme en Suisse, le morcellement de la propriété forestière privée est souvent un frein à sa bonne gestion. La multiplication du nombre d'interlocuteurs rend plus difficiles les relations entre gestionnaires de l'eau et de la forêt.

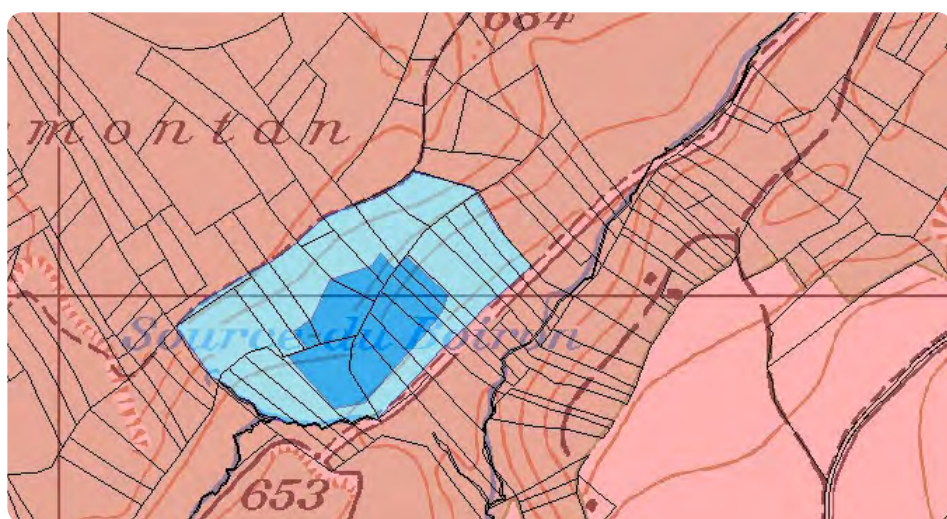
À titre d'exemple, sur le site des Moises en Haute-Savoie, les périmètres de captages regroupent 150 ha de forêt privée, répartis en presque 600 parcelles appartenant à environ 350 personnes. Chaque parcelle mesure entre 1500 et 4500 m².

RAPPEL

- En Rhône-Alpes : **75 %** de la forêt est privée.
- En Haute-Savoie : **70 %** de la forêt est privée avec **126 000 ha** pour **100 600** propriétaires, soit une moyenne de 1,25 ha/propriétaire.
- En Suisse : **29 %** de la forêt est privée avec plus de **244 000** propriétaires, soit une moyenne de 1,24 ha/propriétaire. **71 %** de la forêt est publique avec **2 800** propriétaires.

Il est donc important, dans le cadre d'une politique de prévention de la ressource en eau, de s'engager vers des opérations foncières. Elles peuvent revêtir deux formes :

Parcellaire d'une zone de protection en Suisse



Zones de protection des eaux

■ S1 et S2 ■ S3 ■ Au

1 - ACQUISITION

En Europe, l'acquisition foncière prévaut jusqu'à aujourd'hui et de nombreuses villes ont acquis des terrains depuis la fin du XIX^e siècle, décelant dès cette époque l'enjeu que constituaient les bassins versants. La ville de Saint-Étienne possède aujourd'hui 600 ha de forêt et achète toujours du terrain, à un rythme moyen de 7 ha/an. Dès le XIX^e siècle, les villes de Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds ont compris l'importance de la maîtrise foncière des forêts protégeant les captages. C'est ainsi qu'elles ont acquis de grandes surfaces dans les gorges de l'Areuse, et qu'elles ont même reboisé des pâtures afin de mieux protéger leur eau.

Sur le site des Moises, une première enquête menée auprès des propriétaires a donné les résultats suivants : 50 propriétaires seraient vendeurs, pour presque 100 parcelles et presque 25 ha. Des communes, le syndicat des eaux mais aussi d'autres propriétaires peuvent se porter acquéreurs. À noter que depuis 2010, en France, les riverains d'une parcelle sont prioritaires en cas de vente.

2 - REGROUPEMENT ET ORGANISATION DES PROPRIÉTAIRES

Le regroupement des propriétaires en association constitue également une piste intéressante (sensibilisation, coordination de la gestion forestière, interlocuteur identifié pour le gestionnaire de l'eau). Différentes options existent : groupement forestier, Association Syndicale de Gestion Forestière (ASGF). L'option la plus opérationnelle est celle de l'ASLGF (Association Syndicale Libre de Gestion Forestière).

Ce type d'animation foncière nécessite de nombreuses réunions et demande l'implication des gestionnaires de l'eau, des représentants de la forêt privée et de quelques propriétaires motivés.

→ L'ASGF

Association Syndicale de Gestion Forestière

- Association de parcelles.
- Chacun reste propriétaire de sa parcelle.
- Adhésion volontaire.
- Statuts « sur mesure » (président élu par les propriétaires).
- Démarche peu onéreuse.



Une des réunions d'information des propriétaires forestiers du site des Moises, 2010

DANS LE CADRE DU PROJET ALPEU, LE SYNDICAT DES EAUX DES MOISES A ENGAGÉ UNE OPÉRATION DE REGROUPEMENT DU FONCIER AVEC L'APPUI DU CRPF ET DE L'ONF.

Tous les propriétaires ont été contactés individuellement et près de 30 % ont participé à des réunions d'information. Celles-ci ont été l'occasion de présenter les différentes solutions de regroupement mais aussi d'expliquer l'impact de la gestion forestière sur la qualité de l'eau, souvent méconnu. Un dialogue a ainsi pu s'instaurer entre les acteurs. Les propriétaires se sont orientés vers une ASLGF (Association Syndicale Libre de Gestion Forestière) : 25 personnes intéressées, pour un peu moins de 70 parcelles et environ 20 ha.

Un groupe de propriétaires s'est ensuite porté volontaire pour réfléchir aux statuts de la future association. Celle-ci pourra être l'interlocutrice privilégiée du Syndicat des eaux. Elle envisage également d'établir un plan simple de gestion forestier sur tout le territoire de la future association. Celui-ci traduira la volonté de gérer ensemble l'espace. Il prévoira une planification des interventions concertées entre propriétaires.

Le coût de l'animation foncière sur les 150 ha du site des Moises (analyse foncière, information des propriétaires, appui à la constitution de l'association) s'est élevé à 25 000 € entre 2010 et 2011.

5

RÉMUNÉRER UNE GESTION FORESTIÈRE ADAPTÉE

Les gestionnaires de l'eau qui s'investissent dans la protection de la ressource en eau par la forêt ont comme moyens d'action classiques la maîtrise foncière et la réglementation. Ces deux moyens d'action efficaces peuvent être complétés.

Il paraît essentiel d'aller plus loin : en France, la loi du 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement dispose que les services environnementaux rendus par la forêt doivent être reconnus et valorisés et que ceux supplémentaires doivent être rémunérés.

COMMENT ÉVALUER LES SERVICES RENDUS PAR LA FORÊT À L'EAU POTABLE ?

Des travaux de recherche-développement fournissent plusieurs pistes d'évaluations économiques.

- Une étude¹ démontre l'effet bénéfique de la forêt sur la qualité des eaux brutes souterraines ainsi que sur la baisse du coût de l'eau, à partir de données à l'échelle des départements français. L'ordre de grandeur du service rendu par le boisement de terres arables est de 15 €/ha/an minimum.
- Des travaux² en cours sur le site des Moises mesurent les coûts opérationnels des différentes ressources en eau. Le coût du forage est 4 fois supérieur à celui des captages de sources en forêt et le coût du pompage au lac est jusqu'à 60 fois plus onéreux que celui des sources. Ces données renforcent l'intérêt de pérenniser les captages gravitaires et de miser sur la prévention.

- Une enquête³ menée auprès de ménages montre que ces derniers sont prêts à payer davantage (50 € par an et par ménage) pour obtenir ou bien conserver une eau du robinet d'origine forestière.

Il faut différencier deux logiques de paiement pour le propriétaire ou le gestionnaire forestier :

1. l'indemnisation des surcoûts engendrés par le service,
2. la rémunération du service lui-même.

Ces deux logiques n'ont pas le même effet incitatif.

1. La compensation financière peut faire l'objet de deux démarches complémentaires

1.1. Dans le cadre des démarches réglementaires pour les procédures de protection des captages, les indemnités qui peuvent être dues aux propriétaires de terrains compris dans un périmètre de protection sont fixées selon les règles applicables en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique⁴.

Cela reste l'exception, mais il existe quelques exemples d'indemnisation de servitudes liées aux PPR en forêt. Cependant, la procédure n'est pas cadrée comme c'est le cas dans le milieu agricole où il existe des protocoles d'accord, et les propriétaires n'ont pas le réflexe ou l'information à temps. En outre, ce type d'indemnisation n'est plus possible dès lors que l'arrêté de DUP est pris. En Suisse, la législation actuelle ne prévoit pas d'indemnisation du propriétaire forestier pour la fonction de protection des eaux souterraines, bien que l'application de la réglementation occasionne des surcoûts liés à certaines interdictions.

1.2. Dans le cadre de démarches contractuelles, complémentaires aux démarches réglementaires, les indemnités compensent les surcoûts engendrés par l'application de modes de gestion forestière dédiés à la protection de l'eau. Les engagements réciproques comprenant les indemnités peuvent faire l'objet de « contrats captages » entre les structures en charge de l'approvisionnement en eau potable et les propriétaires forestiers (ou leurs ayant droit).

2. La rémunération du service

La rémunération du service rendu pourrait faire l'objet d'un accord entre les bénéficiaires du service et les prestataires qui fournissent le service. Le principe est celui d'un partage de la valeur du service rendu par les forêts, au-delà des seuls surcoûts (économies sur les coûts de traitement, prévention, image de l'eau produite auprès du consommateur, etc.). Le système économique visant à organiser le financement de cette rémunération d'une part et les modes de versement de cette rémunération d'autre part sont à inventer.

Le principe est que le financement soit basé sur les factures d'eau, et que le bénéfice attendu soit la pérennité du boisement et l'adoption d'une gestion forestière optimisée par les propriétaires ou gestionnaires.

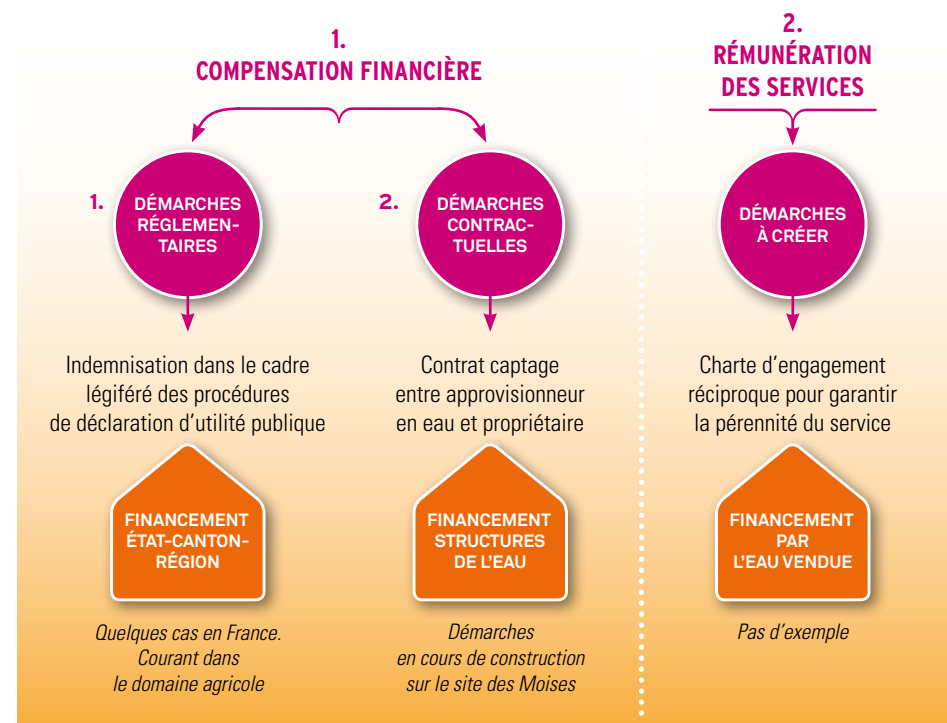
Étude des mécanismes institutionnels liés à la mise en œuvre de contrats pour la protection et la valorisation des écoservices forestiers pour l'eau potable.

Quatre études de cas ont été conduites en Suisse et en France pour identifier les potentiels et limites institutionnelles à la conclusion de contrats.

Les résultats de l'étude comparative montrent que ce potentiel est minime en France et quasi nul en Suisse. Les contrats ne peuvent que compléter ce qui est prévu par le cadre réglementaire.

Or, celui-ci ne laisse guère de marge de manœuvre aux acteurs forestiers. De plus la possibilité de conclure des contrats administratifs est limitée par les règles sur les financements publics. Cette analyse se confirme par l'absence d'observation sur le terrain, malgré les tentatives, tant en Suisse qu'en France.

Dès lors, la voie des transactions de gré à gré est déconseillée, au profit d'une démarche orientée sur la mise en œuvre de la réglementation (en France) et sa réorientation vers des incitations publiques (dans les deux pays).



1. Forêt-entreprise, n°193, juillet 2010, p. 29 – 2. Forêt-entreprise, n°193, juillet 2010, p. 27 – 3. Forêt-entreprise, n°193, juillet 2010, p. 36
4. Art L1321-3 du code de la Santé Publique, France

6

SENSIBILISER LES DÉCIDEURS ET LE GRAND PUBLIC

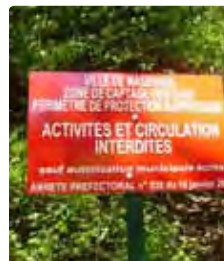
Une meilleure reconnaissance de la fonction de protection des eaux souterraines par la forêt nécessite une bonne information et sensibilisation adéquate. Cette dernière doit avant tout être adaptée aux publics visés : élus, pouvoirs publics, écoles, grand public, etc. L'objectif doit être d'amener les différents publics à agir en conséquence pour assurer la pérennité de la protection des eaux souterraines en milieu forestier. Les actions communes entre les mondes de l'eau et de la forêt sont à encourager.

LES MESSAGES DU PROJET ALPEAU

- Les eaux souterraines des forêts sont potentiellement des sources d'eau potable, il convient donc de les protéger.
- Le milieu forestier est considéré le moins risqué pour l'eau souterraine comparativement aux autres usages du sol (agricole et urbain) : le rôle de protection passive de la forêt est à préserver.
- Le sol forestier a une influence positive sur la qualité des eaux souterraines (protection active).
- L'exploitation forestière est compatible avec la protection des eaux souterraines moyennant le respect de certaines précautions. À court et moyen terme, une intensification de l'exploitation forestière représente cependant un risque pour la qualité de l'eau.
- Un couvert forestier continu composé majoritairement de feuillus est à privilégier dans les zones de protection des eaux souterraines.
- La coopération entre les professionnels de l'eau et de la forêt est primordiale pour une optimisation de la gestion technique et financière de la protection des eaux souterraines.

MODES DE COMMUNICATION POSSIBLES

- Médias locaux (presse, radio, TV, affiches, Internet, réseaux sociaux...).
- Hors des médias (plaquette institutionnelle, bulletin d'info, événementiel, conférences, visites de terrain...).
- Sentiers pédagogiques en forêt.
- Panneaux informatifs.
- Accueil des écoles en forêt.



Ces actions peuvent être combinées avec d'autres démarches d'information et de sensibilisation, par exemple pour prévenir le dépôt de déchets et la circulation des véhicules à moteur.

ÉTABLIR UN PLAN D'ACTION

La préparation d'une information adéquate nécessite l'élaboration d'un plan d'action définissant : les objectifs par publics cibles, les messages, les supports ou activités, les moyens financiers et ressources humaines nécessaires, ainsi qu'un plan de réalisation. Ne pas oublier ensuite d'évaluer son action pour améliorer ses activités d'information.

QUELQUES EXEMPLES D'ACTIONS DE ALPEAU

Une maquette a été développée par le Syndicat Mixte de l'Aménagement de l'Arve et de ses Abords (SM3A)

Elle simule le transfert de l'eau et la transmission des pollutions sous différents types de couverts : forestiers, agricoles, etc. Des petites balles de couleur représentent les polluants qui sont entraînés dans l'eau, les enfants peuvent alors jouer avec les flux de matière.



Conception de 6 affiches présentant le projet et les thèmes traités
Disponibles sur le site www.alpeau.org



Un outil de simulation de martelage (marteloscope)

Le martelage est l'opération qui consiste à désigner les arbres qui vont être abattus. Un marteloscope a été mis en place grâce au projet Alpeau dans un peuplement régulier d'épicéas. Il a permis à des gestionnaires forestiers et à des gestionnaires de l'eau de se former sur la sylviculture par trouées, et de comprendre en pratique les interactions entre gestion forestière et protection de la ressource en eau. L'utilisation d'un logiciel facilite la visualisation des effets de la coupe virtuelle, et permet d'imaginer la situation du peuplement à moyen et long terme.



LEXIQUE ET ABRÉVIATIONS

ABSORPTION RACINAIRE - Pénétration d'eau dans les racines avec les éléments minéraux qu'elle contient.

ADSORPTION - Fixation d'une substance sur une surface (particule argileuse ou minérale).

ALLUVIONS - Dépôts meubles (galets, graviers, sables, etc.) laissés par un cours d'eau ou un glacier.

AQUIFÈRE - Formation géologique perméable où s'écoule une nappe d'eau souterraine.

AQUIFÈRE FISSURÉ - Aquifère où l'eau circule dans les failles et fractures de la roche. Il correspond à des roches compactes : granite, schiste, gneiss, grès, calcaire, dolomie...

AQUIFÈRE POREUX - Aquifère où l'eau circule entre les grains de la roche. Il correspond à des roches meubles : sables, graviers, alluvions... Il abrite souvent une nappe alluviale.

BASSIN OU AIRE D'ALIMENTATION - Zone qui contribue à l'alimentation du captage d'eau. Il correspond pour certains cas au bassin-versant.

BIODÉGRADABLE - Se dit d'un produit pouvant être décomposé naturellement par des organismes vivants.

CÂBLE (-MAT) TÉLÉPHÉRIQUE - Système d'exploitation utilisé pour le débardage. Le déplacement des bois abattus se fait grâce à un câble aérien. Aucun engin ne pénètre à l'intérieur du peuplement forestier. Un réseau de desserte reste nécessaire.

CHABLIS - Arbre renversé, déraciné ou cassé, le plus souvent par suite d'un accident climatique (vent, neige).

CLOISONNEMENT - Ensemble des voies d'accès construites et entretenues à l'intérieur de parcelles de forêt cultivées ou exploitées.

CONDUCTIVITÉ - Paramètre mesurant la teneur en sels dissous dans l'eau.

COUPE D'ÉCLAIRCIE - Coupe d'une partie des arbres d'un peuplement en vue d'améliorer la croissance et la forme des arbres restants et de réaliser une récolte.

COUPE EN BANDE - Coupe de la totalité des arbres sur une largeur de bande donnée avec le plus souvent non-intervention sur les interbandes. La largeur de la bande dépend de l'objectif fixé.

COUPE DE JARDINAGE - Coupe d'arbres devant assurer à la fois la récolte des arbres mûrs, la mise en bonne condition de croissance des autres arbres et la régénération naturelle.

COUPE DE RÉGÉNÉRATION - Coupe d'arbres destinée, dans un peuplement que l'on veut renouveler, à provoquer l'apparition d'une régénération naturelle ou à favoriser celle déjà présente.

COUPE RASE - Coupe de la totalité des arbres d'un peuplement. Elle est suivie d'un renouvellement naturel ou artificiel. L'état boisé est conservé.

DÉBARDAGE - Opération consistant à déplacer les bois abattus vers un emplacement de stockage ou de chargement par camions. Le débusquage peut constituer une première phase de ce processus.

DÉBUSQUAGE - Première phase du débardage qui consiste, généralement sur une courte distance, à déplacer les bois depuis leur point de chute vers une voie ou place de vidange.

DÉFRICHEMENT - Suppression de l'état boisé d'un terrain pour donner au sol une autre destination que la forêt.

DÉGAGEMENT - Opération ayant pour but de supprimer ou d'affaiblir toute végétation susceptible de gêner le développement des jeunes arbres.

DESSERTÉ FORESTIÈRE - Ensemble des routes et pistes servant à sortir le bois exploité.

DESSOUCHER - Extraire une souche du sol.

DOLINE - Forme caractéristique d'érosion en contexte karstique : dépression circulaire de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres.

DRAIN - Tuyau permettant de récolter (drain poreux) ou de transporter (drain étanche) l'eau souterraine.

DUP - Déclaration d'Utilité Publique promulguée par arrêté (France).

EN PLEIN - Sur l'ensemble de la surface.

ÉQUILIBRE SYLVOCYNÉGÉTIQUE - Stade où l'importance des populations d'herbivores ou omnivores (susceptibles d'endommager les arbres et de consommer les plants, soit très souvent les cervidés) est compatible avec une régénération suffisante de la forêt.

ESSENCE - Toute espèce d'arbre susceptible de croître en forêt.

FUTAIE - Peuplement forestier composé d'arbres issus de graines.

FUTAIE RÉGULIÈRE - Futaie dans laquelle les arbres ont des dimensions voisines et quasiment le même âge.

FUTAIE IRRÉGULIÈRE - Futaie dans laquelle les arbres ont des dimensions et des âges différents.

GRAVIER - Fragment de roche dont la dimension est comprise entre 2 et 20 mm.

GRUME - Tronc (ou section de tronc) d'un arbre abattu et ébranché, recouvert ou non de son écorce.

GRUMIER - Camion transportant les grumes.

HUMUS - Produits divers résultant de la décomposition de la matière organique provenant des débris végétaux de la litière, ainsi que des racines en place.

ICPE - Installation classée pour la protection de l'environnement.

ITINÉRAIRE SYLVICOLE - Programme de gestion qui précise, en temps, les coupes à mener sur une forêt donnée.

KARST - Massif calcaire dans lequel l'eau a creusé de nombreuses cavités et conduits par dissolution.

LESSIVAGE - transport d'éléments (argiles, ions) composant un sol sous l'effet de l'écoulement des eaux d'infiltration.

LITIÈRE - Ensemble des débris végétaux de toute nature (feuilles, brindilles, etc.), encore peu transformés, qui recouvrent le sol.

LUTTE BIOLOGIQUE - Méthode qui consiste à réduire les dommages causés aux forêts par des animaux, végétaux ou virus qui leur nuisent, en utilisant rationnellement les ennemis naturels de ces derniers.

MICROPOLLUANTS - Produit actif minéral ou organique susceptible d'avoir une action toxique à des concentrations infimes (de l'ordre du µg/l).

NITRIFICATION - Transformation de l'azote organique présent dans l'humus en nitrate sous l'action de bactéries.

ORRChim - Ordonnance suisse sur la réduction des risques liés aux produits chimiques.

PASSAGE BUSE - Passage dans une canalisation en dur, placé sous une route ou une piste. Ils permettent aux engins de franchir un écoulement d'eau ou bien de rejeter les eaux du fossé amont au côté aval.

PENTE EN LONG - Tangente de l'angle de la piste avec l'horizontale, exprimée en pourcentage.

PISTE FORESTIÈRE - Ouvrage destiné à être utilisé par les engins forestiers pour le débardage.

PLACE DE DÉPÔT - Emplacement aménagé pour rassembler et stocker le bois provenant de l'exploitation.

PPI / PPR / PPE - Zones de protection des eaux souterraines en France.

RÉGÉNÉRATION - Remplacement d'une génération d'arbres par une autre.

RÉGÉNÉRATION NATURELLE - Régénération par voie de semences produites par les arbres en place.

REJET - Pousse prenant naissance sur le pourtour d'une souche ou d'une tige.

RÉMANENTS - Résidus (branches, écorces, feuilles...) laissés sur place après l'exécution d'une coupe d'arbres.

RESSUYAGE - Mouvement de l'eau libre contenue dans le sol qui s'écoule sous l'effet de la gravité et libère ainsi sa macroporosité.

REVERS D'EAU : Système de rigoles permettant d'évacuer les eaux de la route ou de la piste. Le terme « coupe eau » est aussi employé.

ROUTE FORESTIÈRE - Ouvrage accessible aux camions grumiers.

S1, S2, S3 - Zones de protection des eaux souterraines en Suisse.

SABLE - Fragment de roche dont la dimension est comprise entre 50 micromètres et 2 mm.

SEMENCE - Graine ou autre partie d'un végétal apte à former une plante complète.

SEMIS - Jeune arbre provenant de la germination d'une graine.

STATION FORESTIÈRE - Étendue de terrain de superficie variable homogène dans ses conditions physiques et biologiques.

STRUCTURE DU SOL - Mode d'organisation de matière organique, des différentes particules de sable, de limon et d'argile entre elles dans le sol.

TAILLIS - Peuplement forestier composé d'arbres issus de rejets de souche.

TEMPS DE TRANSFERT - Temps écoulé par une eau entre le point d'infiltration et l'exutoire.

TIRE DE DÉBARDAGE - Ouverture créée avec un engin d'exploitation forestière ne présentant pas un caractère pérenne.

TROUÉE - petite ouverture visant la régénération par groupe d'un peuplement forestier.

TURBIDITÉ - Teneur de l'eau en particules en suspension. Une eau turbide est une eau trouble.

WSL - Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage.



CONTRIBUTIONS
AU GUIDE

COMITÉ DE RÉDACTION

Clémentine Bligny
ONF, France

Etienne Cholin
Chambéry métropole, France

Olivier Ferry
ONF, France

François Godi
GG Consulting, Sàrl, Suisse

Robert Jenni
Bureau Nouvelle Forêt, Sàrl, Suisse

Jean-Luc Mabboux
ONF, France

Urs Moser
FOR-UM Consult, Suisse

CONTRIBUTIONS

Domagoj Babic
Université de Neuchâtel, Suisse

Etienne Balestra
Service Parcs et Domaines,
Ville de Lausanne, Suisse

Evelyne Baptendier
Hydrogéologue, France

Claude Barthelon
Région Rhône-Alpes, France

Guillaume de Buren
Idheap, Lausanne, Suisse

Dimitri Dousse
Université de Neuchâtel, Suisse

Louis-Marie Duhen
CRPF PACA, France

Marc Dzikowski
Université de Savoie,
laboratoire Edytem, France

Hervé Fauvain
Syndicat Mixte de l'Aménagement
de l'Arve et de ses Abords, France

Olivier Fayard
ONF, France

Julien Fiqueron
Centre National de la Propriété Forestière
- Institut pour le développement forestier,
France

Jean-Michel Gobat
Université de Neuchâtel, Suisse

Elisabeth Graf Pannatier
WSL*, Suisse

Olivier Lamy
ONF, France

Philippe Magnenat
Service Parcs et Domaines,
Ville de Lausanne, Suisse

François-Xavier Nicot
ONF, France

Michiel Pronk
Université de Neuchâtel, Suisse

Dominique Reigner
Agence Régionale
pour la Santé 74, France

Guillaume Sabot
ONF, France

Mireille Schaeffer
CRPF Rhône-Alpes, France

Stéphane Sciacca
Guaraci Forest Consulting, Suisse

Luc Scherrer
Université de Neuchâtel, Suisse

Jonathan Sottas
Bureau Nouvelle Forêt, Sàrl, Suisse

Lorienne Thüler
Université de Neuchâtel, Suisse

Nicolas Wilhelm
Syndicat des Eaux des Moises, France

François Zwahlen
Université de Neuchâtel, Suisse

PARTENAIRES DU PROJET ALPEAU

EN SUISSE

Office Fédéral de l'Environnement
(Ofev)

Canton de Vaud
Service des forêts, de la faune
et de la nature (SFFN)

Canton de Fribourg
Service des forêts et de la faune (SFF)
Service de l'environnement (SEN)

Canton de Neuchâtel
Service de la faune, des forêts
et de la nature (SFFN)
Service de la protection
de l'environnement (SPE)

Ville de Lausanne
Service des parcs et domaines,
eauservice

**Villes de Neuchâtel
et La Chaux-de-Fonds**
Viteos SA

Université de Neuchâtel
Centre d'hydrogéologie (CHYN)
Laboratoire Sol et végétation

**Institut de Hautes Études
en Administration Publique** (Idheap)
Politiques publiques et durabilité

Fondation Alfred et Eugénie Bauer

Fondation Ernst Göhner

Fondation ProTechno

EN FRANCE

Union Européenne

**Syndicat Intercommunal
des Eaux des Moises**
(Siem)

**Syndicat Mixte de l'Aménagement
de l'Arve et de ses Abords**
(SM3A)

**Chambéry métropole,
Service des Eaux**

**Agence de l'eau Rhône
Méditerranée Corse**

Conseil général de Haute-Savoie

Office National des Forêts
(ONF)

Université de Savoie

**Fédération Rhône-Alpes de Protection
de la Nature**
(Frapna) - Haute-Savoie

**Institut pour le Développement
Forestier** (IDF)

Agence Régionale de Santé
(ARS) Rhône-Alpes

**Centre Régional de la Propriété
Forestière** (CRPF) Rhône-Alpes

**Société d'Équipement
du Département** (SED) Haute-Savoie

BIBLIOGRAPHIE

DECK (Catherine), *Gestion forestière et eau potable : analyse de cas et recommandations*, mémoire de fin d'études, août 2008.

EQUENOT (Jimmy), *Préconisations de gestion forestière dans les périmètres de protection de captage d'eau potable*, mémoire de fin d'études, juin 2008.

Recommandations forestières pour les captages d'eau potable - Région Midi-Pyrénées, guide pratique 2011 (projet Gestofor).

Des forêts pour l'eau potable - mise en valeur d'un service environnemental et potentiel de contractualisation, colloque CNPF/IDF-Sylvamed, Marseille, 17-18 novembre.

Forêt-Entreprise n°193, juillet 2010.

BREDEMEIER (Michael) et al., *Forest Management and the Water Cycle: an Ecosystem-Based Approach*, Springer, 2011, 531 p.

ZWAHLEN (François) et al., *Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers*, Rapport COST 620, 2004, 297p.

BABIC (Domagoj), *Proceedings of the 9th conference on limestone hydrogeology*, article, Besançon.

HEGG (Christoph), JEISY (Michel) et WALDNER (Peter), *La forêt et l'eau potable : une étude bibliographique*, WSL, Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage, 2006.

COMBE (Jean) et ROSSELLI (Walter), *L'eau qui sort du bois - quand forêt durable rime avec eau potable*, actes de la Journée thématique de l'Antenne romande du WSL du 26-11-2002 à l'EPF-Lausanne - WSL, Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et le paysage, 2002.

Une bibliographie plus complète est disponible sur le CD.

CRÉDITS

Photos : Annemasse Agglo, Fodovi, Claude Barthelon, François Boussuges, Bureau Nouvelle Forêt, Sàrl, Étienne Cholin, Catherine Deck, Frapna, François Godi, Robert Jenni, Internet, Jean-Luc Mabboux, Philippe Vogel, Nicolas Wilhelm, Chambéry métropole

Illustrations : Denis Monin, Olivier Bréaud

Carte : © État de Vaud, swisstopo, cartosphere - informations dépourvues de foi publique

Graphisme : unitémobile

Lined writing area with 20 horizontal blue lines on a white background.



CD-ROM

Projet Alpeau

Véritables stations de traitement naturelles, les forêts contribuent à préserver durablement les ressources en eau potable. Afin de consolider et de pérenniser ce rôle, **le projet Interreg franco-suisse « Alpeau »** a été lancé en novembre 2008. Les acteurs ont étudié pendant 3 ans des questions fondamentales : la filtration de l'eau sous couvert forestier, les liens entre qualité des eaux souterraines et peuplement forestier... Ils ont aussi travaillé sur des questions très pratiques, comme les méthodes d'exploitation et de stockage des bois, ou encore les modalités de partenariats entre acteurs.

Ce guide s'adresse à tous les acteurs de l'eau et de la forêt, de France comme de Suisse.



Dans la première partie, il fournit une information généraliste sur les interactions entre la forêt et l'eau potable : origines de l'eau potable, rôles joués par l'écosystème forestier dans sa protection, notion de vulnérabilité, protection réglementaire.

La deuxième partie de ce guide approfondit les risques de pollutions en forêt, et liste les bonnes pratiques forestières à promouvoir pour protéger l'eau potable.

La troisième partie fournit des pistes d'actions à mener pour aller plus loin dans la protection de l'eau potable en forêt, actions qui ont trait à l'organisation des acteurs, la communication, la gestion contractuelle et aux aspects réglementaires et financiers.

Avertissement : le lecteur trouvera dans ce guide toutes les connaissances de base nécessaires à l'appréhension de la situation locale à laquelle il est confronté, ainsi que des exemples de bonnes pratiques ou de bonne gestion dont il pourra s'inspirer. Pour autant, ce document ne fournit pas de clé d'interprétation exhaustive des situations rencontrées sur le terrain. Le CD joint au guide ainsi qu'une liste de références permettront à ceux qui le souhaitent d'aller plus loin.

Guide réalisé dans le cadre du projet Interreg Alpeau (www.alpeau.org)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



UNION EUROPÉENNE
Projet bénéficiaire
du Fonds européen
de développement régional