



© F.Helmbacher, 2016

Sylviculture et rétention d'eau : des synergies à cultiver

Sommaire

La forêt française aujourd'hui	2
Les interdépendances entre l'eau et la forêt.....	3
La croissance des arbres est dépendante de l'eau	3
La forêt participe à la régulation du cycle de l'eau	3
<i>La restauration de l'hydrosystème du massif forestier de Rumilly Chaource</i>	4
Améliorer la rétention d'eau grâce aux pratiques forestières	4
Le bilan hydrique d'une forêt est complexe	4
<i>40 ans de restauration forestière dans les Cévennes</i>	5
Optimiser la rétention de l'eau dans les sols	5
<i>Adaptation des pratiques dans une sapinière-hêtraie pyrénéenne</i>	6
Renforcer les liens entre acteurs forestiers et acteurs de l'eau	6
<i>Agir pour une gestion concertée de la forêt, du sol et de la ressource en eau</i>	7
Conclusion	7
Références et ressources complémentaires.....	8

Ce document est une synthèse écrite de la webconférence du 14/10/2024 « Sylviculture et rétention d'eau : des synergies à cultiver » ([voir programme](#)), dont la rediffusion peut être [visionnée en ligne](#). Un évènement organisé par l'OiEau dans le cadre du centre de ressources Cours d'eau de l'OFB.



La sylviculture – l'exploitation et la gestion des peuplements forestiers – peut grandement influencer la capacité de rétention en eau des sols boisés dans le bassin versant. Selon les pratiques mises en œuvre, elle peut favoriser ou au contraire entraver le stockage naturel de l'eau. Cette question est d'autant plus importante dans un contexte de changement climatique pour s'assurer de la résilience des peuplements forestiers et des milieux aquatiques face au manque d'eau.

En tant que gestionnaires de surfaces parfois très étendues au sein d'un même bassin versant, les professionnels de la filière forêt-bois ont donc une responsabilité sur la dynamique du cycle de l'eau à cette échelle. Quelles mesures naturelles de rétention d'eau peuvent être mises en œuvre en contexte forestier ? Quels en sont les contraintes techniques ? Quels sont les résultats obtenus ?

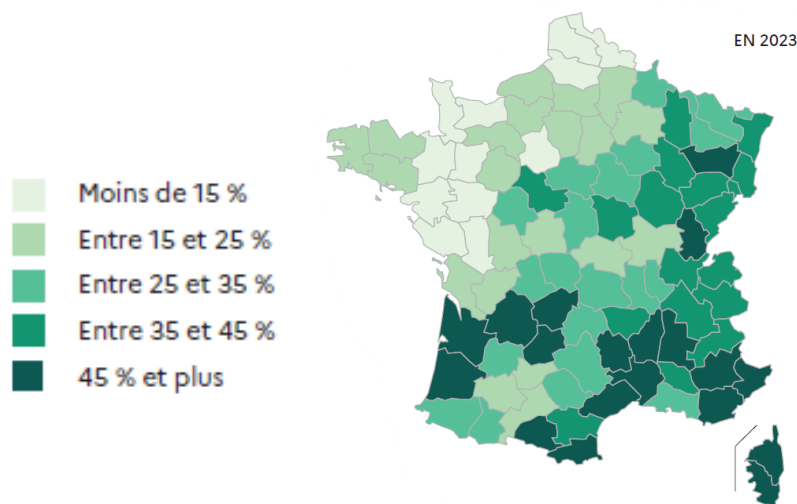
La forêt française aujourd'hui

La forêt française couvre aujourd'hui 17,5 millions d'hectares dans l'Hexagone, majoritairement située dans le quart Sud-Est, et 8,2 millions d'hectares dans les DOM, dont 8 millions d'hectares sont constitués de la forêt tropicale de Guyane.

Les forêts monospécifiques, où une essence forestière est présente sur plus de 75% du couvert dans l'étage dominant, représentent près de 50% des surfaces hexagonales. Les forêts comportant 4 essences ou plus représentent 5% des surfaces hexagonales.

Les feuillus constituent les peuplements forestiers pour les deux tiers, et les résineux pour le tiers restant. Les prélèvements annuels de bois sont réalisés en proportions inverses : $\frac{1}{3}$ de feuillus, $\frac{2}{3}$ de résineux.

La forêt française hexagonale est publique pour 25% de sa surface, et privée pour les 75% restant. Un Plan simple de gestion (PSG)¹ existe sur environ $\frac{1}{3}$ de la surface forestière.



Couverture forestière en France métropolitaine (2023)

En savoir plus :

- [Visionner l'intervention vidéo de Antoine Cadoret, directeur de Pro Silva France](#)
- [Inventaire Forestier National 2024, IGN](#)
- [Chiffres clé de la forêt privée française édition 2021, CNPF](#)

¹ Document obligatoire pour les forêts de 25ha et plus, décrivant les coupes, les travaux et les itinéraires sylvicoles prévus dans la forêt sur une échelle de 10 à 20 ans.

Les interdépendances entre l'eau et la forêt

La croissance des arbres est dépendante de l'eau

La photosynthèse, processus à la base de la croissance des arbres, s'accompagne d'une consommation d'eau importante par transpiration des arbres. La combinaison de cette transpiration avec l'évaporation de l'eau à la surface du sol ou des feuilles suite aux précipitations, est qualifiée d'évapotranspiration. La quantité d'eau accessible et extractible par la végétation dans un sol donné est qualifiée de « Réservoir en eau utilisable d'un sol (RU) ». Un RU important limite les risques de stress hydrique pour un peuplement forestier. Dans les milieux secs, le manque d'eau une partie de l'année restreint la croissance des arbres, ce qui explique notamment des vitesses de croissance plus faible en zone méditerranéenne par exemple.

Les évolutions météorologiques induites par le changement climatique se traduisent par des précipitations moindres et moins bien distribuées, aussi bien spatialement que temporellement, ce qui impacte la croissance des arbres. Sur les dix dernières années, une baisse de 4% de la croissance des arbres s'observe, ainsi qu'un doublement du taux de mortalité des arbres². Les conifères sont les plus impactés par ce phénomène, notamment l'épicéa commun, souvent présent hors de son milieu naturel montagneux³.

La forêt participe à la régulation du cycle de l'eau

Par sa présence dans le bassin versant, la forêt joue un rôle essentiel dans le cycle de l'eau. Plusieurs mécanismes entrent en jeu.

La forêt favorise **l'infiltration et le stockage de l'eau dans le sol** : la perméabilité des sols forestiers est élevée, et les systèmes racinaires des arbres agissent comme des voies d'infiltration préférentielle, permettant à l'eau de pluie de s'infiltrer plus efficacement dans le sol. Cela participe au maintien des réserves d'eau souterraines et réduit la quantité d'eau transférée vers l'aval, ce qui atténue le risque inondation par comparaison à un sol non forestier.

La forêt contribue à **réduire l'érosion des sols** : les racines des arbres retiennent fermement le sol, empêchant son érosion par les eaux de ruissellement et le vent. De plus, le feuillage dense des arbres ralentit la chute des gouttes de pluie, réduisant leur impact sur le sol.

La forêt participe à **l'épuration de l'eau**, agissant comme un filtre naturel : lorsque l'eau de pluie traverse les couches de sol forestier, elle est purifiée par des processus chimiques, physiques et biologiques, notamment grâce à l'activité des bactéries, champignons et micro-organismes qui se trouvent dans les sols forestiers, et qui capturent les polluants et dégradent les contaminants.

La forêt contribue **au « recyclage » de l'eau dans le cycle de l'eau**, via les racines des arbres qui puisent l'eau du sol pour la transporter jusqu'aux feuilles. Une partie de cette eau est restituée dans l'atmosphère par la transpiration, créant un cycle continu d'absorption et de restitution de l'eau. Ce processus de transpiration permet non seulement d'abaisser la température des feuilles, favorisant une meilleure absorption de la lumière solaire pour la photosynthèse, mais il humidifie également l'atmosphère environnante, créant des

² Source : Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN), octobre 2023.

³ L'épicéa a été introduit il y a quelques décennies dans les plaines et à basse altitude. À l'époque, les conditions (sol profond, saison de végétation plus longue, pluviométrie) y offraient une meilleure croissance que dans son aire d'origine, que constituaient les montagnes de l'Est à partir de 700 m. Ainsi, la croissance moyenne en 2006 était de 2,1 mm en montagne contre 3,5 mm en plaine. Aujourd'hui, avec le changement climatique, les conditions en plaine le rendent beaucoup plus vulnérable aux attaques de scolytes, l'augmentation des températures étant favorable à la prolifération de ce ravageur..

conditions d'autant plus favorables à la croissance des plantes et à la production de biomasse.

Enfin, la forêt **régule le microclimat**, d'une part grâce à l'ombrage produit par le feuillage dense des arbres, et d'autre part parce que l'évapotranspiration de la végétation consomme des calories. On peut ainsi observer un fort différentiel de températures, de 5 à 8 °C par rapport à un espace non boisé. Cette réduction de la température limite l'évaporation excessive et maintient ainsi une meilleure humidité du sol. En période de chaleur, la forêt agit comme un îlot de fraîcheur, protégeant les écosystèmes sensibles et améliorant le confort thermique à proximité.

La restauration de l'hydrosystème du massif forestier de Rumilly Chaource



Dans le cadre de projets étudiants AgroParistech, de nombreux milieux forestiers ont fait l'objet d'un diagnostic du fonctionnement de leur hydrosystème. Deux perturbations majeures sont souvent constatées :

- [Evolution des caractéristiques morphologiques des cours d'eau](#). C'est par exemple le cas dans le massif forestier de Rumilly Chaource. De nombreux écoulements ont fait l'objet de modifications (tronçons rectifiés, déplacés...), sources d'accélération des eaux et réduisant fortement son infiltration dans le sol.
- [Fort impact de la desserte forestière sur les écoulements](#). C'est par exemple le cas dans le massif forestier vosgien. Ce réseau génère une concentration des écoulements et les fossés deviennent la source majeure d'arrivée d'eau dans les zones humides et cours d'eau. Les tracés à forte pente accélèrent la vitesse de l'eau et les phénomènes d'érosion. De nombreuses voiries croisent des zones humides et en modifient sérieusement leur fonctionnement.

En savoir plus :

- [Témoignage vidéo](#) de Philippe Durand, enseignant-chercheur à AgroParisTech.
- [Fiche Retour d'Expérience « Restauration de l'hydrosystème de tête de bassin versant du Brevant dans le massif forestier de Rumilly-Chaource »](#), Portail technique de l'OFB

Améliorer la rétention d'eau grâce aux pratiques forestières

Le bilan hydrique⁴ d'une forêt est complexe

La forêt n'est pas seulement consommatrice d'eau, mais influence le cycle de l'eau de plusieurs manières. Comme évoqué précédemment, la forêt induit une diminution du ruissellement et de l'évaporation, ainsi qu'une augmentation de l'humidité atmosphérique et des sols. En revanche, elle provoque également davantage de transpiration et de prélèvement souterrain. C'est pourquoi il est difficile d'évaluer simplement les pertes hydriques générées par une coupe forestière, en tenant compte non seulement des arbres mais aussi du sous-étage⁵ et du sol.

Dans les années 1860, des effets négatifs des coupes de forêt en montagne ont été constatés : le ruissellement excessif sur des surfaces pentues et presque nues provoquait des glissements de terrain, des crues et des inondations en contrebas. Ainsi, de 1860 à 1882, une forte

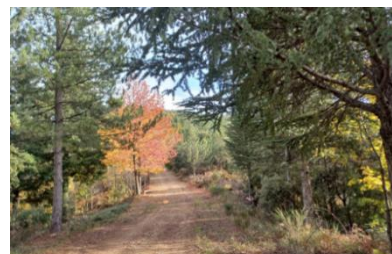
⁴ Variation du contenu en eau du sol résultant des apports et des pertes en eau, calculé sur une période déterminée

politique de restauration de terrains en montagne a été engagée pour éviter ces catastrophes. A ce jour, le bilan hydrique global dans les forêts françaises est très positif à l'échelle régionale ou à plus grande échelle malgré de potentielles disparités locales dues à des caractéristiques spécifiques.

40 ans de restauration forestière dans les Cévennes

Après avoir hérité de 115ha de forêt très pentue, vulnérable à l'incendie et essentiellement en friche dans les Cévennes, Jeannine Bourrely passe son brevet de technicien forestier et se lance dans la restauration de ce milieu fragilisé, parsemé notamment de taillis de châtaigniers dépérissant.

Elle plante 12ha d'essences variées dès 1984. En 1992, elle poursuit la mise en place d'une « sylvothèque », avec une soixantaine d'essences plantées, à raison de 100 pieds par essence. L'objectif est de déterminer empiriquement les essences les mieux adaptées aux conditions locales, notamment les plus résistantes aux risques incendies et les plus aptes à améliorer le taux de rétention en eau des sols.



L'expérimentation se poursuit en 1998 avec une nouvelle plantation d'essences mélangées dans le cadre d'un projet avec l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), puis en 1999 avec une plantation mycorhizée à base de lactaires délicieux (accélérateurs de croissances avérés depuis) pour un projet du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), et enfin en 2019 avec un projet de la CDC Biodiversité (Caisse des Dépôts et Consignations).

D'autres propriétaires se sont lancés depuis dans des démarches de recherche similaires, avec notamment un programme de l'école des Mines d'Alès et du CNRS visant à quantifier les différences de taux de rétention en eau entre les zones reboisées et celles laissées en l'état depuis les années 80s.

Aujourd'hui, les essences plantées semblent « cohabiter » en harmonie dans cette forêt devenue plus résiliente, notamment face aux risques d'incendies. On constate aussi que d'autres essences s'installent d'elles-mêmes.

En savoir plus :

- [Témoignage vidéo](#) de Jeannine Bourrely, propriétaire forestier dans les Cévennes.

Optimiser la rétention de l'eau dans les sols

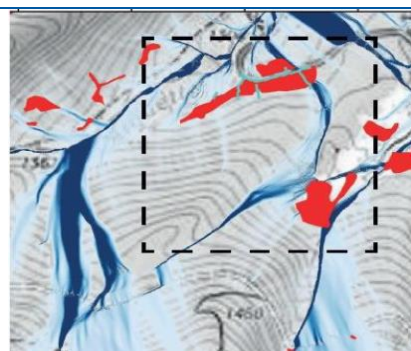
Plusieurs leviers permettent de diminuer le stress hydrique sur la forêt :

1. Le bon dimensionnement des coupes permettant un maintien continu de la couverture arborée et la conservation du bois mort. Ce dernier, au-delà de ses vertus pour le maintien de la biodiversité, pourrait être favorable au stockage de l'eau. Les coupes permettent également de gérer la densité d'un peuplement, et ainsi de jouer sur le confort hydrique des arbres.
2. L'optimisation du réseau de drainage formé par les fossés, les passages busés, les drains, etc. afin d'y induire une bonne rétention d'eau.
3. L'optimisation du réseau de débardage (pistes, cloisonnements et dépôts) et également le respect de ce réseau lors des chantiers. En effet, le tassement d'un sol peut fortement affecter sa porosité et donc ses propriétés hydrauliques (infiltration réduite des pluies).

Adaptation des pratiques dans une sapinière-hêtraie pyrénéenne

Un propriétaire de 2408 ha de forêt sur la commune de Cunozouls cherche à réduire les pertes de fonctionnalité hydrique de sa forêt.

Dans ce cadre, un MNT (Modèle Numérique de Terrain⁷) a été réalisé, à partir duquel les écoulements de surface sur la zone ont pu être modélisés. Ce modèle a permis d'identifier des zones de rupture et d'accélération des écoulements dues aux équipements forestiers (routes forestières, pistes, fossés, drains, etc), et de proposer des améliorations.



Ces dernières consistent par exemple à boucher les drains et à optimiser le réseau de débardage (fermeture de certains passages, création de nouvelles pistes, construction d'un pont-cadre et d'une place de dépôt). La révision du réseau de débardage vise également à éviter le passage de skidders à travers ou en bordure des tourbières, qui provoque le tassement des sols et donc endommage la fonction naturelle de stockage d'eau de ces milieux humides.

Enfin, en complément de ces aménagements relativement coûteux, de nouvelles méthodes de coupe et de renouvellement des arbres ont été encouragées, visant :

1. le maintien d'une couverture du sol continue dans l'espace et constante dans le temps : pour cela, seules des éclaircies représentant moins de 20% du volume maximum pourraient être réalisées, en assurant un suivi sanitaire et une sélection positive des arbres (notamment la conservation des arbres à houppiers hauts et profonds) ; par suite, la régénération naturelle continue des arbres est assurée par un bon dosage de la lumière et le contrôle des populations de cervidés.
2. le maintien de très gros arbres vivants ainsi que de gros bois morts, afin de favoriser l'inertie thermique et hygrométrique.

En savoir plus :

- [Témoignage vidéo](#) de Gaëtan Du Bus, ingénieur forestier.

Renforcer les liens entre acteurs forestiers et acteurs de l'eau

La pertinence de renforcer les liens entre les deux communautés est reconnue par l'ensemble des acteurs. Ces liens se construisent à de multiples échelles, et grâce aux échanges entre acteurs.

En particulier, les documents de planification propres aux deux secteurs sont des opportunités pour construire des synergies entre filière forestière et acteurs de la gestion des ressources en eau et des milieux aquatiques :

- En intégrant la thématique forêt et l'activité forestière dans les SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau), les contrats de rivières, etc.
- En tenant compte du cycle de l'eau et des milieux aquatiques dans les SRGS (Schémas régionaux de gestion sylvicole), les SRA (Schémas régionaux d'aménagement), les DRA (Documents régionaux d'aménagement), les PSG (Plans simples de gestion), et la chartre forestière de territoire, etc.

⁷ Représentation numérique du relief d'une zone géographique permettant son exploitation par un logiciel de modélisation. Source : Dupéré R. & Poiraud A., 2020. Pré-diagnostic fonctionnel du site tourbeux de référence de la Jasse de Lapazeuil, bassin versant de l'Aiguette. Etude commandée par le CEN-Occitanie, Ecométrum & Inselberg. 23 p.

Agir pour une gestion concertée de la forêt, du sol et de la ressource en eau



Forêt Méditerranéenne est une association qui œuvre à une meilleure connaissance de la forêt méditerranéenne et des risques qui la menacent, ainsi qu'à la reconnaissance des services qu'elle apporte.

Depuis 2022, elle a entamé un cycle d'échanges et d'information sur le thème « forêt, sol et eau, des alliés naturels », dont les objectifs sont :

- d'actualiser les connaissances sur les relations forêts, sol et eau,
- favoriser les échanges entre acteurs de l'eau, de la forêt et des territoires,
- proposer des pistes d'actions à ces différents acteurs.

Ainsi, au-delà des événements et visites de terrain organisées dans le but de réunir les acteurs des deux secteurs, d'autres outils de travail ont été identifiés et partagés, tels qu'un cours de formation sur internet de la *Food and Agriculture Organisation* (FAO) par exemple.

Parmi les pistes d'amélioration présentées par l'Association pour les forestiers, on compte la sensibilisation des forestiers à l'intérêt des zones humides et des ripisylves, l'adoption d'une gestion sylvicole adaptative - telle que la sylviculture mélangée à couvert continu défendue par Pro Silva -, et la mise en place d'équipements ralentissant les ruissellements, tels que des fascines, des fossés, des retenues collinaires, etc.

En savoir plus :

- [Témoignage vidéo](#) de Louis-Michel Duhén, Vice-président de Forêt méditerranéenne
- [Site de Forêt Méditerranée](#)
- [Formation « Le lien entre les forêts et l'eau »](#), FAO/SIWI 2022

Conclusion

Les services fournis par la forêt pour la gestion de la ressource en eau, et inversement, sont nombreux. Ces services fournis sont aujourd'hui fortement impactés par le changement climatique, ainsi que par certaines politiques et pratiques de gestion des forêts et des cours d'eau. Les liens entre forêt et qualité d'eau restent mieux maîtrisés qu'au niveau quantité d'eau. Les liens entre pratiques sylvicoles et rétention d'eau dans les sols reposent sur des interactions complexes, il faut ainsi veiller à ne pas généraliser hâtivement des observations et se baser sur des études chiffrées robustes. Des travaux de recherche et de R&D sont menés pour améliorer la compréhension de ces interactions. Les acteurs de l'eau et ceux de la forêt doivent poursuivre le développement des partenariats pour coconstruire des liens pérennes permettant d'agir sur ces services et ces impacts dans la durée, et pour impulser les changements nécessaires dans ces deux secteurs de manière durable.

En savoir plus :

- [La conclusion vidéo](#) de Julien Fiquepron, ingénieur au CNPF IDF

Références et ressources complémentaires

- [Centre de ressources Cours d'eau.](#)
- Chambres d'Agriculture Grand Ouest, juil. 2023. [Forêt MAG.](#) 16p.
- CNPF Occitanie, 2022. [Bois morts et vieux arbres, piliers du fonctionnement des écosystèmes forestiers.](#) 3p.
- Bansept A., Fiquepron J., 2014. Protéger et valoriser l'eau forestière, guide pratique national du projet « EAU + FOR », FPF, CNPF, 156 p.
- CNPF, 2024. [Forêt et eau.](#)
- Ecotree, 2022. [Morts sur pied, les arbres chandelles sont très utiles.](#)
- FAO, 2022. [Le lien entre les forêts et l'eau.](#) Formation en ligne.
- Forestiers d'Alsace, 2023. [Cultiver l'eau dans les forêts.](#) Conférence.
- Forêt Irrégulière École, 2023. [L'intérêt du bois mort en forêt.](#)
- Forêt méditerranéenne, 2024. [Spécial « Forêt, sol et eau, des alliés naturels ».](#) Ouvrage sur commande.
- Forêt Méditerranéenne, 2022-2024. [Différentes notes d'étapes des événements organisés dans le cadre du cycle "Forêt, sol et eau, des alliés naturels »](#)
- INRAE - RECOVER, 2019. [Suivi du débit du Bassin Versant du Réal Collobrier.](#)
- OFB, 2020. [Restauration morphologique de cours d'eau temporaires en forêt domaniale de Chaux – Retour d'Expérience.](#) 8p.
- Office National des Forêts, 2022. [Modélisation de la rétribution des services écosystémiques - gestion des anciennes plantations en zone humide du Massif central.](#)
- Office National des Forêts, 2024. [Dans le Jura, une restauration de cours d'eau en milieu forestier.](#)
- Office National des Forêts, 2024. [Renaturation de cours d'eau : quand services écosystémiques riment avec sécurité.](#)
- OiEau, 2022. [Les petits ruisseaux – la forêt de Nedde.](#) Podcast.
- Syndicat du bassin Célé – Lot médian, 2022. [Gestion forestière et milieux aquatiques.](#) 11p.
- Water Family, 2024. [Cahier Nature - Arbres, Sol, Eau.](#) Livre guide illustré pour enfants. 32p.

Auteurs : M. Hasse (OiEau), M. Fouillet (OiEau), S. Barreau (OiEau).

Intervenant(e)s lors de la webconférence : J. Peress (Office Français de la Biodiversité - OFB), A. Cadoret (Pro Silva France), G. du Bus de Warnaffe (Arbre et Bois Conseil), L.-M. Duhen (Forêt Méditerranéenne), J. Bourrely (propriétaire forestière), J. Fiquepron (Centre National de la Propriété Forestière – CNPF).

Replay de la webconférence

Supports de présentation

Réalisé avec le soutien financier de



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ

