

# Eau et forêt : quels liens entre les deux ?

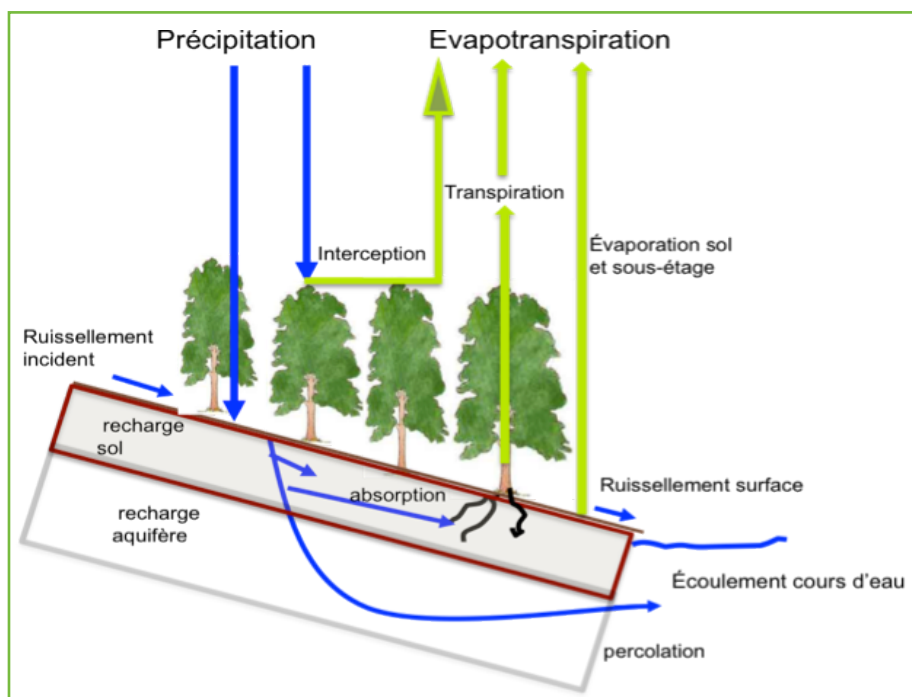
Au delà de l'aspect historique de la réunion dans l'administration des Eaux et Forêts de deux milieux et ressources naturels qui sont liés, l'eau, source de vie, joue un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers. D'importants flux d'eau les traversent et participent au cycle général de l'eau.

## Quels sont les principaux flux d'eau dans une forêt ?

Lorsqu'une pluie tombe sur une forêt composée d'arbres et de plantes herbacées et arbustives, une fraction est captée par le couvert et re-évaporée directement dans l'atmosphère ; cette quantité peut être importante : de 15 à 40 % de la pluie incidente, variable selon l'espèce, la densité du peuplement, et la durée et l'intensité de la pluie.

Une autre fraction de la pluie atteint le sol et se divise en quatre composantes : une partie mouille la surface du sol et est re-évaporée dans l'atmosphère, une seconde ruisselle et alimente les cours d'eau, une troisième s'infiltre dans le sol d'où elle est extraite par les racines des arbres et des autres plantes, et retourne à l'atmosphère sous forme de vapeur – c'est la transpiration –, et une dernière partie draine en profondeur lorsque le sol est saturé et rejoint les aquifères.

**Figure 1.** Le cycle hydrologique en forêt : flux d'eau entrants et sortants du système, c'est à dire la parcelle forestière considérée et la partie souterraine explorée par les racines



Les flux d'eau entrant et sortant d'une forêt participent au cycle de l'eau. On appelle évapo-transpiration la somme des quantités d'eau retournant à l'atmosphère par évaporation directe ou par transpiration à travers les plantes. Ce flux d'eau sous forme de vapeur est souvent qualifié d'eau « verte », par opposition à l'eau « bleue », celle qui va alimenter les cours d'eaux et les lacs (naturels ou artificiels), et qui constitue les ressources en eau utilisable pour les besoins humains. À un pas de temps annuel, les quantités d'eau impliquées dans ces différents flux sont très variables ; elles dépendent des essences, de la nature du sol et de sa pente, du régime pluviométrique, de la structure du couvert, de la demande évaporative climatique (elle même très variable selon les éco-régions), etc. Le tableau ci-dessous présente des valeurs observées pour une hêtraie de plaine en Lorraine, sur un sol plat où le ruissellement est négligeable. En année pluvieuse, la fraction des précipitations « évapo-transpirée » par la forêt est de 38% contre 52% en année sèche.

|                                     | Année humide | Année sèche |
|-------------------------------------|--------------|-------------|
| Précipitations                      | 1005         | 661         |
| Transpiration des arbres            | 226<br>22%   | 197<br>30%  |
| Interception des précipitations     | 116<br>11%   | 96<br>15%   |
| Évaporation du sol et du sous-étage | 45<br>4%     | 46<br>7%    |
| Drainage                            | 623<br>62%   | 322<br>49%  |

**Tableau 1.** Bilan hydrique d'une hêtraie en Lorraine pour une année sèche et une année humide.

Le flux entrant (les précipitations) est exprimé en mm et les flux sortants sont exprimés dans la même unité et en pourcentage des précipitations.

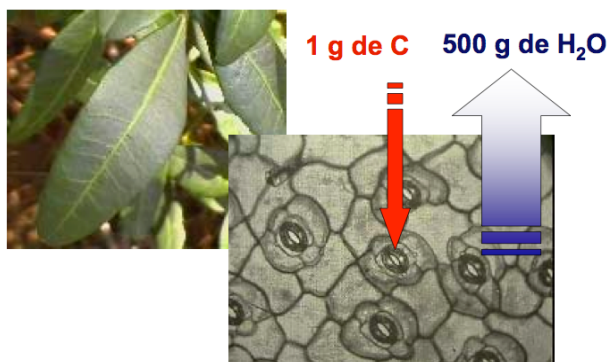
Source : INRA – BILJOU-Modèle

Les forêts occupent en France 27% du territoire, davantage en proportion en zones de montagne, fortement boisées, notamment dans les parties hautes des bassins-versants qui sont aussi les plus arrosées. On comprend alors que leur rôle dans le cycle hydrologique général et leurs interactions avec les ressources en eau puisse être très important.

### A quoi l'eau est-elle utilisée dans un écosystème forestier ?

L'eau est nécessaire, non seulement à la vie des arbres, mais aussi à celle de tous les organismes vivants (microorganismes, insectes, animaux, plantes), composantes de la biodiversité forestière et qui sont impliqués dans les processus de base du fonctionnement des écosystèmes forestiers.

L'eau est également un transporteur d'éléments chimiques et minéraux dans l'écosystème : c'est à la fois un vecteur et un solvant. L'eau véhicule les substances nutritives, minérales ou organiques (éléments ou composés chimiques) dont les plantes ont besoin pour leur croissance et un fonctionnement normal. Les plantes et les arbres obtiennent ces éléments minéraux principalement à partir du sol en les absorbant par leurs racines, souvent en symbiose avec des champignons.



**Figure 2.** Photosynthèse et transpiration.

Les plantes perdent de la vapeur d'eau (transpiration) à travers leurs stomates ; petits orifices à la surface des feuilles visibles sur la photo ci-jointe. Lorsqu'ils sont ouverts et la transpiration est active, les plantes prélèvent simultanément dans l'atmosphère le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) qui sera utilisé dans la photosynthèse. Le rapport entre le carbone prélevé et la perte d'eau par transpiration à travers les stomates de la plante, est utilisé comme mesure de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Cette valeur peut être instantanée lorsqu'elle est obtenue par des mesures d'échanges gazeux, ou intégrée sur des périodes plus longues grâce au cumul de ces mesures ou estimée par d'autres méthodes indirectes. Source : C. Gracia

Les arbres prélèvent l'eau par leurs racines fines, et la stockent dans différents compartiments (racines, tronc, branche, feuilles). En général, ce stock est d'un ordre de grandeur assez limité : plusieurs centaines de tonnes par hectare (soit seulement quelques dizaines de mm de hauteur d'eau), comparativement à l'énorme flux d'eau qui passe à travers la plante, du fait de la photosynthèse et de la transpiration associée. Contrairement au carbone qui a une longue durée de vie dans les tissus de la plante, l'eau, en effet, ne fait que passer, pratiquement dans sa totalité, à travers la plante, du sol à l'atmosphère : c'est la transpiration. Bien que la photosynthèse elle-même consomme très peu d'eau, les plantes terrestres ont besoin d'une circulation d'importantes quantités d'eau pour permettre la fixation du  $\text{CO}_2$ . La fixation de 1 g de carbone, nécessite la transpiration d'une quantité d'eau 500 fois supérieure (ceci est un ordre de grandeur). Une partie du carbone fixé est ré-émis par la respiration des plantes. Cela veut dire que la fixation nette d'1 g de carbone demande une quantité d'eau encore plus importante. Pour le chêne vert, on a pu l'estimer à 1.000 ou 1.500 fois plus.

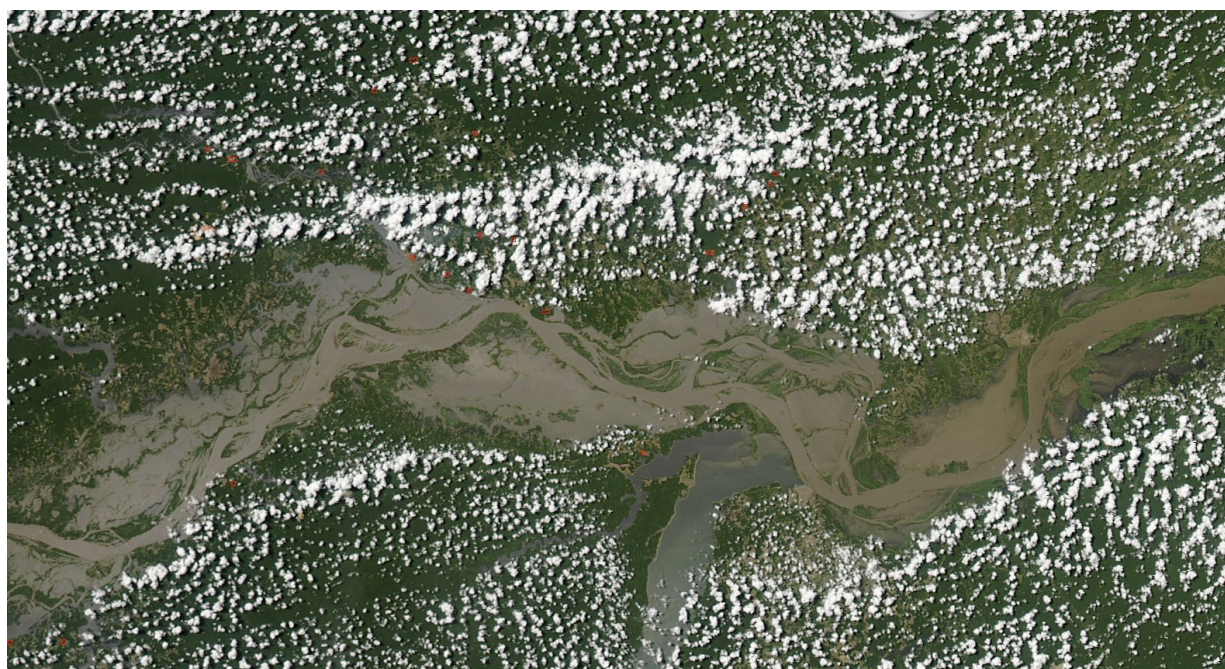
L'écoulement de l'eau dans les sols est aussi un facteur déterminant de l'altération de la roche mère et de la formation du sol, tout spécialement pour les sols forestiers où les fortes activités biochimiques et microbiennes augmentent l'efficacité de l'altération par l'eau. La qualité de l'eau (eau bleue) en sortie de bassins-versants ou dans les captages sous forêt est également liée à ces processus.

La disponibilité en eau assure un bon fonctionnement de tous les mécanismes physiques et biologiques qui opèrent au sein des écosystèmes forestiers, et qui leur permettent de fournir les nombreux biens et services utiles aux sociétés, y compris la fourniture d'une ressource en eau de qualité. En situation de stress hydrique, c'est donc le fonctionnement de base de l'écosystème qui est altéré, et donc corrélativement l'ensemble des biens et services qu'il fournit. Les changements climatiques attendus sont à cet égard très préoccupants.

### Combien d'eau une forêt consomme-t'elle ?

Dans le cas de la hêtraie de Lorraine (tableau 1), la quantité d'eau « verte » « consommée » annuellement (par évapotranspiration) varie de 3.500 à 4000 m<sup>3</sup>. Ce chiffre en lui-même peut sembler important, mais il faut le comparer à d'autres modes d'occupation des sols. Par rapport aux prairies ou aux cultures, les forêts « consomment » plus d'eau du fait de leur surface foliaire plus importante et de leur système racinaire plus profond, capable d'exploiter l'eau dans un volume plus important de sol, et donc de maintenir leur transpiration en période sèche. En climat tempéré par exemple, une prairie « consomme » de 10 à 20 % d'eau en moins qu'une forêt.

Le fait que les forêts évapo-transpirent souvent plus que d'autres couverts végétaux est-il négatif ? C'est le cas si l'on considère la demande en eau au niveau local, en sortie du bassin-versant. Mais si l'on se place dans un contexte géographique plus vaste, le supplément d'eau fourni par la forêt sous forme de vapeur reviendra au sol sous forme de précipitations accrues. Une des fonctions importantes de la forêt réside dans le service majeur qu'elle rend dans le recyclage de l'eau. Un autre service est la régulation du climat, y compris les températures, car l'évapotranspiration consomme de l'énergie.



**Figure 3.** Nuages au-dessus de la forêt amazonienne une après-midi de saison sèche. Ils sont attribués à une forte transpiration. Voici un cas où l'eau « verte », condensée, est bien visible ! (19 Août 2009) - Crédit : NASA

De même que l'on évalue l'empreinte carbone d'un matériau ou d'un produit, on peut évaluer son empreinte « eau ». La quantité d'eau nécessaire pour élaborer 1 m<sup>3</sup> de bois varie grandement selon les essences, leur sylviculture, la nature du sol, le climat. Elle peut aller de 300 à 3.000 m<sup>3</sup>, pour donner des ordres de grandeur. Pour une essence donnée toutefois, la consommation en eau d'une parcelle va dépendre de sa productivité. Le pin radiata, par exemple, ne consomme que 340 m<sup>3</sup> d'eau pour produire 1 m<sup>3</sup> de bois, mais sa très forte productivité (20 à 30 m<sup>3</sup>/ha/an, soit 2 à 3 fois que les essences des forêts tempérées) fait qu'une plantation de ce pin demande beaucoup d'eau.

### Quelles relations entre forêt, cycle hydrologique et ressource en eau ?

Voici un domaine où les idées reçues abondent mais aussi où la complexité des phénomènes, interactions et des échelles spatiales en jeu rend toute simplification sujette à caution. On trouvera ci-dessous quelques éléments de synthèse.

- Le couvert forestier intercepte la pluie et réduit sa force érosive. Les sols forestiers, riches en matière organique et pénétrés par des réseaux racinaires importants ont une porosité élevée et sont favorables à l'infiltration de l'eau en profondeur, et limitent le ruissellement, et donc l'érosion.
- Les forêts riveraines « dépolluent » les eaux chargées en nitrates issues des cultures adjacentes.
- La capacité des forêts à réguler les inondations est souvent beaucoup plus faible qu'on ne l'affirme souvent ; elle se limite aux orages pas trop intenses et aux bassins versants de taille réduite. Le couvert forestier permet toutefois d'écarter un pic de crue en cas de pluie violente.
- Les forêts peuvent parfois accroître les débits d'étiage, mais, en général, il est plus probable qu'elles les réduisent.
- Les forêts en général consomment plus d'eau que d'autres écosystèmes.



**Figure 4.** Le lac artificiel de la Môle (Var) alimente en eau les communes du Golfe de Saint-Tropez. Il collecte les écoulements d'un bassin versant entièrement forestier (chêne-liège). Crédit : C. Birot

### Ce qu'il faut retenir

- La consommation en eau nette des forêts excède presque toujours celle d'autres couverts végétaux.
- La moindre disponibilité en eau « bleue » qui peut en résulter peut être compensée par : i) un impact positif du couvert sur la qualité de l'eau de surface et souterraine, et sur la protection des sols ; ii) la fourniture par les forêts d'un ensemble d'autres biens et services.