

## Eau et forêt : quels liens entre les deux ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 02.02.Q04

avril 2026

Yves BIROT, membre de l'Académie d'Agriculture de France

**Mots clés : cycle hydrologique, photosynthèse, évapotranspiration**

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 ?

#### Répartition des eaux de pluie

Lorsqu'une pluie tombe sur une forêt composée d'arbres et de plantes herbacées et arbustives, une fraction est captée par le couvert et est 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, la durée et l'intensité de la pluie. Une autre fraction atteint le sol et se divise en cinq :

- une partie mouille la surface du sol et est re-évaporée dans l'atmosphère,
- une partie ruisselle et alimente les cours d'eau,
- une partie s'infiltre dans le sol, d'où elle sera extraite par les racines des arbres et des autres plantes,
- une partie retourne à l'atmosphère sous forme de vapeur (c'est la transpiration)
- la dernière partie draine en profondeur, lorsque le sol est saturé et rejoint les aquifères (Fig.1).

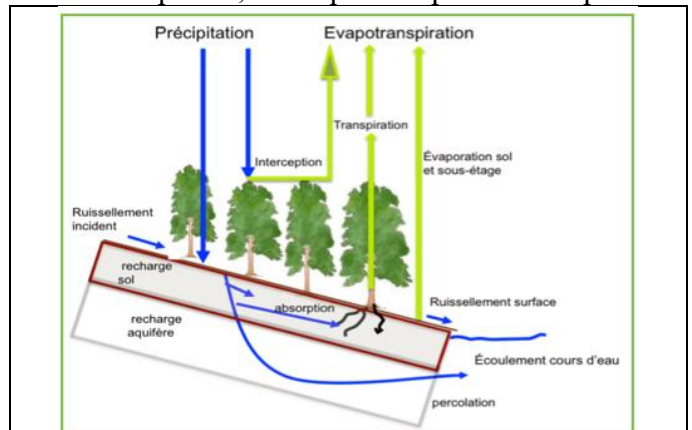


Fig.1 : cycle hydrologique : flux d'eau entrants et sortants du système composé de la parcelle forestière et de sa partie souterraine explorée par les racines

#### Les flux d'eau

Les flux d'eau entrant et sortant d'une forêt participent au cycle de l'eau.

On appelle évapotranspiration la somme des quantités d'eau retournant à l'atmosphère par évaporation directe ou transpiration à travers les plantes. Ce flux, sous forme de vapeur, est souvent qualifié d'*eau verte*, par opposition à l'*eau bleue* qui, en alimentant cours d'eaux et lacs (naturels ou artificiels), reconstitue les ressources en eau utilisable pour les besoins humains. Au cours d'une année, 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 écorégions), etc.

La Figure 2 présente des valeurs observées pour une hêtraie de plaine (Lorraine) sur sol plat où le ruissellement est négligeable. En année pluvieuse, la fraction des précipitations évapotranspirées par

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

Figure 2 : bilan hydrique pour une année sèche et une année humide. Le flux entrant (= précipitations) est exprimé en mm ; les flux sortants sont exprimés en mm et en pourcentage des précipitations (source : INRA – BILJOU-Modèle).

la forêt est de 38 % contre 52 % en année sèche.

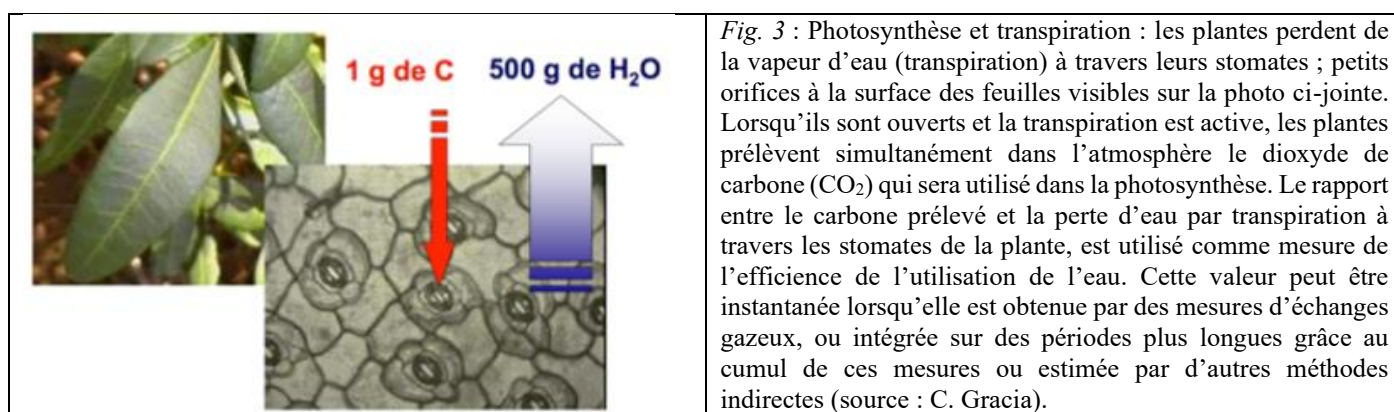
Comme les forêts occupent en France 31 % du territoire (davantage en proportion en zones de montagne, fortement boisées, notamment dans les parties hautes des bassins-versants qui sont aussi les plus arrosées), on comprend que leur rôle dans le cycle hydrologique général et leurs interactions avec les ressources en eau puisse être très important.

### À 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) qui sont les composantes de la biodiversité forestière, et 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 : elle est à la fois un vecteur et un solvant, et 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. Les arbres prélèvent l'eau par leurs racines fines, et la stockent dans différents compartiments (racines, tronc, branche, feuilles). En général, ce stock est assez limité : plusieurs centaines de tonnes par hectare (soit seulement quelques dizaines de millimètres de hauteur d'eau), comparativement à l'énorme flux d'eau qui passe à travers la plante, du fait de la transpiration. 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 (Fig. 3). Les plantes terrestres ont besoin d'une circulation d'importantes quantités d'eau pour permettre la fixation du CO<sub>2</sub> et l'acquisition des nutriments du sol.



La fixation de 1 gramme de carbone nécessite la transpiration d'une quantité d'eau d'ordre de grandeur 500 fois supérieure. Une partie du carbone fixé est réémis par la respiration des plantes, c'est-à-dire que la fixation nette d'1 gramme 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 (Fig. 3), la quantité d'eau verte consommée annuellement par évapotranspiration varie de 3 500 à 4 000 m<sup>3</sup> à l'hectare. Ce chiffre 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, une prairie consomme de 10 % à 20 % d'eau en moins qu'une forêt.

Le fait que les forêts évapotranspirent 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 (Fig.4).

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.



Fig. 4 : Nuages au-dessus de la forêt amazonienne (après-midi de saison sèche, 19 août 2009), attribués à une forte transpiration. Voici un cas où l'eau verte condensé, est bien visible ! (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, et peut aller de 300 à 3 000 m<sup>3</sup> ; pour chaque essence, la consommation en eau dépend 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 plus que celle des 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, ont une porosité élevée favorable à l'infiltration de l'eau en profondeur, ils limitent le ruissellement, et donc l'érosion.
- Les forêts riveraines dépolluent les eaux chargées en nitrates issus des cultures adjacentes.
- La capacité des forêts à réguler les inondations est souvent beaucoup plus faible qu'on ne l'affirme ; 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.

#### • 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 :
  - - un impact positif du couvert sur la qualité de l'eau de surface et souterraine, et sur la protection des sols ;
  - - la fourniture par les forêts d'un ensemble d'autres biens et services : réduction de l'érosion, dépollution, écrêtement des pluies violentes, régulation du climat.





*Fig. 5 : 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, planté en chêne-liège (crédit : C. Birot).*

**Pour en savoir plus**

- Fiche 02.05.Q03 *La sécheresse : quels risques pour les forêts ?*