

Mille-Feuilles : Les arbres meurent-ils de soif ?

Le contexte



Mille-Feuilles, c'est un projet de recherches participatives qui a débuté en septembre 2022.

Proposé par la directrice de recherche INRAE Nathalie BREDA, il est porté par la Forêt Irrégulière École (FIE), située dans le Parc national de forêts, et ses partenaires, ainsi que l'équipe de Tous Chercheurs de Nancy, le Forest'InnLab et le labex ARBRE.

Ce projet est co-financé par la Région Grand-Est et la FIE. L'Office National des Forêts, le Centre d'Initiation à la Nature, le Parc national de forêts et la Maison de la forêt de Leuglay ont également participé à l'animation et l'encadrement des ateliers à nos côtés.

Enfin, ce projet a été mené sur les forêts du SIGFRA (Syndicat Intercommunal de Gestion Forestière de la Région d'Auvergne).

Recherche participative : quand la recherche scientifique rencontre le grand public.

Des élèves de 5^{ème} du collège de Prauthoy qui ont revêtu les bottes puis les blouses blanches pour ce projet. Il a de plus mobilisé une classe de primaire de l'école de Saint-

Loup-sur-Aujon, ainsi que quelques bénévoles pour faire face à un imprévu de la nature.

La problématique

Face au dépérissement notable dans les forêts suite aux sécheresses intenses ou répétées, Nathalie BREDA s'est posée la question du lien entre les précipitations, la consommation en eau, le mode de gestion des forêts (Sylviculture Mélangée à Couvert Continu) et le dépérissement.

Il est alors nécessaire de s'intéresser au **bilan hydrique** forestier, c'est-à-dire l'ensemble des flux d'eau entrants et sortants du système forestier (*figure ci-dessous*).

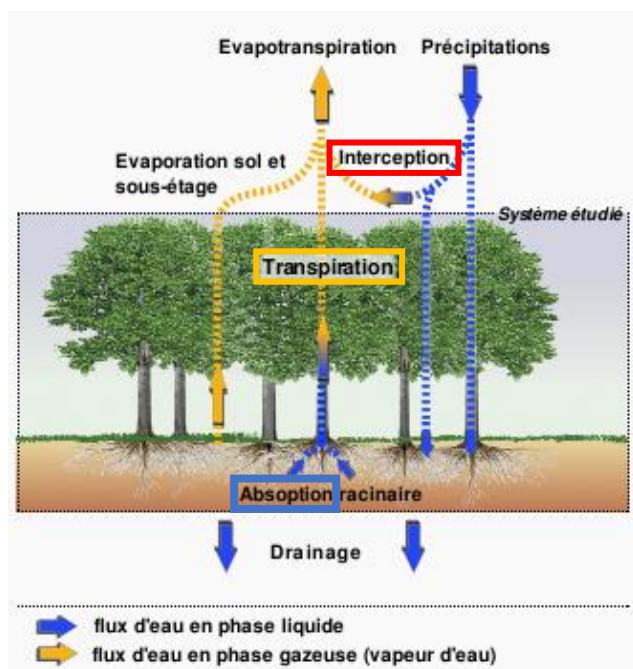


Schéma du bilan hydrique © Nathalie BREDA
- Site internet BILJOU

Suivant notamment la densité du feuillage, les feuilles vont **intercepter** une partie des précipitations. Cette eau retenue va directement repartir vers l'atmosphère par évaporation, sans alimenter les réserves en eau du sol.

Les arbres **transpirent** également : lorsqu'il y a du soleil et que l'air est un peu sec, l'eau s'évapore par les feuilles et cette eau est compensée par l'**absorption** par les racines.

La transpiration et l'eau interceptée constituent ensemble ce qu'on appelle l'**évapotranspiration**. C'est de l'eau qui repart dans l'atmosphère sous forme vapeur.

Et plus il y a de feuilles, plus la forêt à la fois consomme et intercepte une grande quantité d'eau.

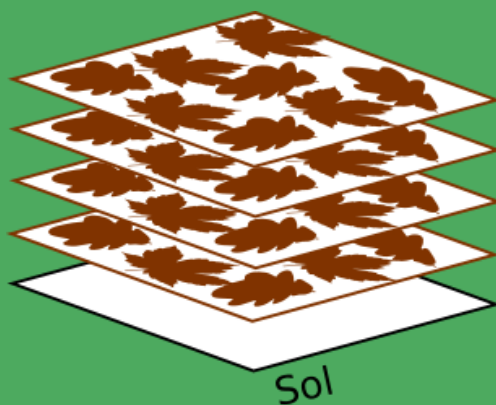
On peut alors se demander si l'ouverture et la composition du couvert forestier modifient la sécheresse du sol.

La mise en place du protocole

Nathalie BREDA, accompagnée par l'équipe de Tous Chercheurs, s'est posée avec les collégiens pour construire ensemble la question de recherche et le protocole à suivre. Guidés par les chercheurs, les collégiens ont alors fait part de leurs idées, réfléchi aux méthodes possibles pour caractériser le couvert forestier, et défini la marche à suivre.

Ainsi, pour répondre à la question de recherche, il a été décidé de s'intéresser à la quantité de feuilles. Elle est décrite par l'**indice foliaire**, qui correspond à la surface totale de feuilles (surface cumulée de chaque feuille) sur une surface de récolte donnée. Il est exprimé en m^2 de feuilles par m^2 de sol.

Par exemple, un indice foliaire de 4 correspond à $4 m^2$ de feuilles récoltées sur $1 m^2$ de sol, ce qui peut être représenté par 4 couches de feuilles superposées sur la surface de sol de $1 m^2$ (figure).



Schématisation de l'indice foliaire

Il faut alors récolter l'ensemble des feuilles tombées sur une zone bien définie, mesurer la surface totale de feuilles, et diviser par la surface de la zone de ramassage.



Les étapes du protocole

1 Choix des zones d'étude

Nous nous sommes basés sur un réseau de zones déjà riches en informations sur les forêts du SIGFRA : les placettes. Il s'agit de petites surfaces dans les parcelles forestières où chaque arbre est identifié, référencé, et son diamètre mesuré tous

les 10 ans, pour assurer un suivi de l'évolution des forêts. Vingt placettes ont été sélectionnées, réparties sur les communes de Saint-Loup-sur-Aujon et Vals-des-Tilles. Nous avons pris la précaution de choisir ces 20 placettes dans

différentes parcelles, mais sur seulement deux types de sol différents et en position de plateau.



Cagette en bois utilisée pour la récolte des feuilles

2 Le matériel nécessaire

Pour récolter les feuilles sur une surface connue, nous nous sommes servis de cagettes en bois dont nous avons mesuré la surface précise.

Un filet a été disposé et agrafé au fond et sur les côtés pour que les feuilles ne passent pas à travers les lattes de bois. Quatre cagettes ont été réparties de

manière systématique (distance fixe depuis le centre de la placette et dans les quatre directions cardinales) sur chaque zone d'étude afin de ne pas être influencé par les trouées dans le couvert pour disposer les cagettes.

3

Récoltes des feuilles

Deux récoltes avaient été prévues avec les collégiens, et ont été réalisées en octobre et en novembre 2022. Mais en bons observateurs, ils ont constaté que toutes les feuilles n'étaient pas tombées, en raison de l'arrivée tardive du gel.

Deux récoltes supplémentaires ont donc été nécessaires : nous avons fait appel au pied levé à un petit groupe de bénévoles, début décembre 2022 ... Il n'avait toujours pas gelé, alors une quatrième et dernière récolte a eu lieu en janvier 2023 par nos animateurs. Ouf, toutes les feuilles étaient enfin tombées !



*Collégiens en forêt
lors de la première
récolte*



*Bénévoles en forêt
lors de la troisième
récolte*

4

Analyses en laboratoire

Une partie des analyses a été confiée aux collégiens, qui ont eu la chance de venir passer une journée par classe dans les laboratoires de Tous Chercheurs à côté de Nancy, en décembre 2022. L'autre partie a été assurée par Nathalie BREDA et son équipe.



© Tous Chercheurs

Collégiens utilisant l'équipement de mesure des surfaces de feuilles et réalisant des pesées dans les laboratoires de Tous Chercheurs

Les mesures et analyses ont consisté à :

- 1 **Trier les feuilles** par essence et par placette ;
- 2 **Déterminer les essences** ;
- 3 **Mesurer la surface des feuilles**, à l'aide d'un appareil dédié, sur un échantillon pris au hasard pour chaque placette (50 feuilles par essence et par placette) ;
- 4 **Sécher les feuilles** à l'étuve, puis les peser (afin de ramener les mesures réalisées sur un échantillon à l'ensemble des feuilles récoltées) ;
- 5 **Calculer l'indice foliaire** (en ramenant la surface des cagettes à 1 m² pour simplifier la lecture des résultats et obtenir des m² de feuilles par m² de sol).

Quels résultats ?

Au total, c'est 27 essences identifiées et 8 757 feuilles qui ont été analysées, dont la moitié par les collégiens ! Bravo à tous !

L'ensemble de ces mesures vont permettre de calculer des indices foliaires par essence et par placette.

Ces valeurs pourront ensuite être utilisées dans un modèle de bilan hydrique forestier développé par Nathalie BREDA et son équipe. Cela permettra de simuler l'impact de l'indice foliaire sur la sécheresse du sol. *Pour plus d'informations sur le sujet, rendez-vous sur le site [BILJOU](#).*

Comme il s'agit d'un projet de recherche, les résultats seront valorisés par une publication dans une revue scientifique et une communication dans un colloque. Cela implique que nous ne diffusons pas les résultats avant toute publication.



Tri des feuilles et détermination des essences

Mais surtout... quels apports de ce projet ?

Bien au-delà des résultats scientifiques, ce projet a permis de transmettre les sciences autrement aux élèves : développement du sens critique, savoir poser une

problématique, apprentissage de la patience et de la rigueur, compréhension de la démarche scientifique, etc.

« Une pédagogie par le faire »

Tout cela n'aurait pas vu le jour sans l'implication des professeur.e.s du collège de Prauthoy : Anne Laforest, professeure de SVT à l'initiative de ce partenariat, et tous les autres

enseignants ayant intégrés le projet à leur discipline (maths, français, arts plastiques, ...).

Collégiens dans le laboratoire Tous Chercheurs triant les feuilles



Collégiens en classe lors de la réflexion autour du projet

Pour la suite, que se passe-t-il ?

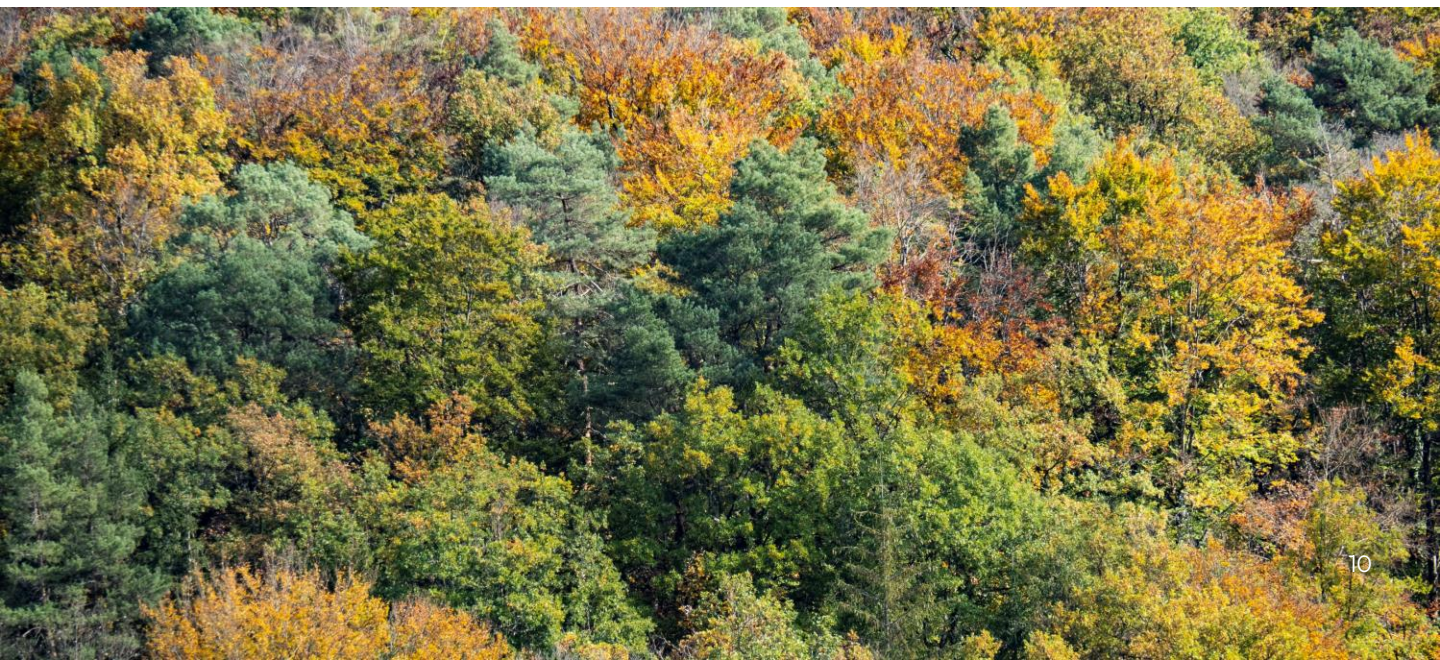
Le **5 juin prochain**, les collégiens retournent sur le terrain avec les différents animateurs pour découvrir comment mesurer l'indice foliaire autrement et discuter de l'implication potentielle des résultats sur le terrain.

Le projet Mille-Feuilles sera également présenté à un groupe de scientifiques lors d'un colloque se tenant fin juin (les ateliers REGEFOR).

Pour la prochaine rentrée, Mille-Feuilles continue !

Les nouveaux élèves en classe de 5^{ème} du collège de Prauthoy poursuivront le travail sur l'indice foliaire sur 15 nouvelles placettes afin de compléter la première partie de l'étude. Deux nouvelles communes accueilleront cette

nouvelle édition. Les élèves des promotions 2022-2023 et 2023-2024 pourront ainsi échanger sur leurs résultats, les observations et leurs ressentis.



Concernant les bénévoles

Nous souhaiterions mieux les impliquer pour cette nouvelle année de Mille-Feuilles. Qu'ils puissent suivre le projet d'un bout à l'autre, comme les collégiens l'ont fait.

Et pour ça, une nouvelle idée a vu le jour pour 2023-2024, pour mieux comprendre le réservoir en eau des sols....



Curieux de découvrir cette nouvelle idée et de prendre part à la suite ?

*Venez nous rencontrer le **samedi 10 juin** lors de la Fête des ABC organisée par le Parc national de forêts à Vals-des-Tilles (Chalmessin).*

Participez à notre animation en forêt à 14h sur le dépérissement et le projet Mille-Feuilles. Nous pourrons ensuite discuter des suites à faire ensemble !

RDV 14h sur le parking de la salle polyvalente du village de Chalmessin.