



**HAL**  
open science

# **BILJOU : un outil de simulation du bilan hydrique des forêts**

André Granier, Vincent Badeau, Nathalie Bréda

► **To cite this version:**

André Granier, Vincent Badeau, Nathalie Bréda. BILJOU : un outil de simulation du bilan hydrique des forêts. Colloque SEMEAU, Oct 2012, Clermont-Ferrand, France. , 2012, Actes du colloque. hal-01267879

**HAL Id: hal-01267879**

**<https://hal.science/hal-01267879v1>**

Submitted on 3 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# BILJOU : un outil de simulation du bilan hydrique des forêts

André Granier, Vincent Badeau, Nathalie Bréda  
agranier@nancy.inra.fr  
UMR INRA-UHP Ecologie & écophysiologie forestières  
F-54280 Champenoux

# Cadre général : des besoins multiples



**Pour le forestier** : simuler et prévoir la disponibilité en eau des peuplements, notamment les sécheresses, pour :

- Optimiser l'adéquation entre climat+sol et la productivité ;
- Faire les choix raisonnés d'essences et de gestion en climat futur.

Verrou : la mesure non biaisée de la teneur eau du sol sur l'ensemble du profil racinaire (lourdeur, coût, variabilité spatiale...).

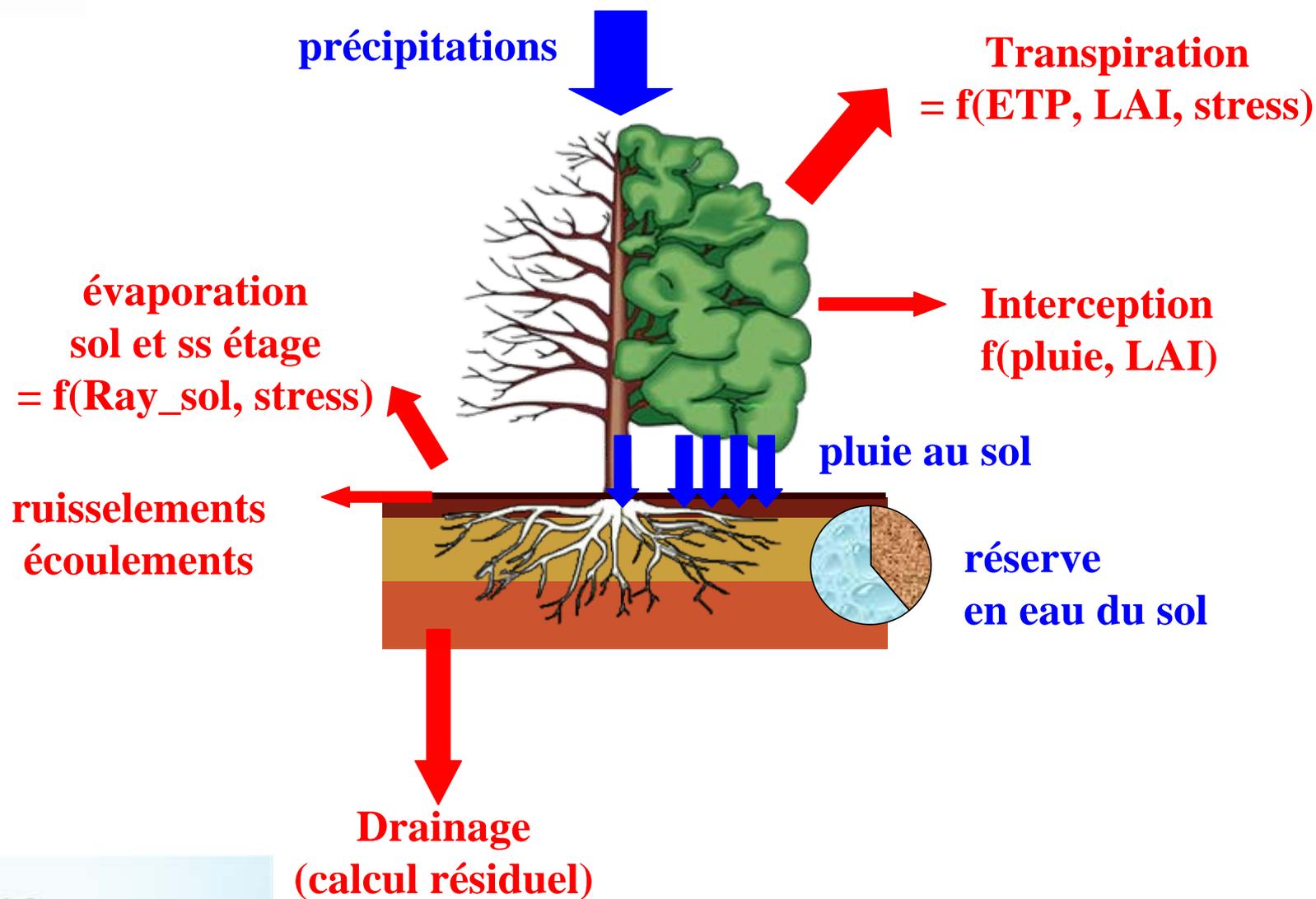
**Pour les autres usagers** :

- Evaluer la fourniture d'eau d'origine forestière ;
- Evaluer des scénarios de gestion.

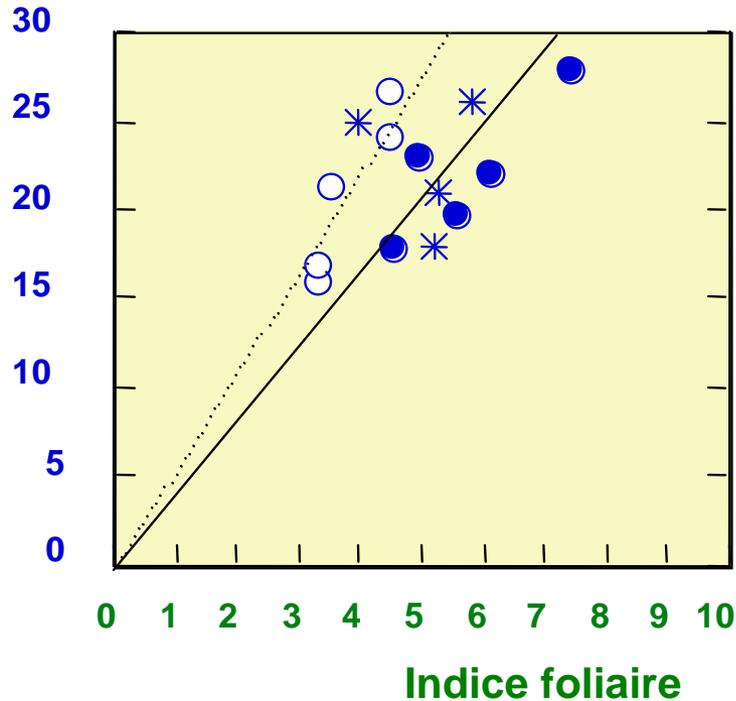
Verrou : difficulté voire impossibilité de la mesure

***Le développement du modèle BILJOU, assorti d'un outil de simulation, vise à répondre à ces objectifs***

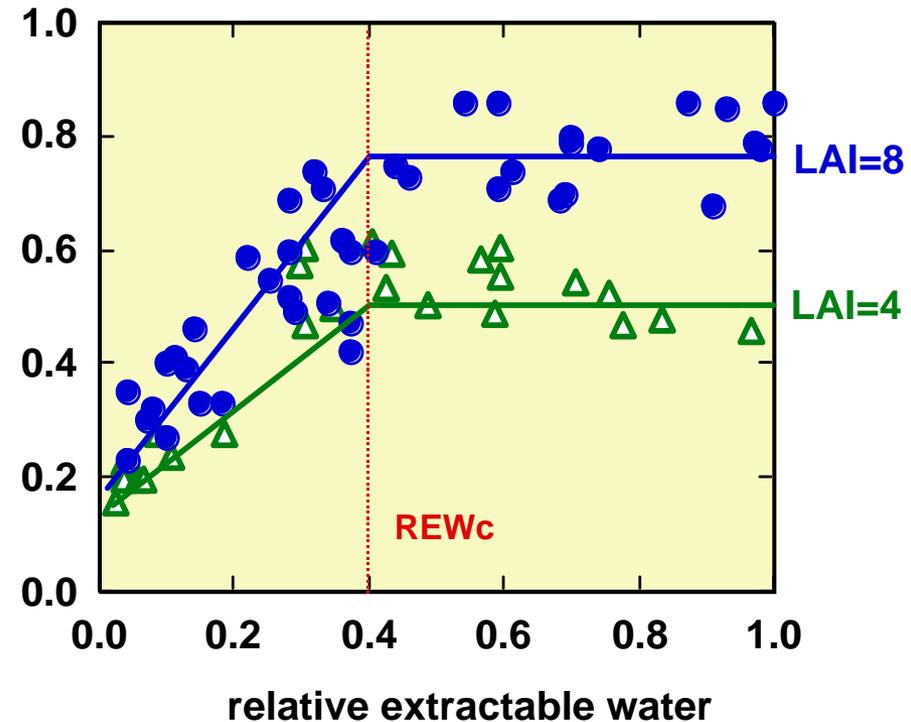
# Bilan hydrique : les fonctions du modèle BILJOU<sup>©</sup>



interception pluie %



T/PET



▼  
**Drainage**  
**(calcul résiduel)**

Importance majeure :

1. Des **deux interfaces** : sol-racines et feuilles-atmosphère
2. De la **capacité de stockage** du réservoir sol : sa **réserve utile** (RU : grandeur statique)

→ La **modélisation** permet de connaître à tout moment (au pas de temps journalier) la **réserve en eau** du sol (R : grandeur dynamique)

La modélisation du bilan hydrique, une approche nécessaire :

- pour le diagnostic
- pour la prévision

(Granier et al., 1999, Ecological Modelling)

## ENTREES



pluie



Climat journalier

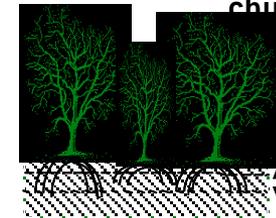
ETP :

rayonnement global  
déficit d'aturation  
température  
vent



## PARAMETRES

couvert :  
indice foliaire



débourrement  
chute feuilles

enracine-  
ment

réserve utile

## MODELE

données clim.

fonctions calibrées

transpiration  
pluie sol  
phénologie  
déficit hydrique

contenu en eau sol

## SORTES

réserve du sol extractible

flux journaliers :  
transpiration, évapotranspiration, P<sub>sol</sub>  
drainage

indices de stress  
(régulation des flux)

# Le site web BILJOU : page d'accueil

<https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/>



**BILJOU**  
Modèle de bilan hydrique forestier

INRA UMR Ecologie et écophysologie forestières

E mail:  Mot de passe:

Accueil

Présentation du projet

Questions des utilisateurs

Forêts et Eau

- | Bilan Hydrique
- | Transpiration et régulation
- | Interception des précipitations
- | Réserve en eau du sol
- | Indice foliaire et phénologie
- | Météorologie
- | Drainage
- | Indicateurs de sécheresse
- | Modélisation

Utiliser l'outil (accès réservé)

Contact

## Bienvenue...

... sur le site web de BILJOU, un modèle de bilan hydrique forestier développé par l' UMR Ecologie et Ecophysologie Forestières.

Ce site a été développé dans le cadre d'un projet du Réseau Mixte Technologique AFORCE et avec un soutien du GIP ECOFOR.



Vous trouverez ici de nombreuses informations sur le bilan hydrique des forêts, les différents flux d'eau dans l'écosystème et les facteurs de variations et de contrôle de ce bilan.



Notre site vous propose également un outil en ligne permettant l'utilisation de notre modèle de façon claire et rapide. Cet outil vous permet de calculer et télécharger vos résultats journaliers et annuels.

A ces résultats viennent s'ajouter des graphiques illustrant les variations de différents flux d'eau simulés par le modèle (évapotranspiration, drainage) ainsi que des indicateurs de sécheresse (durée et intensité du déficit hydrique).

# Un exemple de fiche didactique :

## Phénologie et indice foliaire

### Comment intervient le couvert dans le bilan hydrique du peuplement ?

L'interface entre le couvert des peuplements et l'atmosphère joue un rôle clé dans le bilan hydrique. Les flux d'eau, entrants et sortants, sont modulés au cours de la saison par le couvert qui :

- contrôle l'interception des précipitations
- conditionne le rayonnement transmis au sous étage et au sol
- détermine la transpiration du couvert



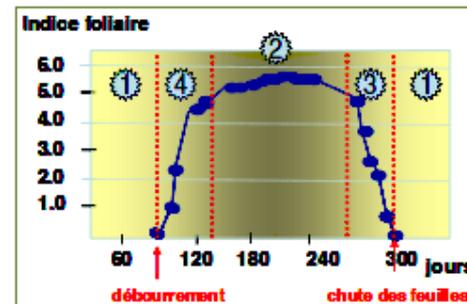
Couvert d'automne, forêt communale de Faulx.  
Photo N Bréda

### Phénologie du couvert et bilan hydrique

Dans le cas des peuplements à feuillage persistant (incluant les résineux et de nombreux feuillus méditerranéens comme le chêne vert), leur indice foliaire peut être considéré en première approximation comme constant tout au long de l'année. C'est en effet le sens du terme qui est donné à ces espèces dites sempervirentes : elles conservent un feuillage vert toute l'année. L'apparition de nouveaux éléments foliaires et la chute partielle de feuillage âgé impactent peu l'indice foliaire total du peuplement.

Dans le cas des espèces décidues (c'est-à-dire qui perdent leurs feuilles en automne, comme la plupart des feuillus tempérés et le mélèze), le bilan en eau des peuplements est modulé par leur phénophase :

- Au cours de la période défeuillée (1), l'interception est faible et provoquée par le bois (troncs, branches). la transpiration est nulle.



# Un exemple de fiche didactique, suite:



Exemple de jeunes feuilles de chêne (à gauche) et de hêtre (à droite) dont la transpiration est suffisante pour induire un flux de sève brute dans le tronc et donc une absorption d'eau du sol.

Photos : M Zapater)



Les aléas climatiques (coups de vent, tempêtes) produisent également des réductions brutales d'indice foliaire, dont la reconstitution prendra souvent plusieurs années. Les aléas biotiques peuvent également réduire l'indice foliaire en cours de saison et avoir des répercussions plusieurs années après, en provoquant par exemple des réductions de la surface individuelle des feuilles. Enfin, les sécheresses ou les dépérissements peuvent également affecter plus ou moins durablement l'indice foliaire des couverts.

## Qu'entend-t-on ici par date de chute des feuilles ?

La date de chute des feuilles (ou aiguilles chez les mélèzes) est ici considérée comme celle à laquelle il n'y a plus que le bois (tronc et branches) qui intercepte les précipitations. La transpiration est quant à elle ralentie puis arrêtée avant cette date, en fonction de la proportion d'indice foliaire vert encore en place. La date de chute des feuilles correspond à une note 99 dans le [référentiel BBCH](#).

## Références utiles



AUSSENAC G., GRANIER A., BRÉDA N. (1995) Effets des modifications de la structure du couvert forestier sur le bilan hydrique, l'état hydrique des arbres et la croissance. *Revue Forestière Française*, XLVII, 54-62



BRÉDA N. (1999) L'indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel. *Revue Forestière Française*, LI-2, 135-150



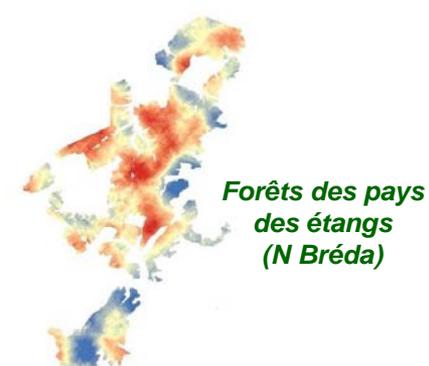
BRÉDA N., SOUDANI K., BERGONZINI J. C. (2002) *Mesure de l'indice foliaire en forêt*. GIP-ECOFOR ed., ISBN 2-914770-02-2



LEBOURGEOIS F., DIFFERT J., GRANIER A., BRÉDA N., ULRICH E. (2002) Premières observations phénologiques des peuplements du réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers. *Revue Forestière Française*, LIV, 407-418

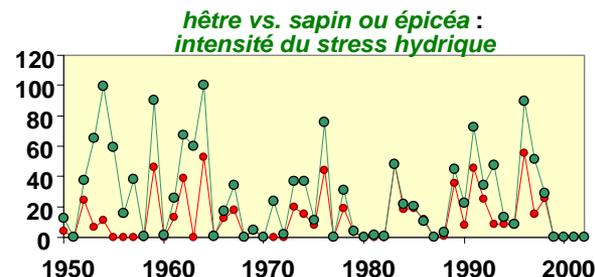


# Quelques applications

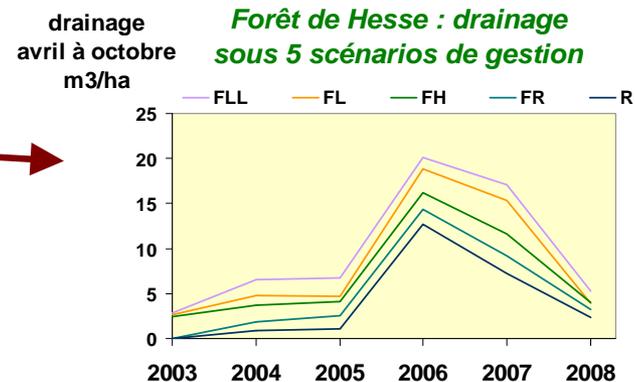


➤ Niveaux de sécheresse, ici, le massif forestier

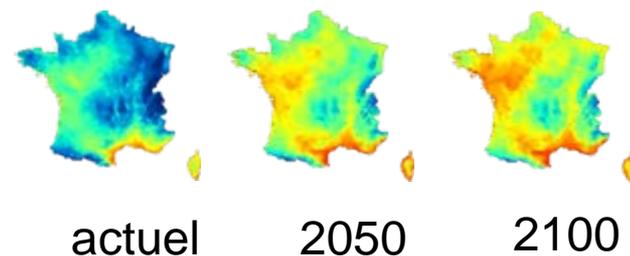
➤ Evaluation de scénarios sylvicoles



➤ Simulation des flux de drainage



➤ Etat de la forêt en climat futur



# Perspectives

- **Journées de formation sur le bilan hydrique et à l'utilisation de l'outil**
- **Proposer des simulations spatialisées**
- **Améliorations : ajout d'un module de simulation des excès d'eau, prise en compte des mélanges d'espèces...**

A photograph of a waterfall cascading down a mossy rock face in a lush, green forest. The water is white and frothy as it falls, surrounded by dense foliage and ferns.

**Merci de votre attention**