

## Elaboration de stratégie d'échantillonnage dans les bases de données géographiques pédologiques pour l'extraction des paramètres nécessaires aux calculs de bilan hydrique des forêts européennes

Responsable scientifique : Joseph LEVILLAIN, UMR– Ecologie et Ecophysiologie Forestières, (EEF)

Partenaires Labex : Alain Benard, Nathalie Bréda, Vincent Badeau - (EEF),

Collaborations : Noémie Pousse, Christine Lebas - ONF R&D, US Infosol

**Contexte** — Dans un contexte de changement climatique global risquant de s'accompagner de périodes de sécheresses estivales plus fréquentes et plus sévères dans de nombreuses régions du monde, une baisse importante de l'eau disponible pour les plantes est attendue (Nemani et al. 2003; Schär et al. 2004). En France, les sécheresses récurrentes passées ont été clairement identifiées comme l'aléa induisant des cycles de dépérissements et de mortalité des arbres (Badeau et al. 2010; N. Bréda, Granier, et Aussenac 2000; Nathalie Bréda et Badeau 2008; Levy et Becker 1987). En effet, les sécheresses engendrent des déficits de disponibilité en eau dans les sols pour les arbres, ainsi ils mettent en place des mécanismes de régulation limitant leur croissance (N Bréda et al. 1993; N Bréda et Granier 1996; Granier, Biron, et Lemoine 2000). Lors de déficits longs ou intenses, les régulations sont insuffisantes et des dommages irréversibles s'installent, compromettant la survie des arbres (Bréda et al. 2006). Ainsi, il est important de comprendre la vulnérabilité puis les capacités d'adaptation régionales des forêts européennes, sujet encore peu développé par la communauté scientifique (Lindner et al. 2010). En amont de la vulnérabilité, une meilleure caractérisation spatiale et temporelle des contraintes hydriques est essentielle pour quantifier quels types d'épisode de déficit en eau sont susceptibles de se produire et anticiper les impacts sur les forêts.

**Objectifs** — L'objectif principal et innovant du projet BILEUROPE est de fournir une approche opérationnelle afin d'estimer les paramètres de sol requis pour le modèle de bilan hydrique forestier BILJOU© à petite échelle et à partir des bases de données géographiques européennes existantes. L'extraction des propriétés de sol à partir de ces bases est aujourd'hui un challenge pour mener à bien le calcul des cartes de sécheresse à l'échelle des forêts européennes.

**Démarche** —

- Tâche 1/ Inventaire et évaluation des bases de données pédologiques géographiques européennes
- Tâche 2/ Extraction des paramètres pédologiques requis par Biljou© des bases de données géographiques
- Tâche 3/ Mise en place d'une stratégie d'échantillonnage pour l'agrégation des données à la maille climatique
- Tâche 4/ Adaptation de l'outil Biljou© pour le calcul sur de gros jeux de données

**Résultats marquants** —

L'inventaire des bases de données pédologiques européennes (figure 1) a permis de mettre en évidence la diversité des bases de données aux échelles mondiales, européennes et françaises, leurs atouts et leurs limites. Des scripts R ont été élaborés afin d'extraire les paramètres SOL des bases de données les plus prometteuses (SoilGrid et ESDB 1km).

DataBase	Acronym	Institute	Resolution Scale	Extent	Data access	Data format	Publication	Horizon description	Max Depth	Text	Grain size	OC	BD	pH	CEC	Coarse Fragment
Harmonized World Soil Database	HWSD	FAO	30arc-second	World	y	Raster	FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC (2012)	Topsoil/Subsoil	Soil depth	1	1	1	1	1	1	1
Digital Soil Map of the World	DSMW	FAO-UNESCO	1/5 000 000	World	n	Layer	FAO, 1971-1981	NA	NA	1	0	0	0	0	0	0
SoilGrid1km	SGD1km	ISRIC	1 km	World	y	Raster	Hengl et al. 2014	Standard depths (0–5 cm, 5–15 cm, 15–30 cm, 30–60 cm, 60–100 cm and 100–200 cm)	Soil depth	1	1	1	1	1	1	1
SoilGrid250m	SGD250m	ISRIC	0.25km	World	y	Raster	Hengl et al. (In Press)	Standard depths (0–5 cm, 5–15 cm, 15–30 cm, 30–60 cm, 60–100 cm and 100–200 cm)	Soil depth	1	1	1	1	1	1	1
ESDB derived data	ESDB	JRC	1 km	Europe	y	Raster	Hiederer, 2013	Topsoil/Subsoil	Soil depth	1	1	1	1	0	0	1
Soil Geographical Data Base of Eurasia	SGDBE	JRC	1/ 1000 000	Europe	y	Layer	Panagos et al. 2012 et Lambert et al. (2003)	Topsoil/Subsoil	Soil depth	1	0	0	0	0	0	0
GlobalSoilMap Lucas	GSM_Lucas	JRC	0.5km	Europe	y	Raster	Ballabio et al. 2016	Topsoil	20	1	1	1	1	1	1	1
Map of Topsoil Organic Carbon in Europe	OCTOP	JRC	1 km	Europe	n	Raster	Jones et al. (2005)	Topsoil	30	0	0	1	0	0	0	0
GlobalSoilMap France	GSM_France	INRA, Infosol	0.25km	France	n	Raster	Mulder et al. 2016	Standard depths (0–5 cm, 5–15 cm, 15–30 cm, 30–60 cm, 60–100 cm and 100–200 cm)	Soil depth	1	1	1	1	1	1	1
Base de Données Géographique des Sols de France	BDGSF	INRA, Infosol	1/ 1000 000	France	y	Layer	Jamagne et al. 1995	Topsoil/Subsoil	Soil depth	1	0	0	0	0	0	0

*Figure 1 : tableau de synthèse des bases de données surfaciques à l'échelle mondiale, européenne et française*

L'optimisation du temps de calcul du modèle de bilan hydrique Biljou© a été traitée prioritairement car son succès conditionnait la suite de l'organisation du travail. Elle a permis de mettre en évidence des gains de productivité grâce à notamment à l'implémentation :

- De multiprocessing (utilisation de plusieurs unités de traitement central (CPU) au sein d'un système informatique) voir figure 2,
- De la parallélisation (utilisation de plusieurs architectures d'électronique numérique permettant de traiter des informations de manière simultanée)
- D'amélioration du temps d'écriture (achat et utilisation de disques durs SSD).

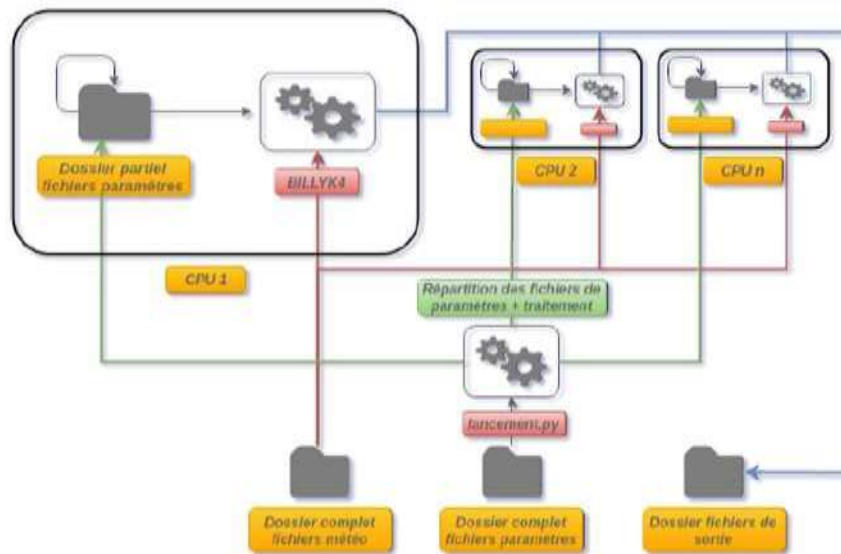


Figure 2 : illustration de l'optimisation liée au multiprocessing du modèle Biljou (BILLYK4) sur différent cœur de la machine (CPU1,...CPU n)

### Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

Les bases de données européennes sont en perpétuelle évolution, actuellement les dernières mises à jour visent à rectifier un des défauts majeurs pointé dans ce projet qui est l'estimation de la profondeur de sol. Cependant, ces bases de données nous permettent de définir les paramètres SOL et RACINE requis par le modèle de bilan hydrique BILJOU© et d'automatiser leur écriture via des scripts R. Les optimisations de Biljou © permettent désormais d'envisager le calcul de bilan hydrique à l'échelle de l'Europe sur les quelques 13 000 000 de pixels des bases de données européennes à une résolution de 1\*1km.

### Perspectives —

Tous ces fichiers de paramètres serviront aux calculs à petite échelle du bilan hydrique. La validation et l'analyse spatio-temporelle seront abordées dans d'autres projets, notamment avec les données de suivi des écosystèmes forestiers européens ou de produits issus de télédétection.

### Valorisation (scientifique) —

Levillain J., Pousse N., Seynave I. Présentation 1001 usages des sols : Regain d'intérêt pour les données sol en forêt? Décembre 2015. Chambre agriculture de Lorraine

### Effet levier du projet —

Ce projet a permis de lever les principales contraintes informatiques du calcul de bilan hydrique sur de gros jeux de données notamment en pointant les goulots d'étranglement actuels et en les corrigeant avec des outils ou matériels actuels performants notamment en augmentant la capacité de calcul (Multiprocessing), ou en augmentant les vitesses d'écriture des fichiers de sortie (technologie de stockage SSD). Ce projet nous permet également d'envisager l'élaboration de carte de sécheresse plus précise car prenant en compte explicitement le compartiment SOL et RACINE de manière spatialisée.