

**Réseau Mixte Technologique  
Atelier du réseau AFORCE  
Adaptation des forêts au changement climatique**

**Méthodes analytiques  
d'analyse du milieu : indices  
cartographiques du bilan hydrique**

LERFOB - AgroParisTech-ENGREF - Nancy  
Piedallu C., Lebourgeois F., Perez V., Gégout J.C.

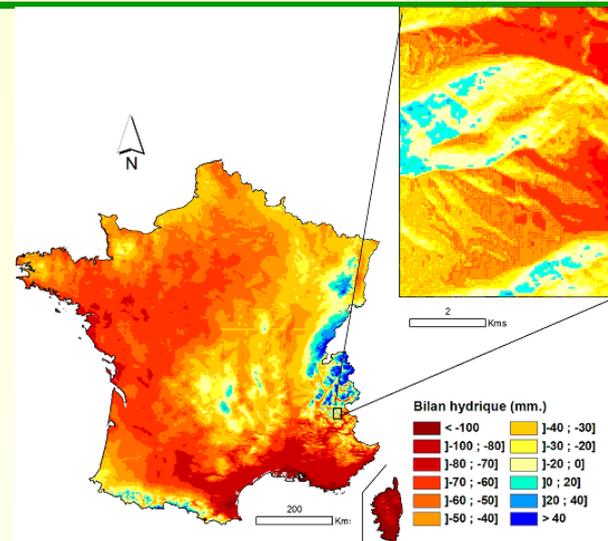
# Introduction

- Eau disponible : un des facteurs les plus importants vis-à-vis de la ressource forestière;
  - Les sécheresses occasionnent des baisses de croissance ou des dépérissements (exemple de 2003);
  - Le changement climatique risque de conduire à une augmentation de l'intensité et de la durée des sécheresses estivales;
- => Importance de l'évaluation et du suivi de la ressource en eau en milieu forestier**

# Estimation de l'eau disponible pour les plantes

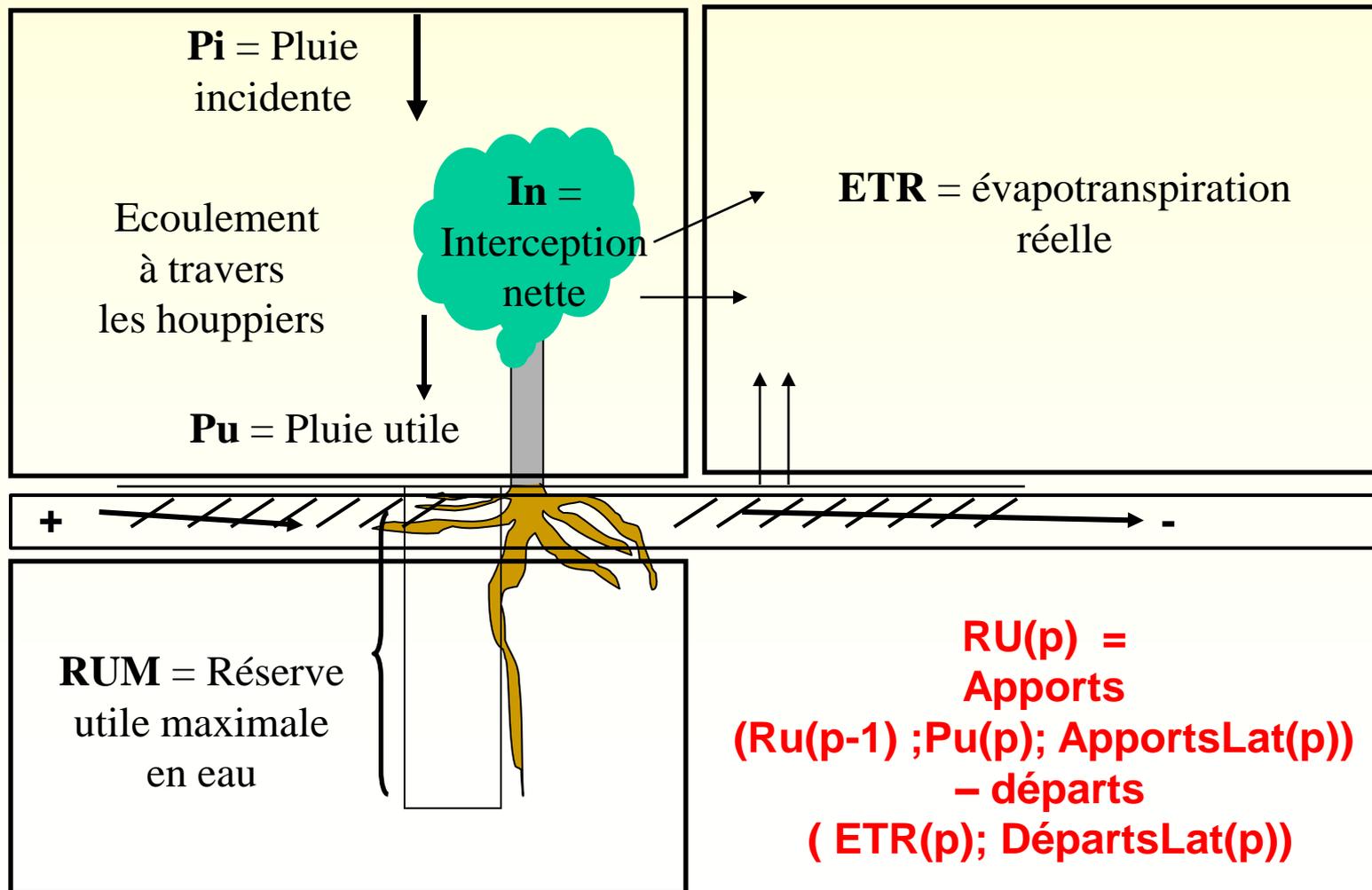
• Eau disponible pour les plantes est un des facteurs les plus difficiles à mesurer

=> calcul du bilan hydrique



	Données terrain	Données SIG
Période considérée	Journalier (complexe) Mensuel (simplifié)	
Coût d'acquisition des données	Important (terrain + analyses sol + poste climat)	Limité (achat de modèles)
Qualité d'estimation	Journalier plus précis Climat = poste +/- distant	Moins Précis (/journalier)
Validité	Locale (placette)	Spatiale

# Les composantes du calcul de bilan hydrique (BH)



# Calculs de bilan hydrique sous SIG

- 2 niveaux de calcul : BHc (climat) et BHe (climat et sol)
- La plupart des calculs spatialisés :  $BHc = P - ETP$
- Le BHc joue un rôle important vis-à-vis des espèces forestières :  
=> BHc juillet calculé ETP Turc + corrélée axe 1  
AFC flore forestière française ( $R^2 = 0.68$ ,  $n = 5713$ )

# Données de base pour le calcul de BHc

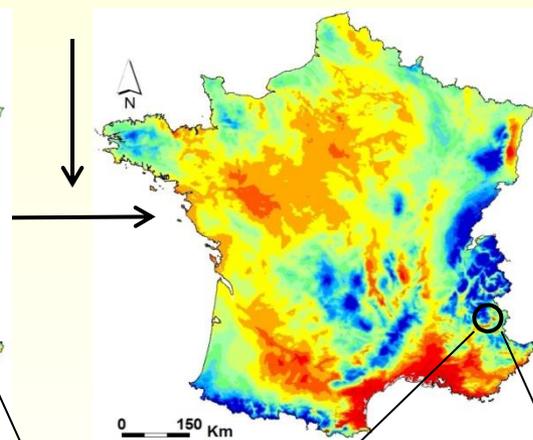
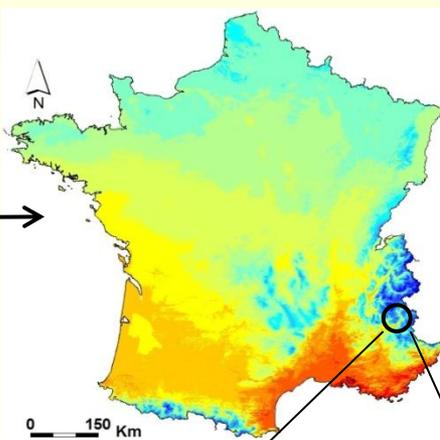
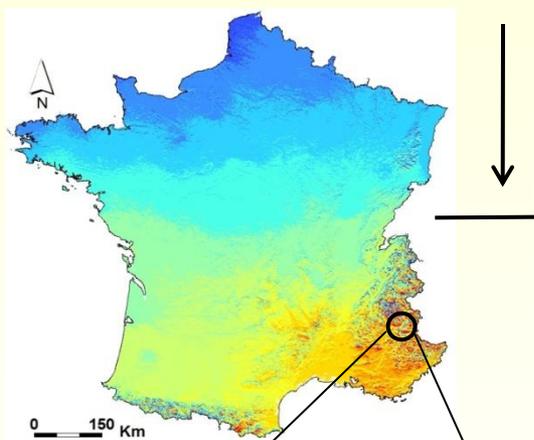
Rayonnement solaire

ETP Turc

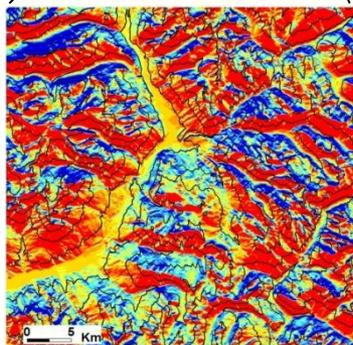
BHc

Températures

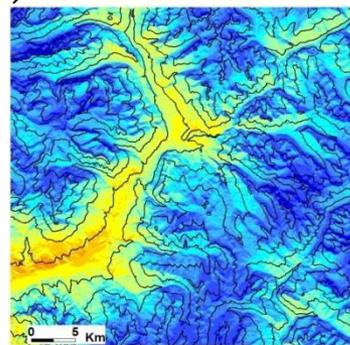
Précipitations



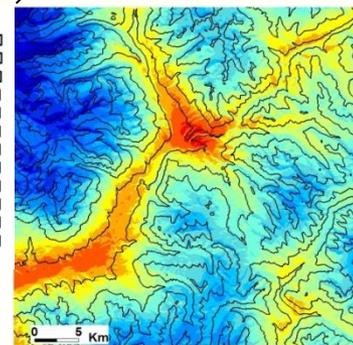
- < 3600
- ]3600 ; 3800]
- ]3800 ; 4000]
- ]4000 ; 4200]
- ]4200 ; 4400]
- ]4400 ; 4600]
- ]4600 ; 4800]
- ]4800 ; 5000]
- ]5000 ; 5200]
- ]5200 ; 5400]
- ]5400 ; 5600]
- > 5600



- < 350
- ]350 ; 450]
- ]450 ; 500]
- ]500 ; 550]
- ]550 ; 600]
- ]600 ; 650]
- ]650 ; 700]
- ]700 ; 750]
- ]750 ; 800]
- ]800 ; 850]
- ]850 ; 900]
- ]900 ; 950]
- > 950

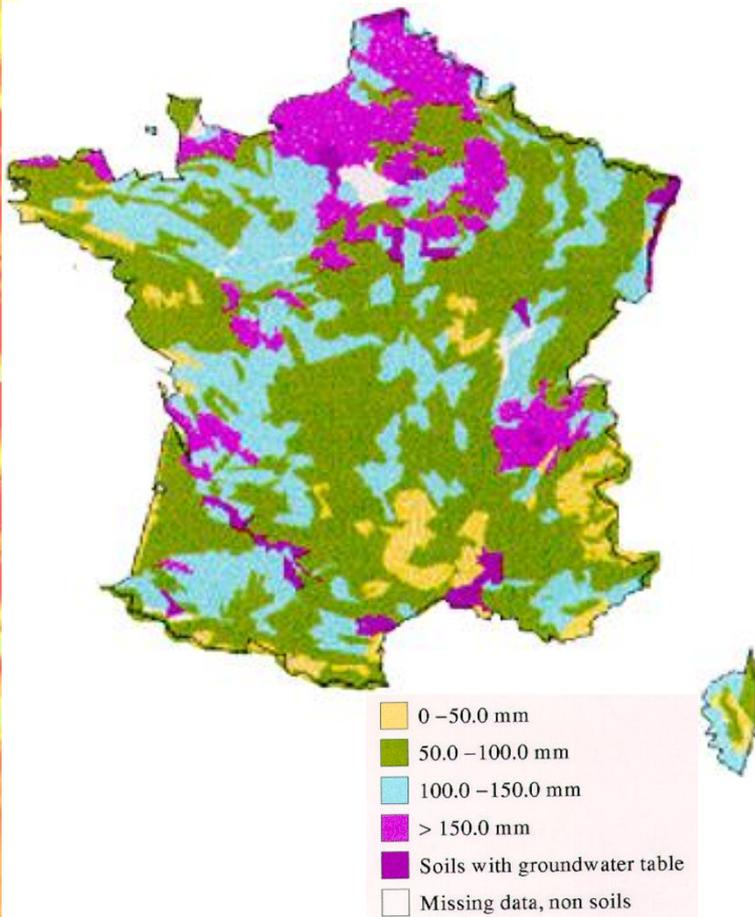


- < -300
- ] -300 ; -200]
- ] -200 ; -100]
- ] -100 ; 0]
- ] 0 ; 100]
- ] 100 ; 200]
- ] 200 ; 300]
- ] 300 ; 400]
- ] 400 ; 500]
- ] 500 ; 600]
- ] 600 ; 700]
- ] 700 ; 800]
- ] 800 ; 900]
- > 900

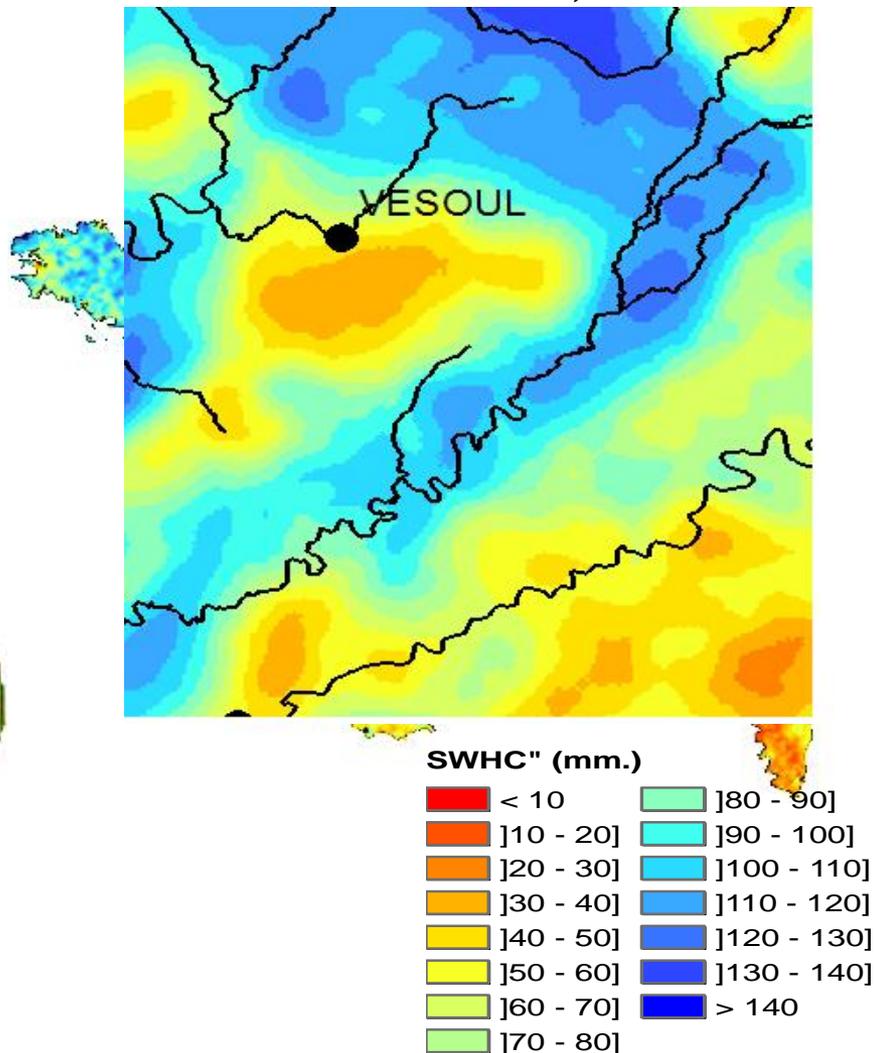


# BHe : nécessité d'intégrer RUM

RUM dérivée carte sols Europe  
1/10000000 eme  
INRA, Le bas et al, 1997

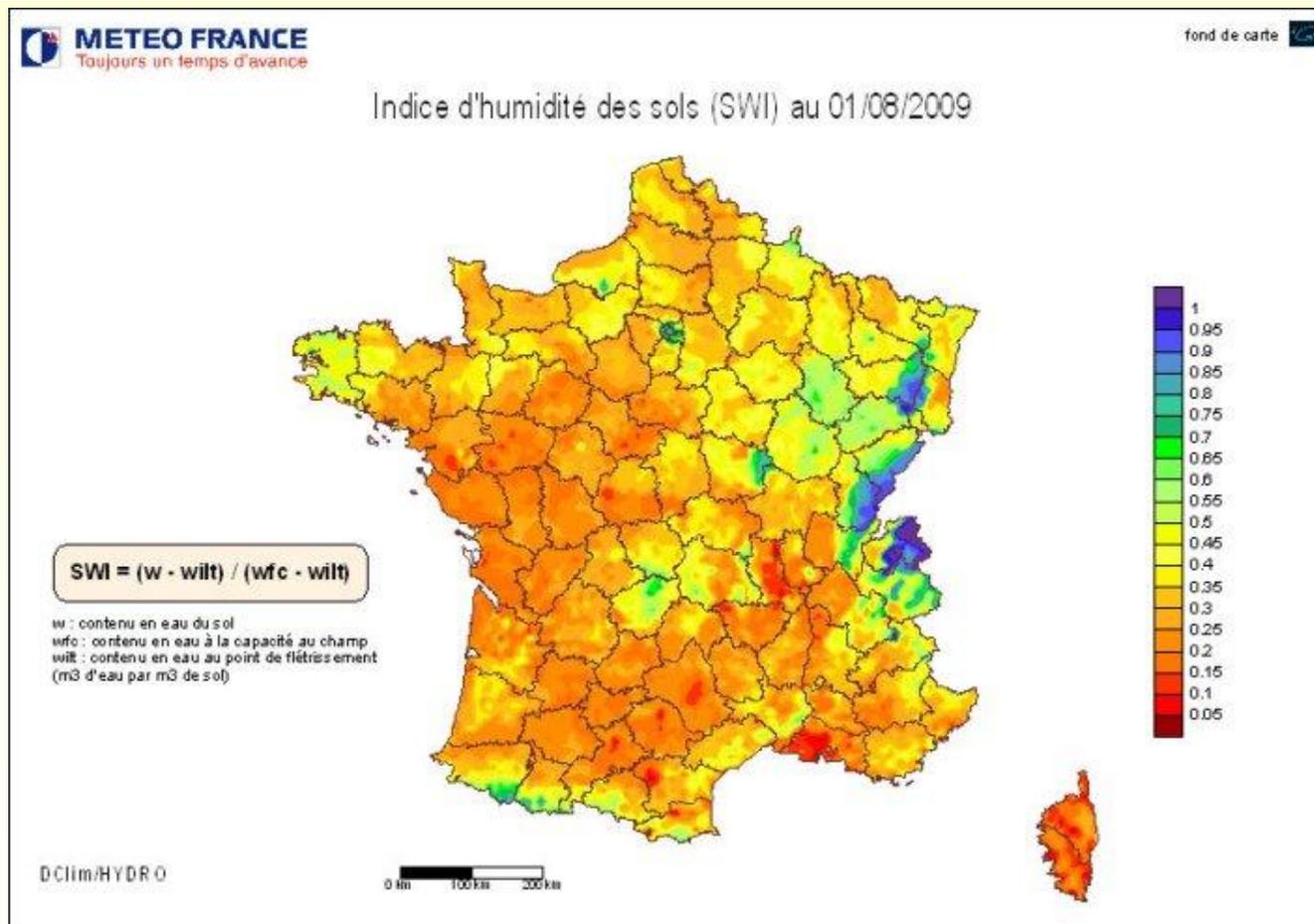


RUM sols forestiers  
(placettes IFN) LERFoB/IFN,  
Piedallu et al, 2010



# BHe : la chaine de traitement SIM

## Météo France *(Habets et al, 2008)*

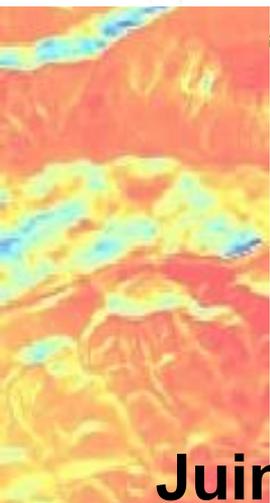


Suivi quotidien de l'eau du sol

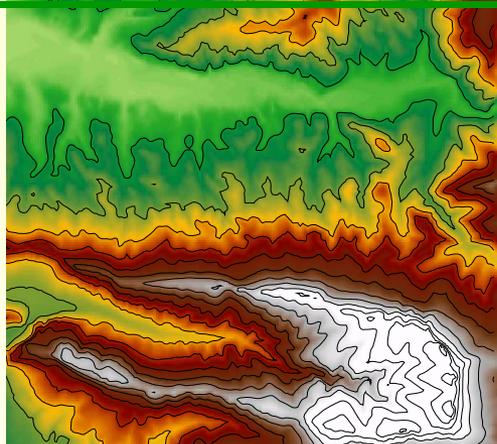
Résolution 8 km

RUM INRA au 1/1000.000 eme

# Cartographie à fine résolution de l'eau disponible dans les sols forestiers



Juin

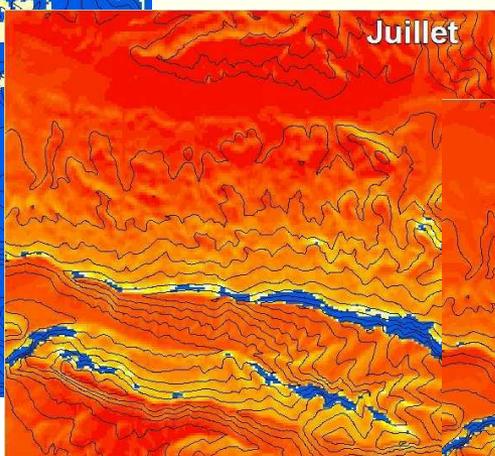


Moyenne 1961-1990  
 Résolution 1 km à 50 m.  
 RUM LERFoB/IFN  
 Exemple : évolution de la sécheresse estivale (DE) au 1/50000 eme



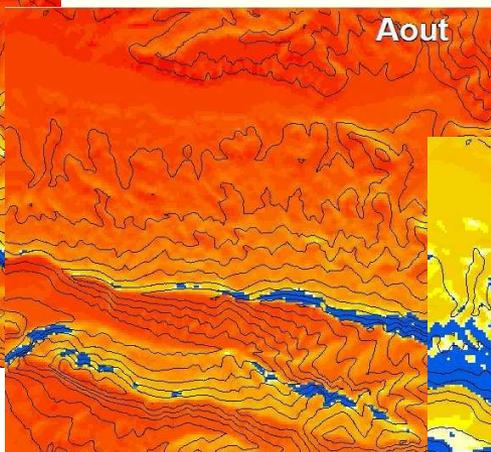
Juin

Juillet



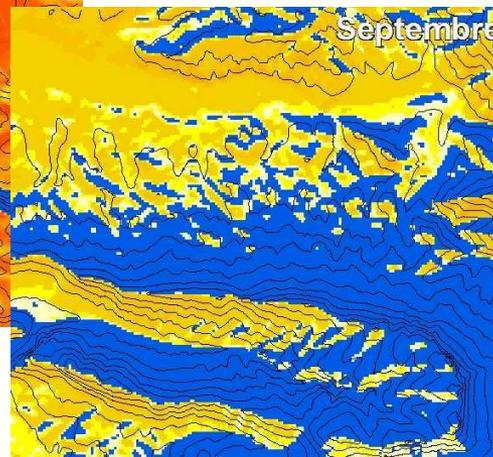
Juillet

Août

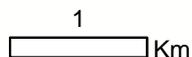


Aout

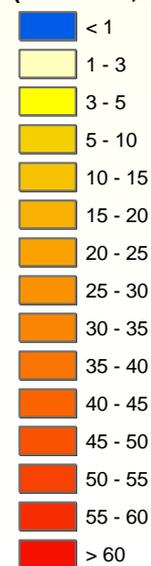
Septembre



Septembre



DE ( ETP-ETR, mm)



# Calcul SIG des BH : bilan

## De nombreuses questions en suspens :

- Validation des modèles SIG :
  - =>  $Rg_{\text{Hélios}} : R^2 = 0.78$  (n = 88)
  - =>  $RUM_{\text{LERFoB/IFN}} : RMSE = 33.9$  mm (0-148 mm)
  - => pluie, températures (AURELHY), BH : ?;
- Difficultés à prendre en compte les apports latéraux ou remontées capillaires;
- Difficulté de calcul sur les sols à engorgement temporaire;
- Capacité prédictive/ressource forestière des BHe/BHc SIG ?;
- Importance de la résolution spatiale

# Résolution spatiale des données

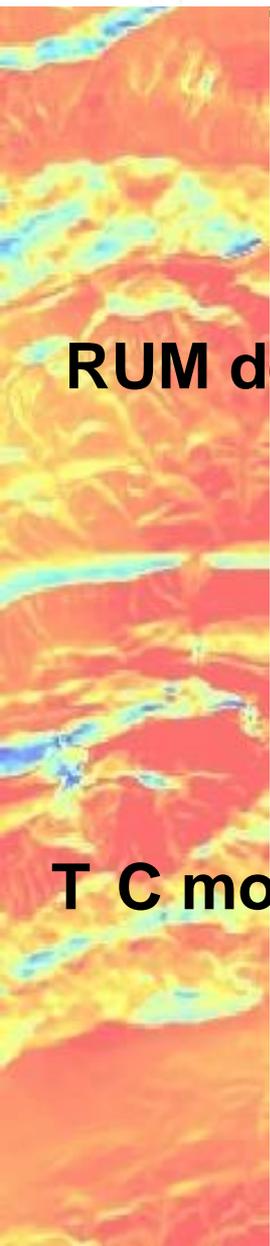
- Résolution spatiale = taille de la cellule
- Des résolutions hétérogènes selon les couches

Donnée	Origine	Résolution
Indice SWI	SIM (Météo France)	8 km
Rayonnement solaire	Hélios (LERFoB)	50 m
Températures	Aurelhy (Météo Fr.)	1 km
Précipitations	Aurelhy (Météo Fr.)	1 km
RUM	LERFoB/IFN	1 km localement 50 m

Utilisation des indices à des échelles différentes : de la France à la forêt

=> enjeux création données fines et pertinentes localement

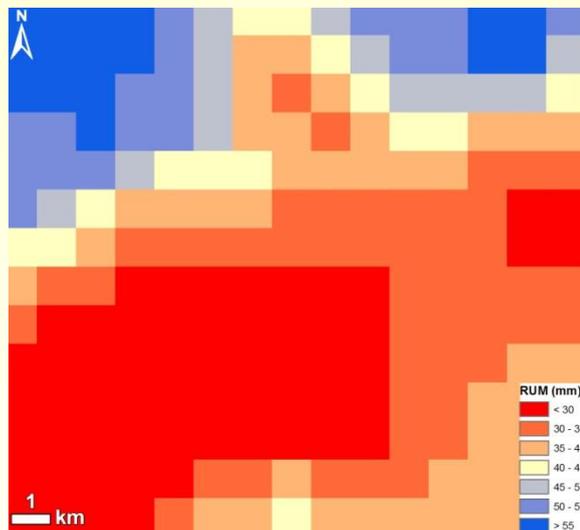
# Résolution spatiale des données



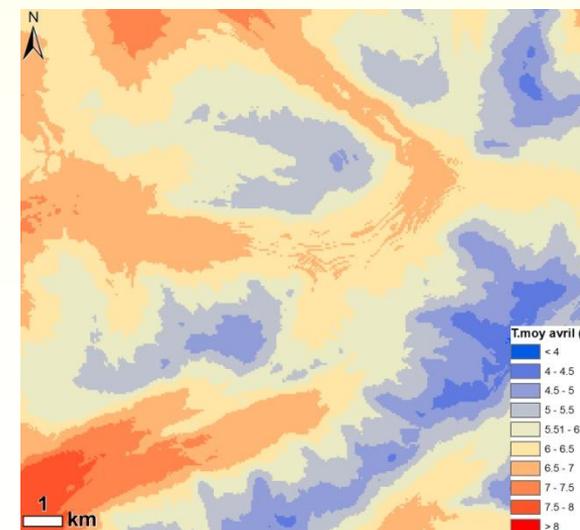
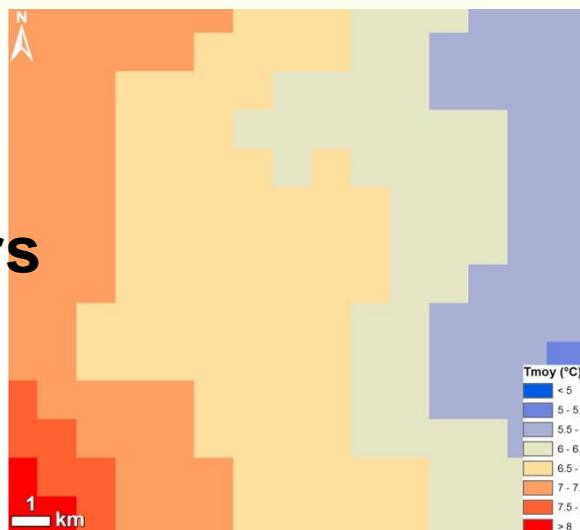
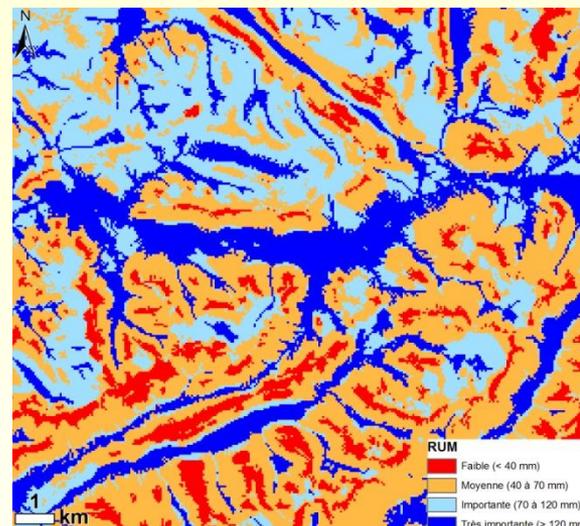
RUM des sols

T C moy. de mars

1km



50 m

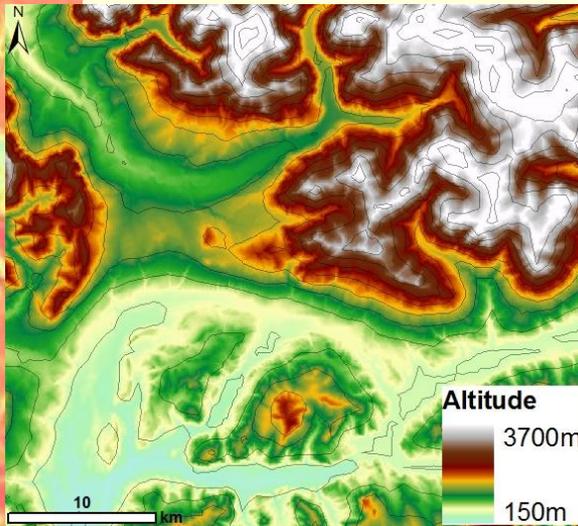


Evaluation du gain lié calculs haute résolution

# Utilisation possible des cartes SIG de BHe

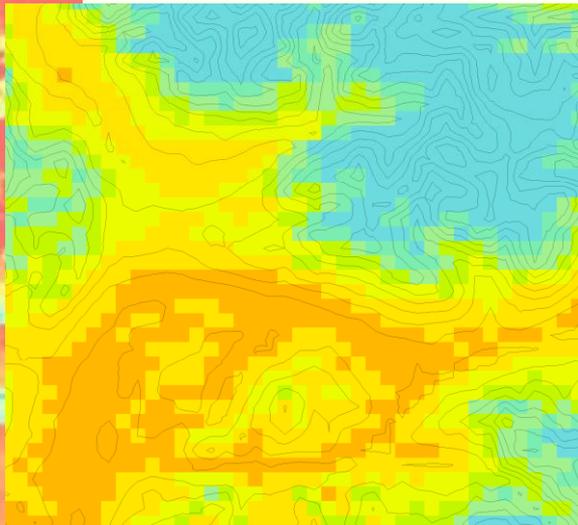
- Cartographier sur les forêts de France la distribution des stocks d'eau disponibles pour les plantes  
=> lien répartition de la ressource (essences, production)
- Cartographier les variations d'eau disponible en forêt, et faire des prévisions pour le futur;  
=> lien évolution de la ressource (potentialité des essences, changement de productivité);  
=> lien avec les dépérissements en cours;
- => Utilisations possibles à des échelles régionales (DRA-SRA, catalogues) voire locales (aménagement)  
=> Aide au choix des essences

# Evolution à long terme des BHe

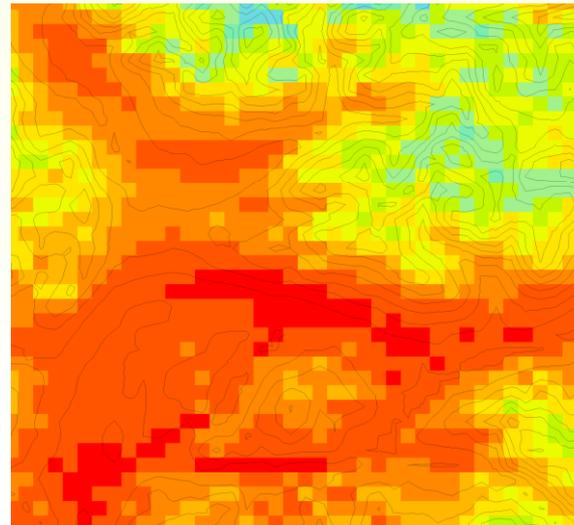


**Déficit d'évaporation (ETP – ETR)**  
(1/75000 eme)

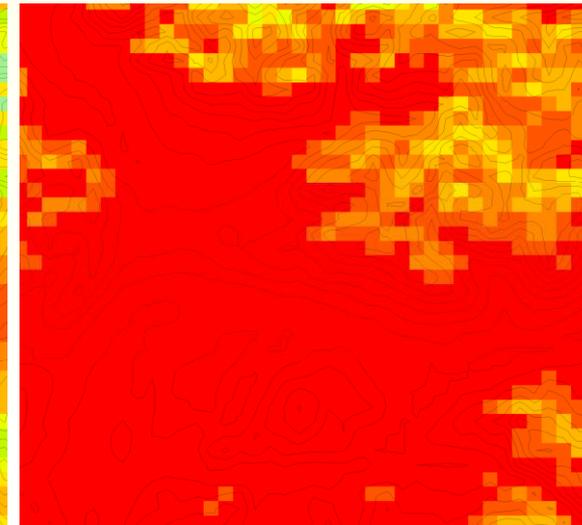
**Déficit d'évaporation (mm)**



1961-1990



2010-2040



2070-2100

# Conclusion-perspectives

- Données SIG : une base de données considérable (résolution 50 m sur 1km<sup>2</sup> = 400 placettes)
- Vérifiées et complétées par inventaires de terrain
- Qualité BH dépendante des variables qui le composent;
- Capable créer données opérationnelles pour le forestier : => utilisation RUM estimée finement;  
=> modèles faible résolution ( $\geq 1$  km) France entière,  
=> à des pas de temps cohérents pour l'aménagement forestier,  
=> Intégration des effets potentiels du changement climatique dans la gestion;
- Beaucoup reste à faire (validation, fine résolution spatiale, apports latéraux...).

**Merci de votre attention ...**