

Suivi des usages agricoles sur le piémont de l'Atlas du Haut Atlas, Maroc

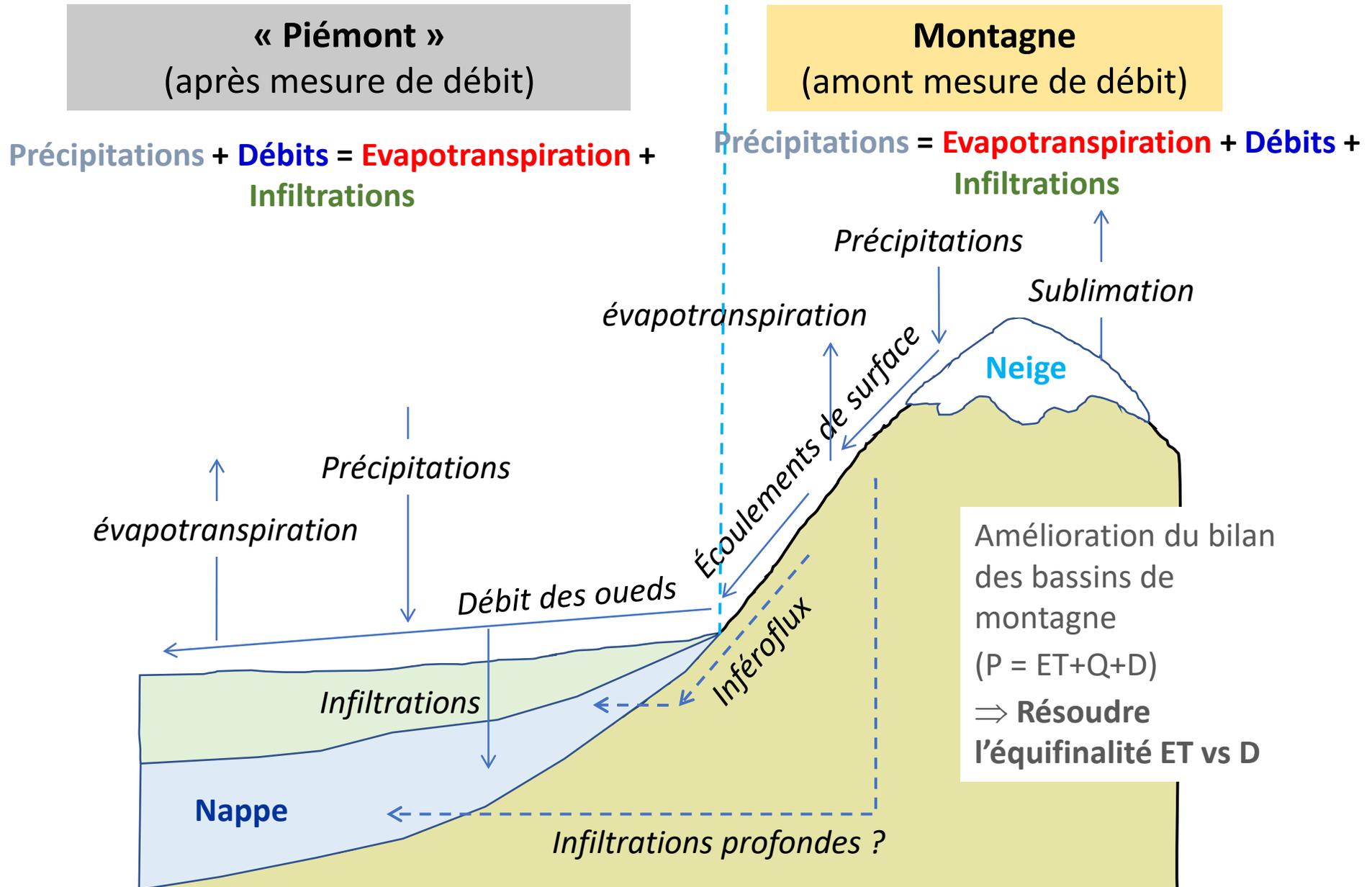
Travaux de la thèse de *Jamal Elfarkh*



وكالة الحوض المائي لتانسيفت
Agence de Bassin Hydraulique du Tensift



Ressources en eau en montagne



Contexte général

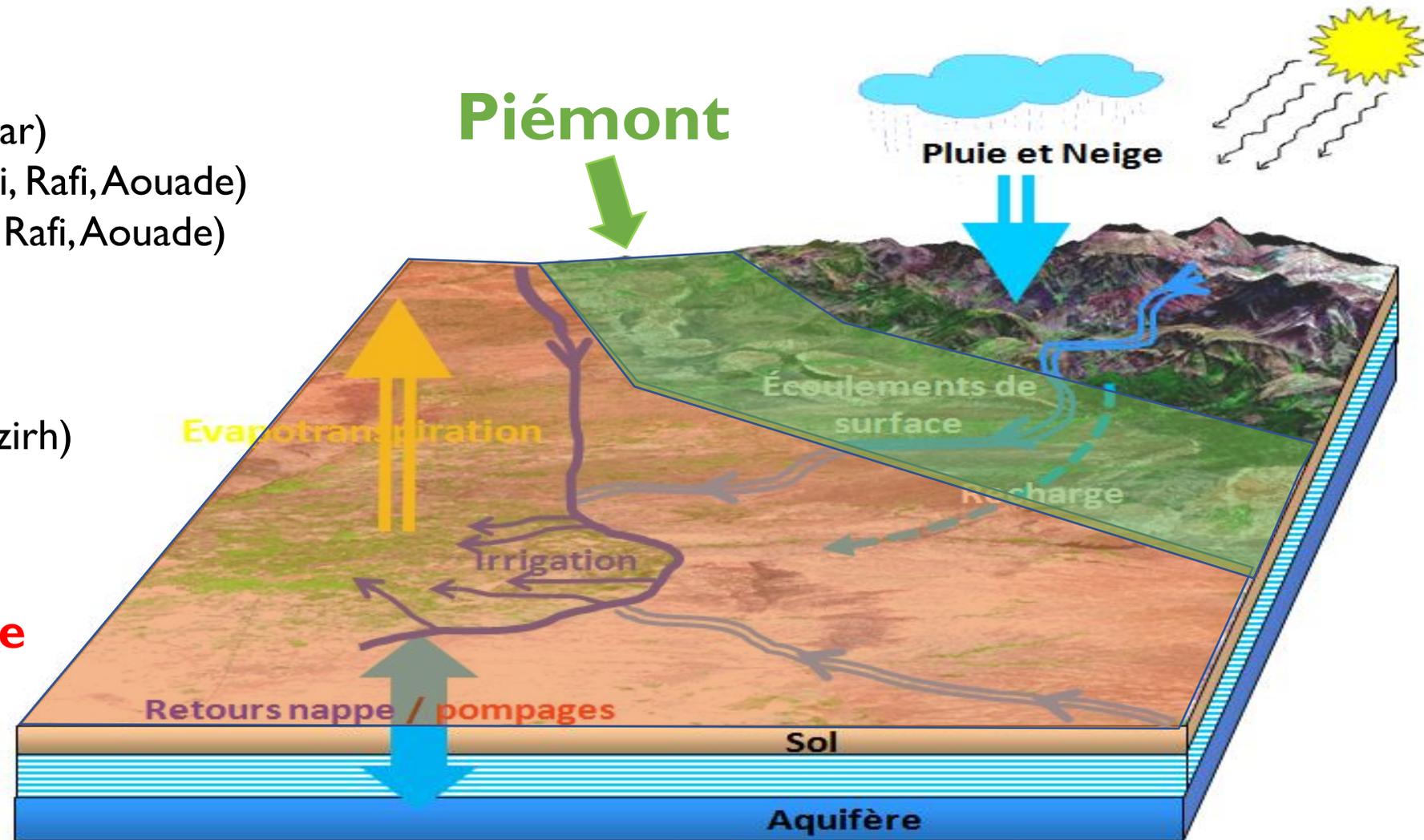
Plaine

Mesure et estimation des:

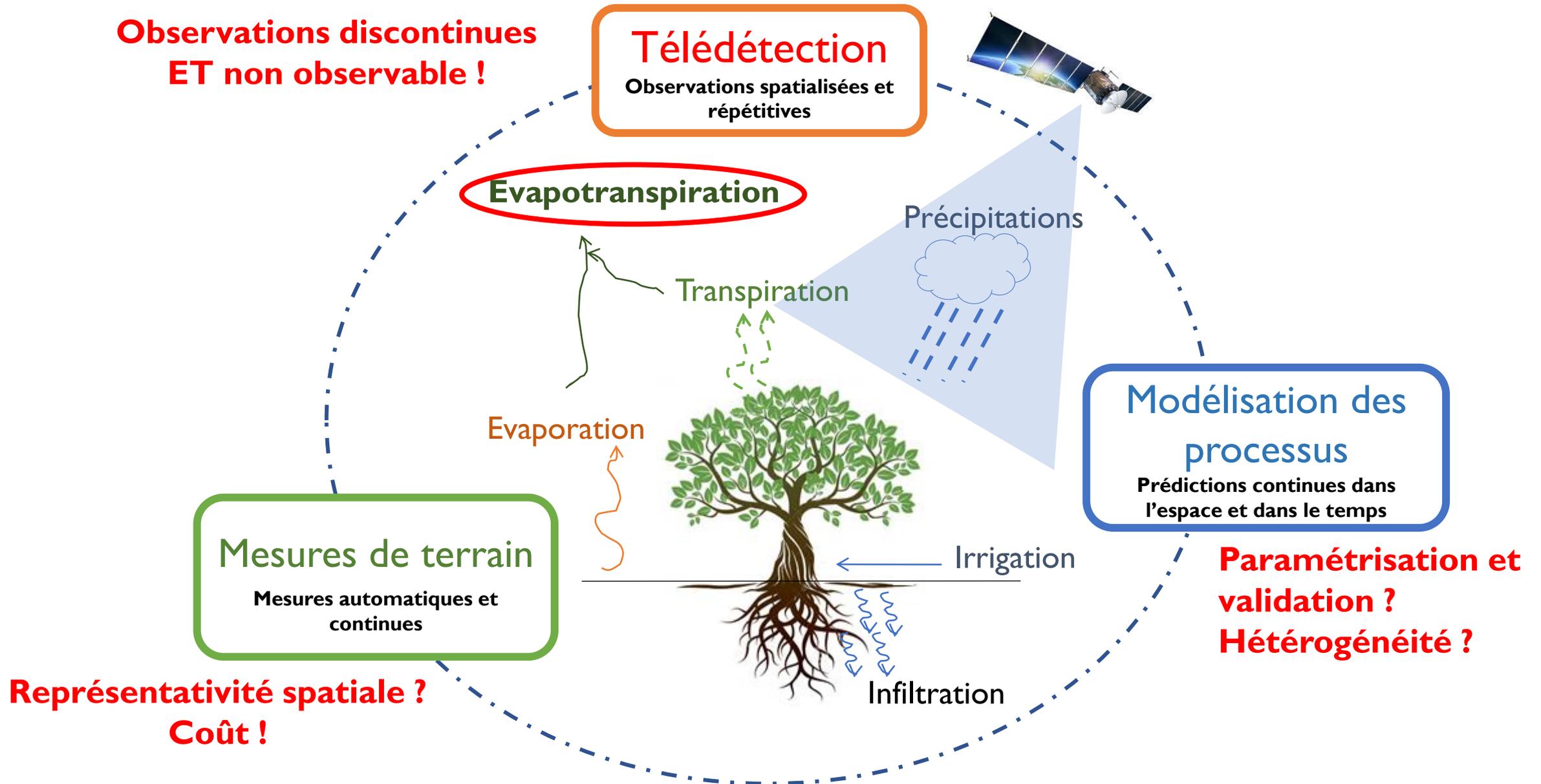
- Flux turbulents (Thèse Ezzahar)
- Transpiration (Thèses Er-Raki, Rafi, Aouade)
- Evaporation (Thèses Er-Raki, Rafi, Aouade)
- Percolation (Thèse Nassah)
- Rendement (Thèse Toumi)
- Stress hydrique (Thèse Rafi)
- Humidité du sol (Thèse Amazirh)

Piémont

- **Végétation diversifiée**
- **Taille des parcelles**
- **Zone peu jaugée**



Contexte général



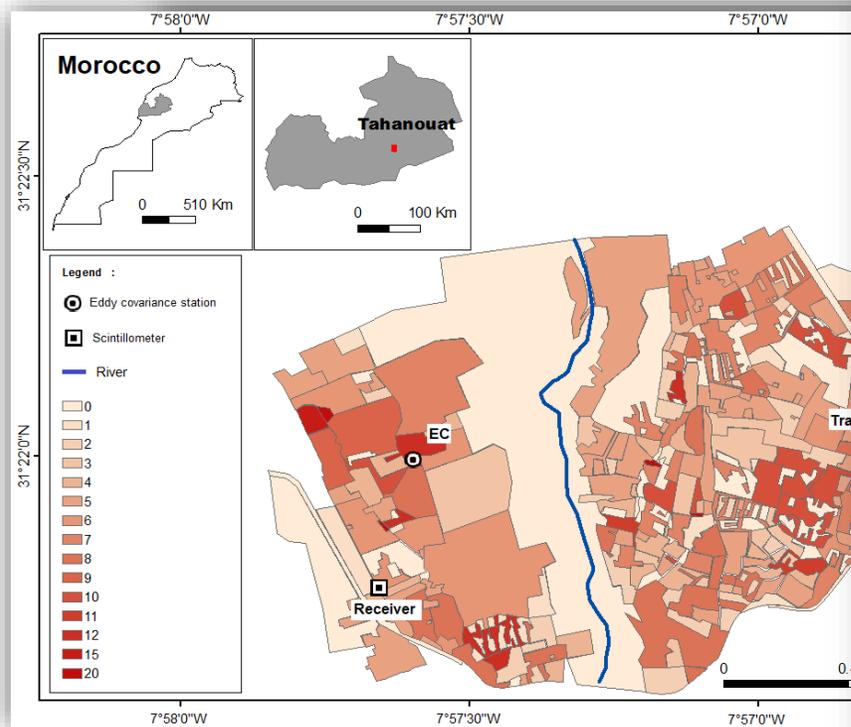
Site d'étude et données



Site d'étude et données

Site d'étude

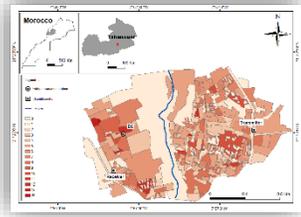
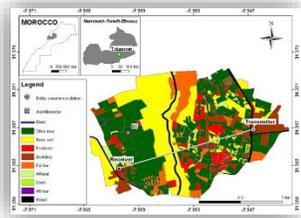
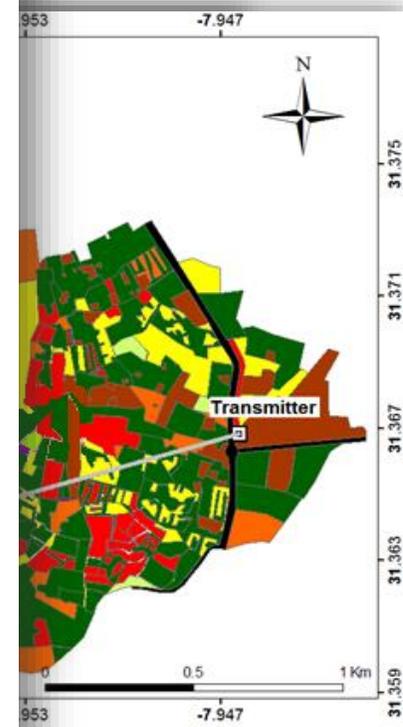
Station de mesure



Oued Rheraya



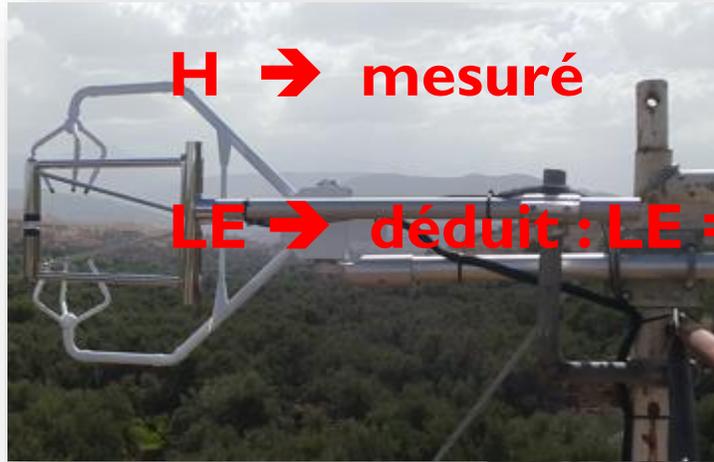
Seguias



Oued Rheraya



Seguias



H → mesuré

LE → déduit : $LE = Rn - G - H$

Systeme d'Eddy covariance

$$LE \approx \rho w' q' \quad H \approx \rho C_p w' T'$$

Récepteur



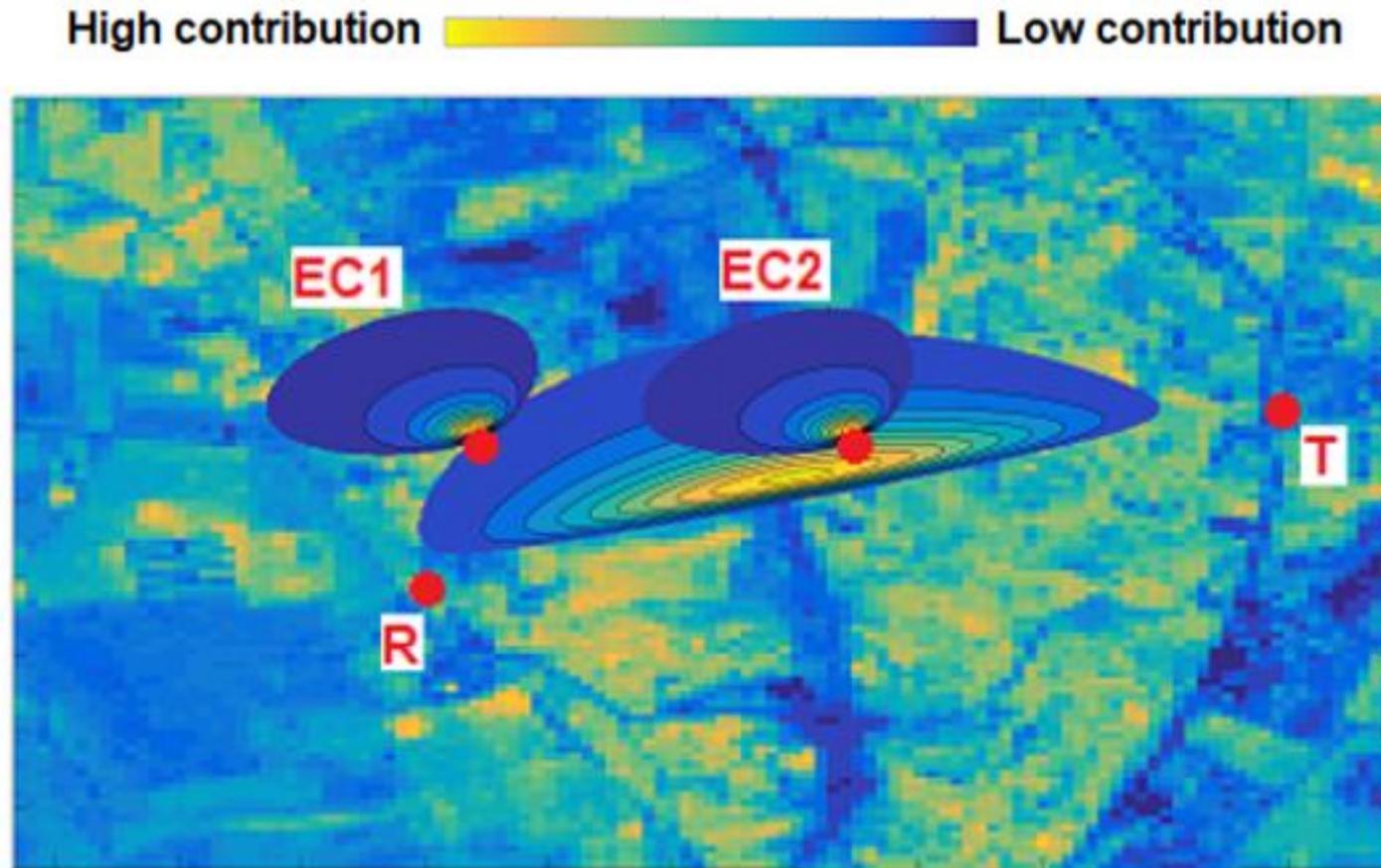
Hauteur : 9,9 m

Emetteur



Hauteur : 10,4 m





Facteurs influant sur le footprint :

- Hauteur de mesure
- Stabilité atmosphérique
- Vitesse et direction du vent

Footprint calculé par le modèle **Horst et Weil (1992)**



Rayonnement net



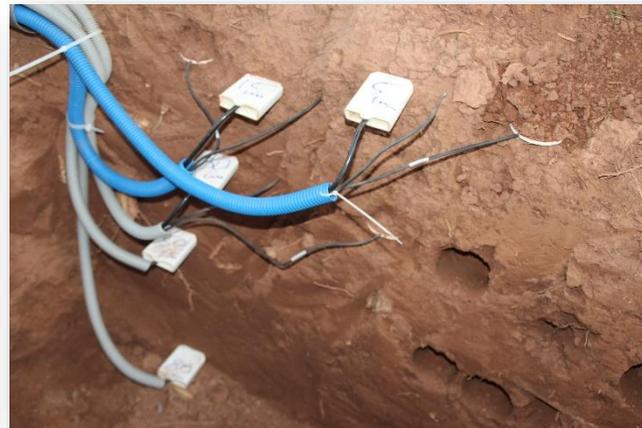
Pluie



Température et humidité de l'air



Vitesse et direction du vent

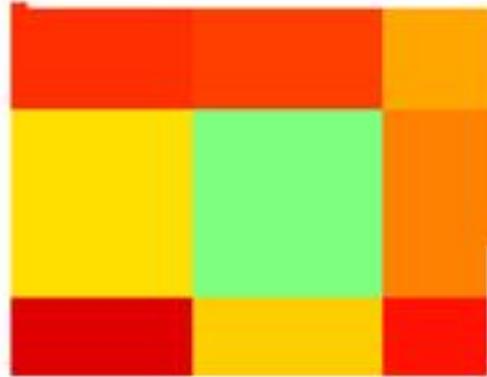


Humidité et température du sol

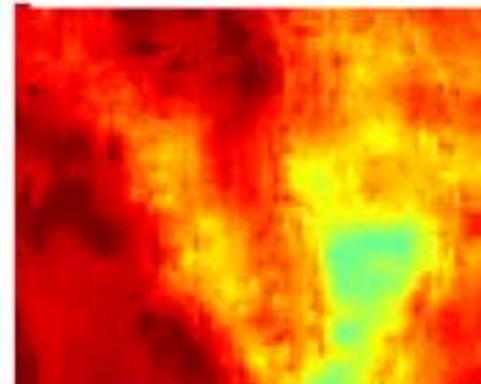
	Résolution spatiale	Résolution temporelle
MODIS	250 – 1000 m	Journalière
Landsat (7 et 8)	30 – 100 m	8 Jours
Sentinel-2 (A et B)	10 m	5 Jours

- Température de surface
- Albedo
- NDVI
- Émissivité

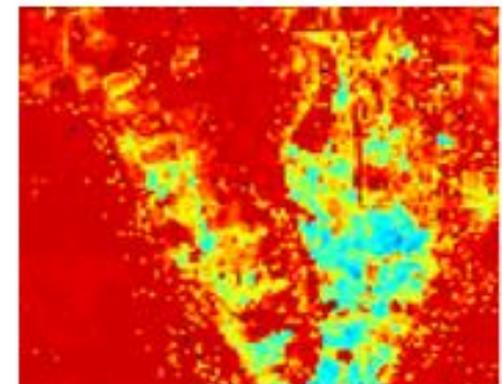
MODIS



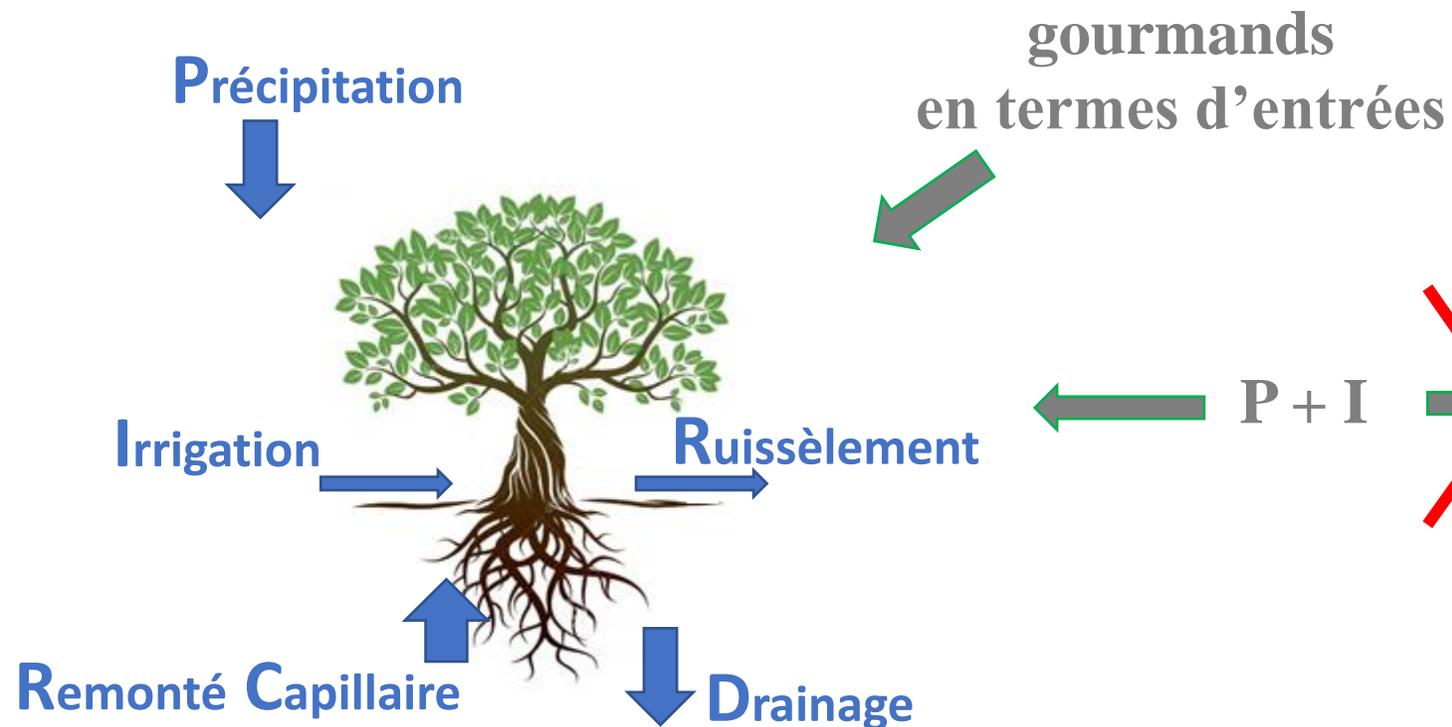
Landsat



Sentinel 2



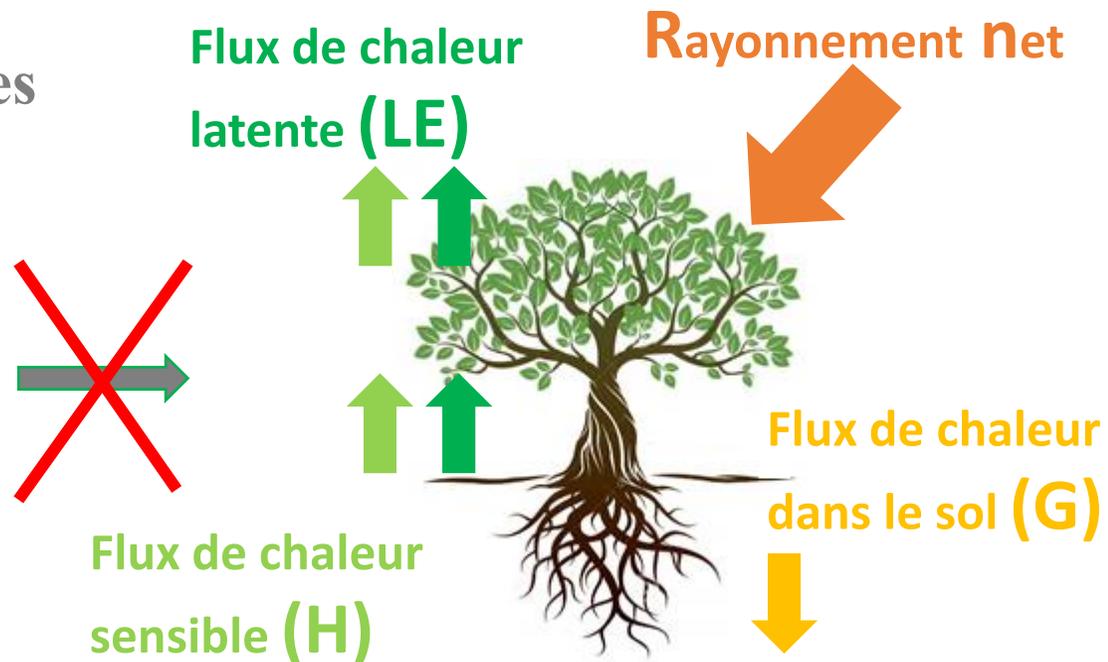
Bilan Hydrique



$$ET = P + I + RC - R - D$$

Ex : SAMIR, Hydrus ...

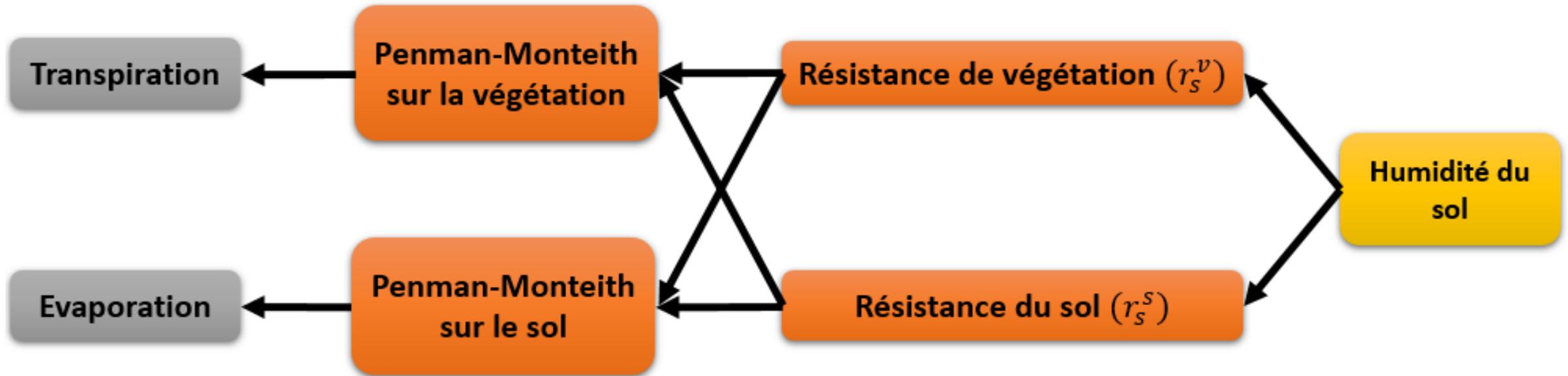
Bilan d'énergie



$$LE = Rn - G - H$$

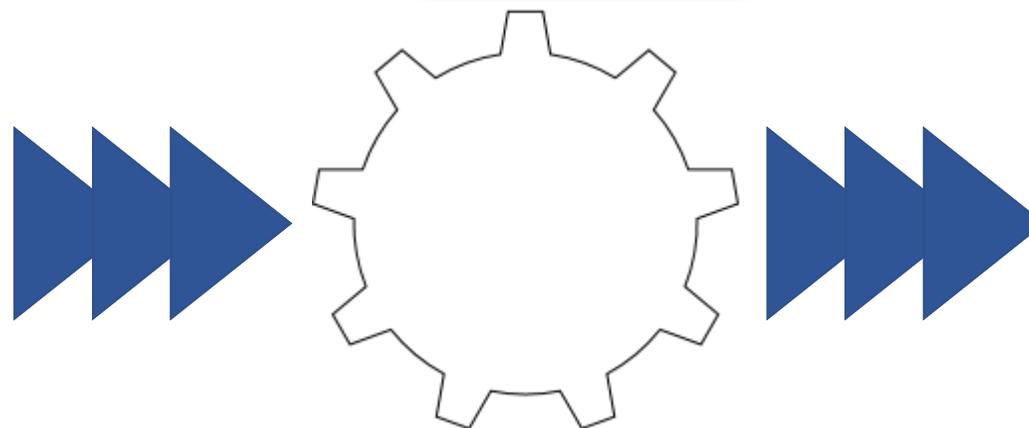
Ex : TSEB, METRIC ...

$$LE_v = \frac{\rho c_p}{\gamma} \beta_v \frac{e_{sat}(T_v) - e_0}{r_{im}} \rightarrow rst_{min}$$



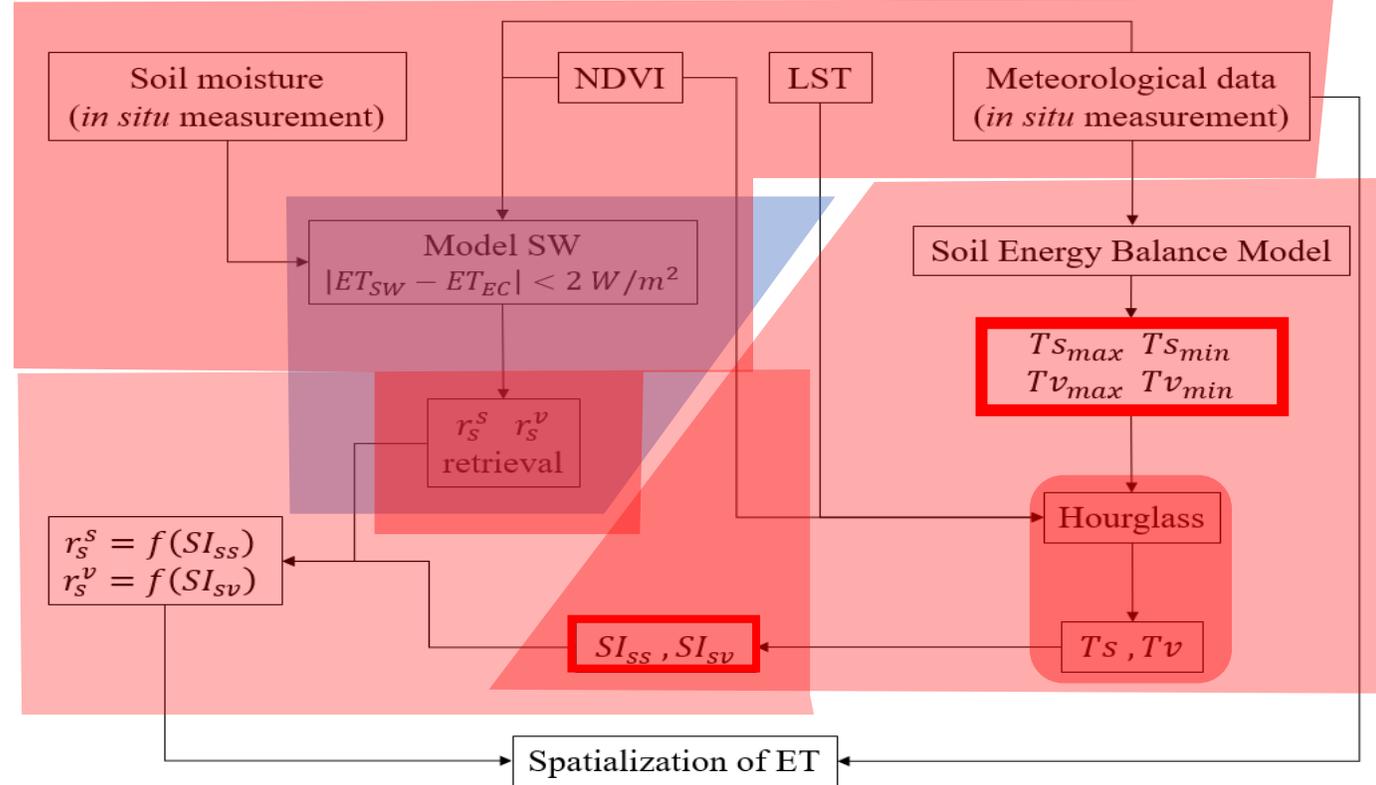
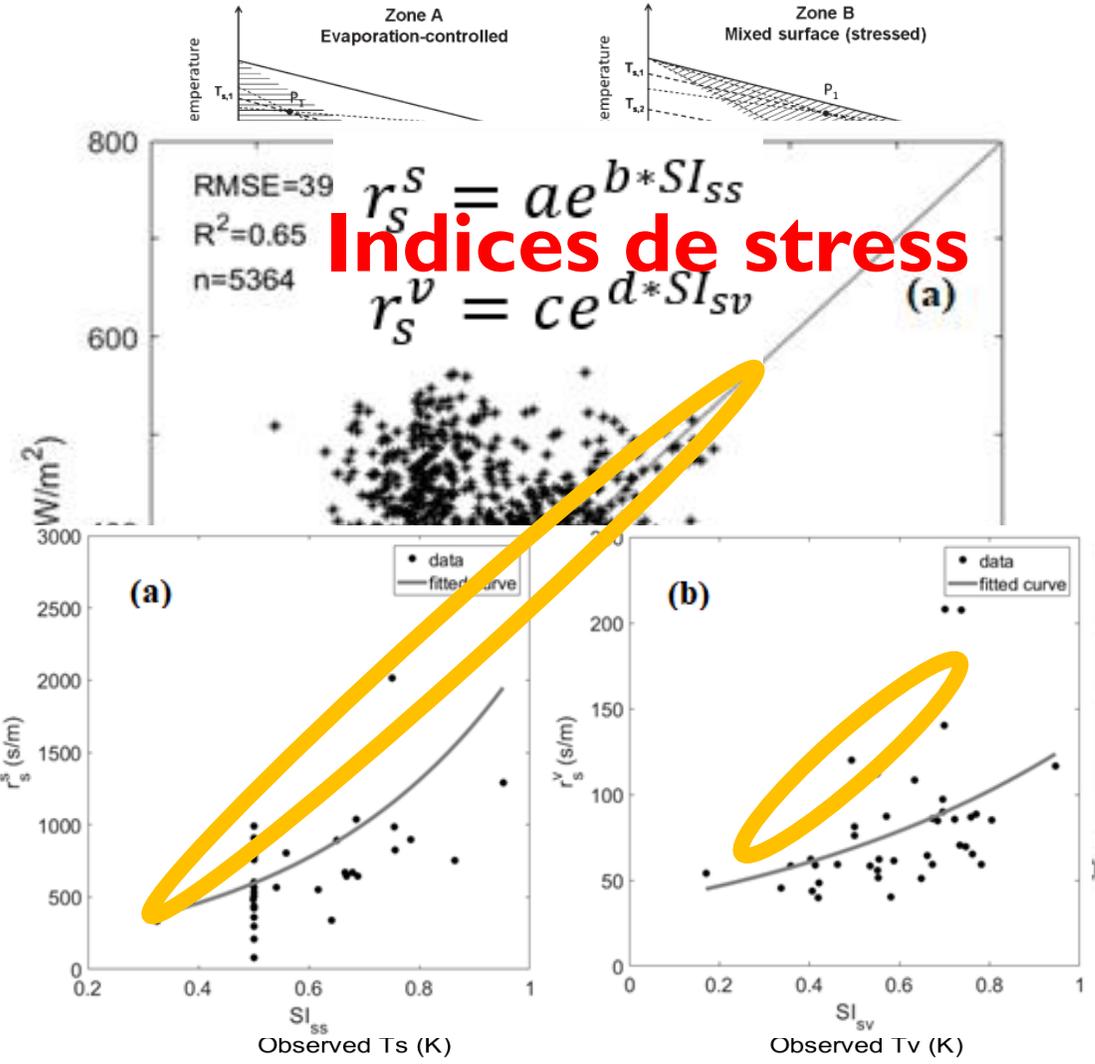
Entrées

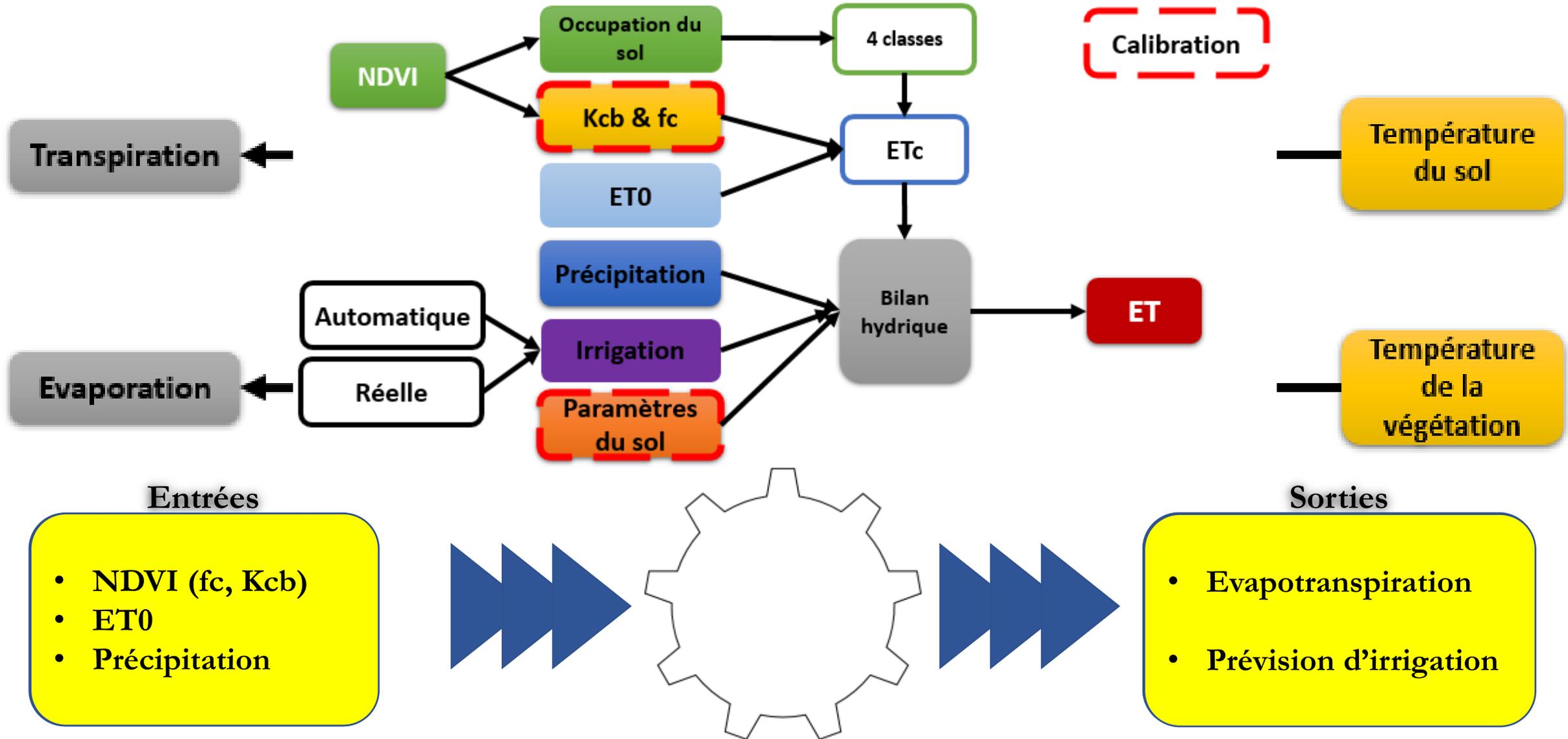
- NDVI (Fc, LAI)
- LST
- Données climatiques



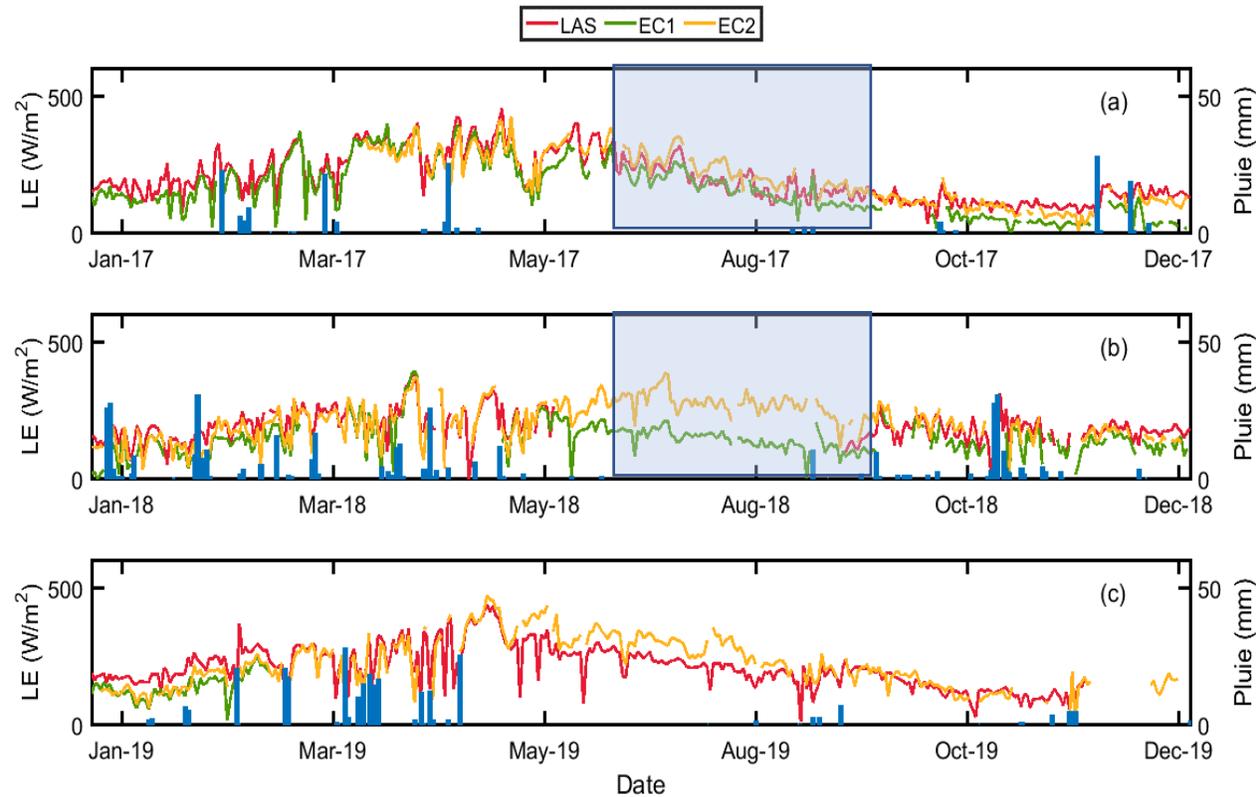
Sorties

- Evaporation
- Transpiration

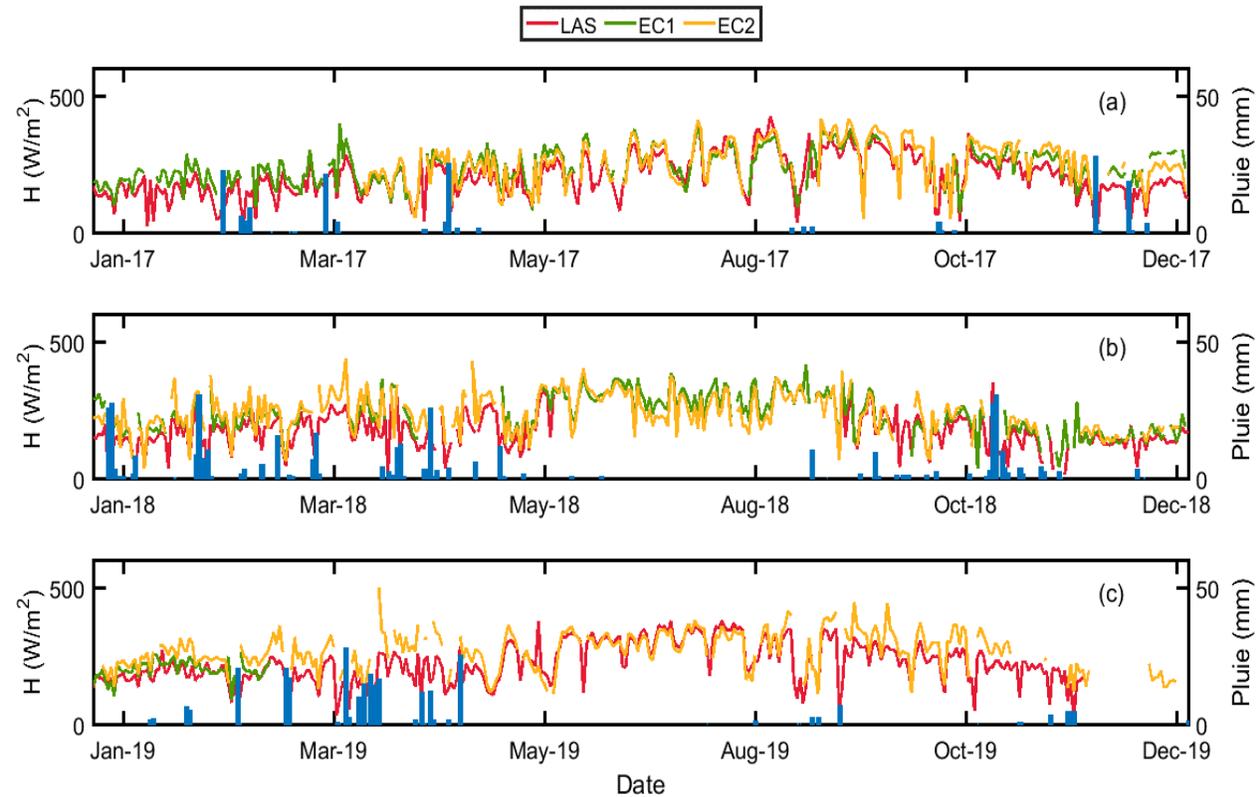




Flux de chaleur latente



Flux de chaleur sensible



- Échelle saisonnière → **Bon accord** entre les flux journalières (Différences inférieures à 50 W/m²).
- Ecart justifié par la différence de footprint entre EC et LAS.
- Différences entre EC2 et LAS : un signal saisonnier avec **un écart plus important en été**.

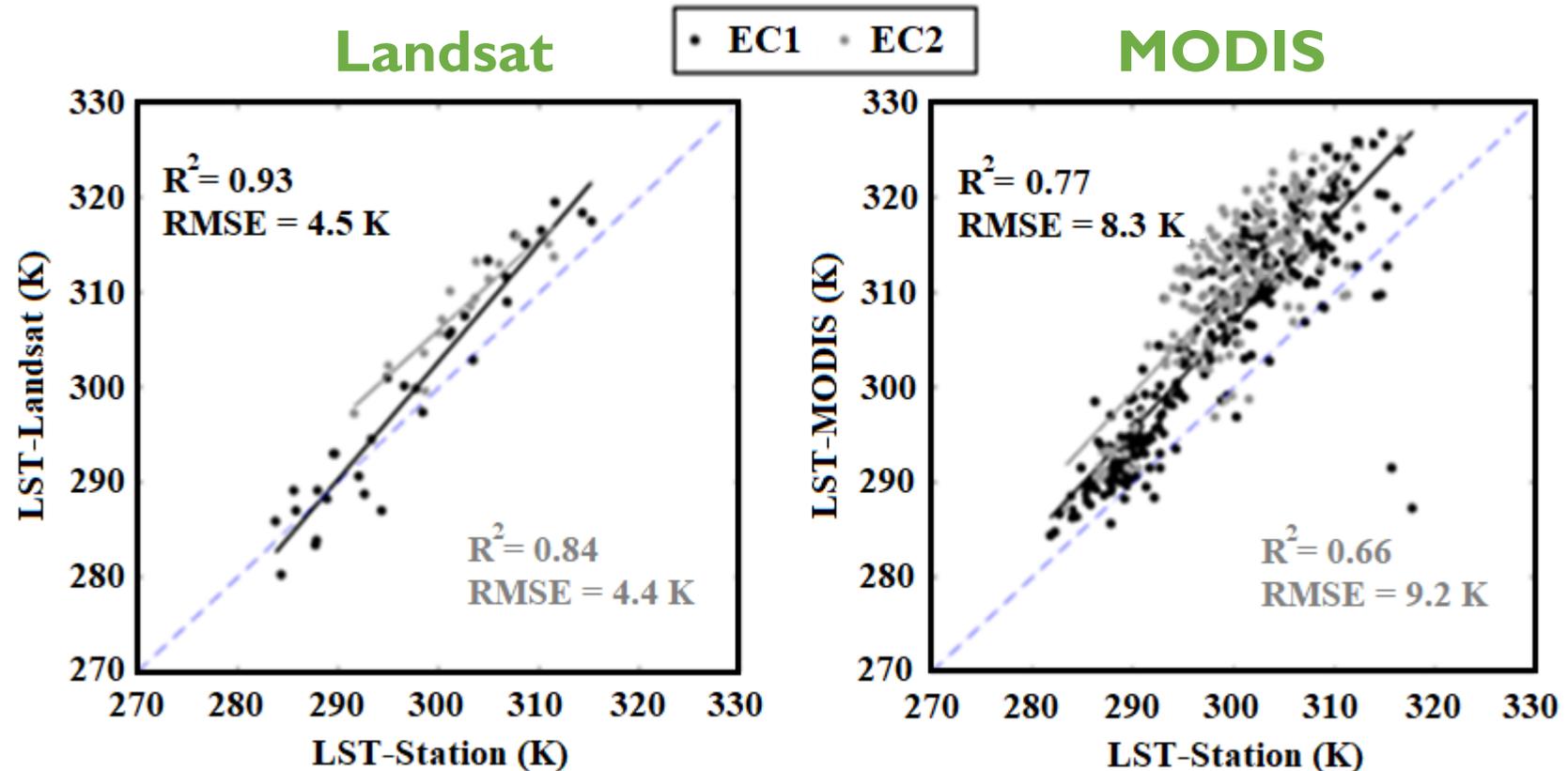
Température de la surface

- **Surestimation** pour les valeurs élevées de LST.

→ Différence entre la résolution Landsat et le footprint de CNR4.

- EC1 meilleure que EC2

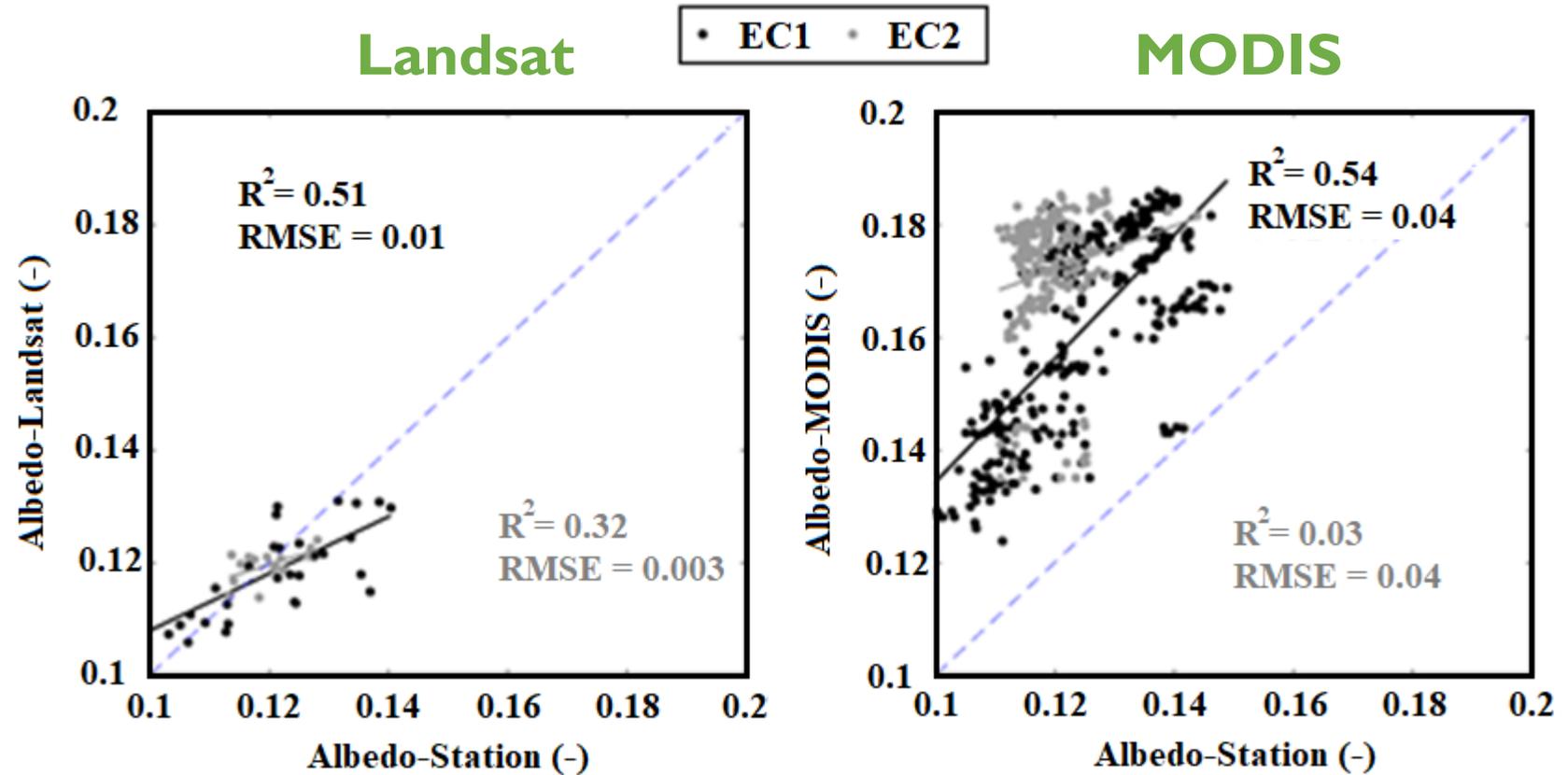
→ **homogénéité plus élevée** sur EC1.



Albédo

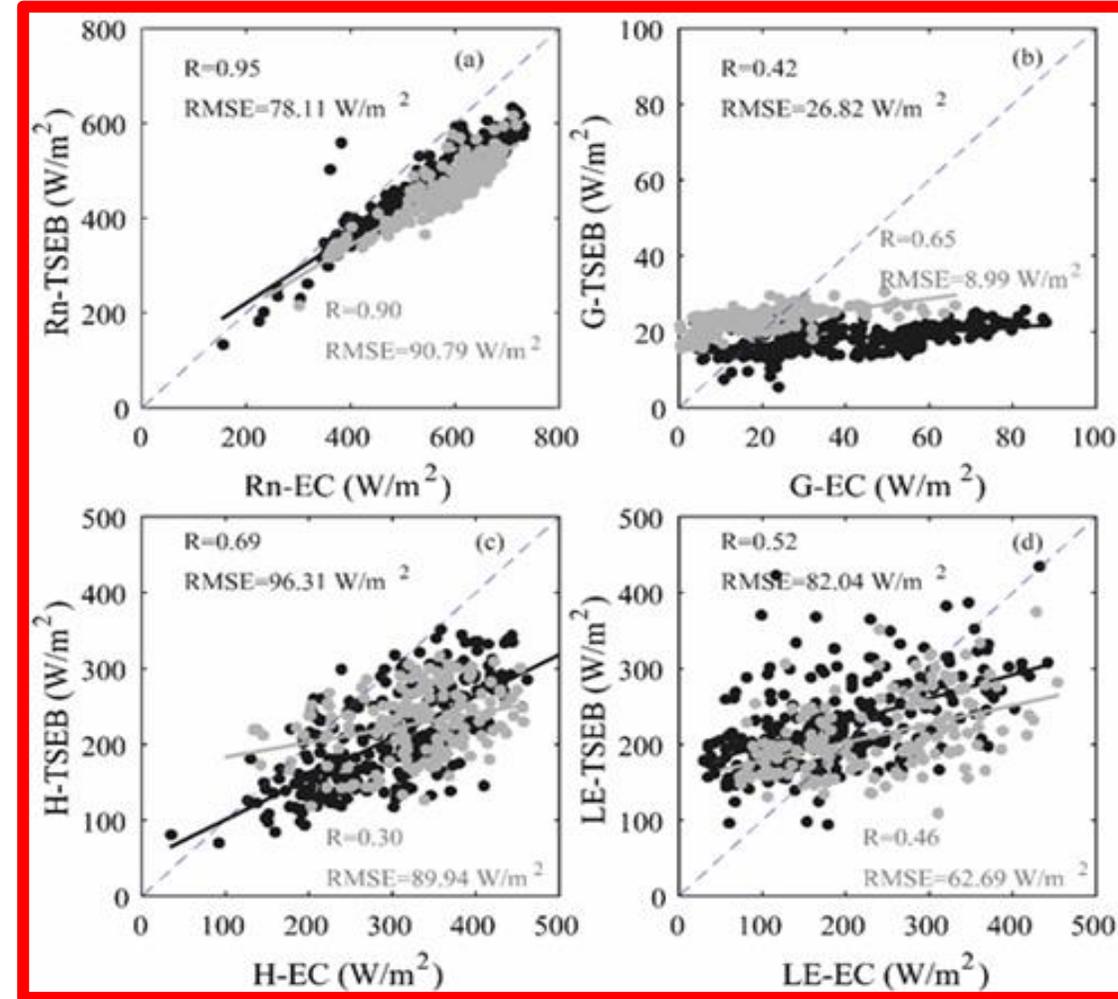
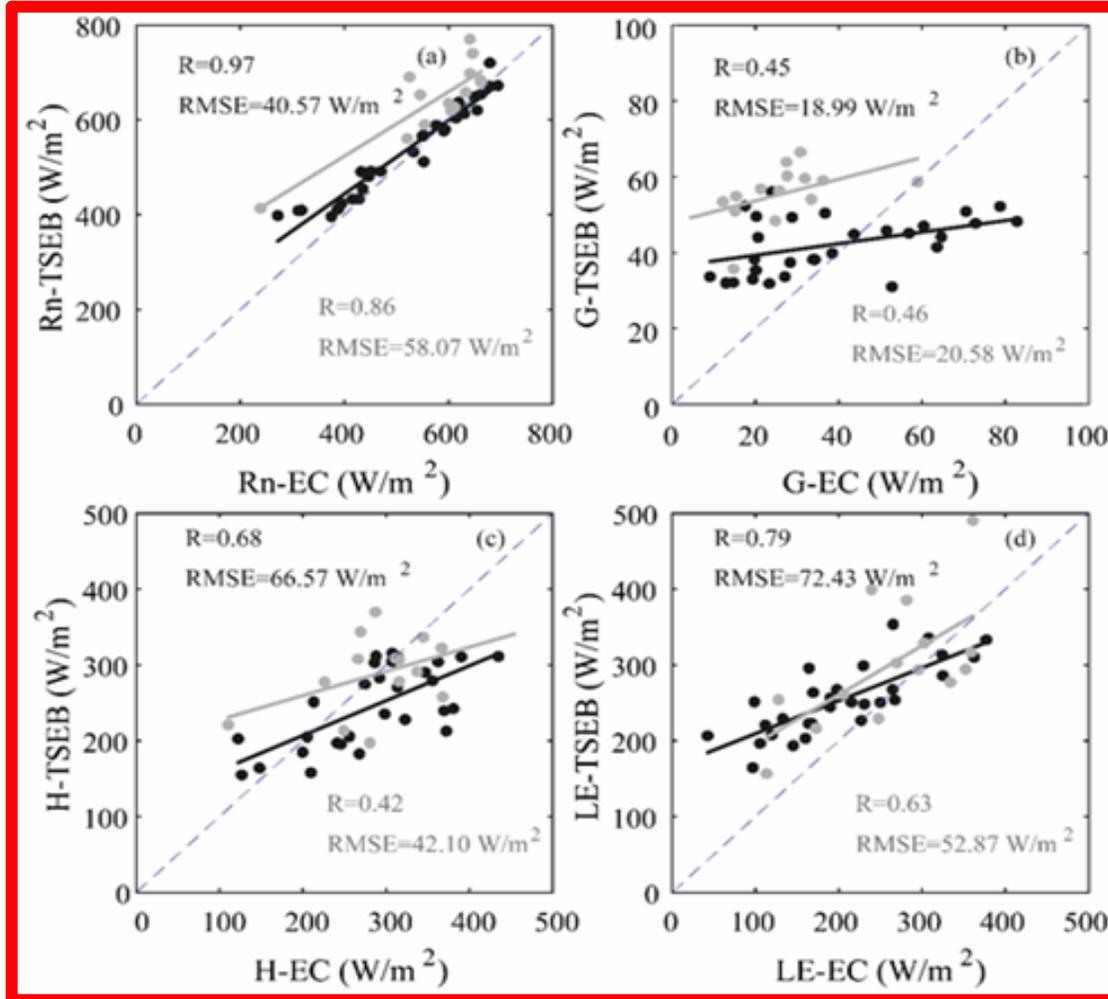
- **Surestimation** significative de MODIS.

→ représentativité des mesures *in situ*



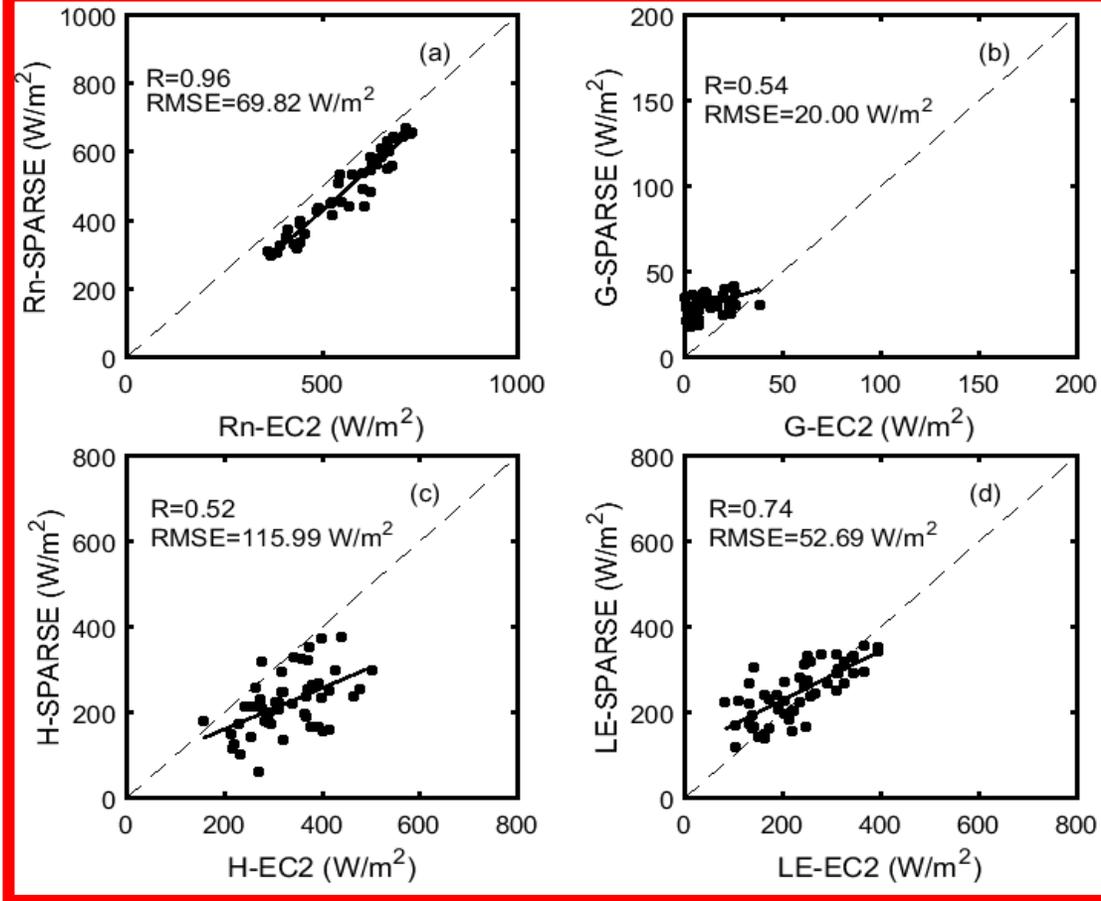
Landsat

MODIS

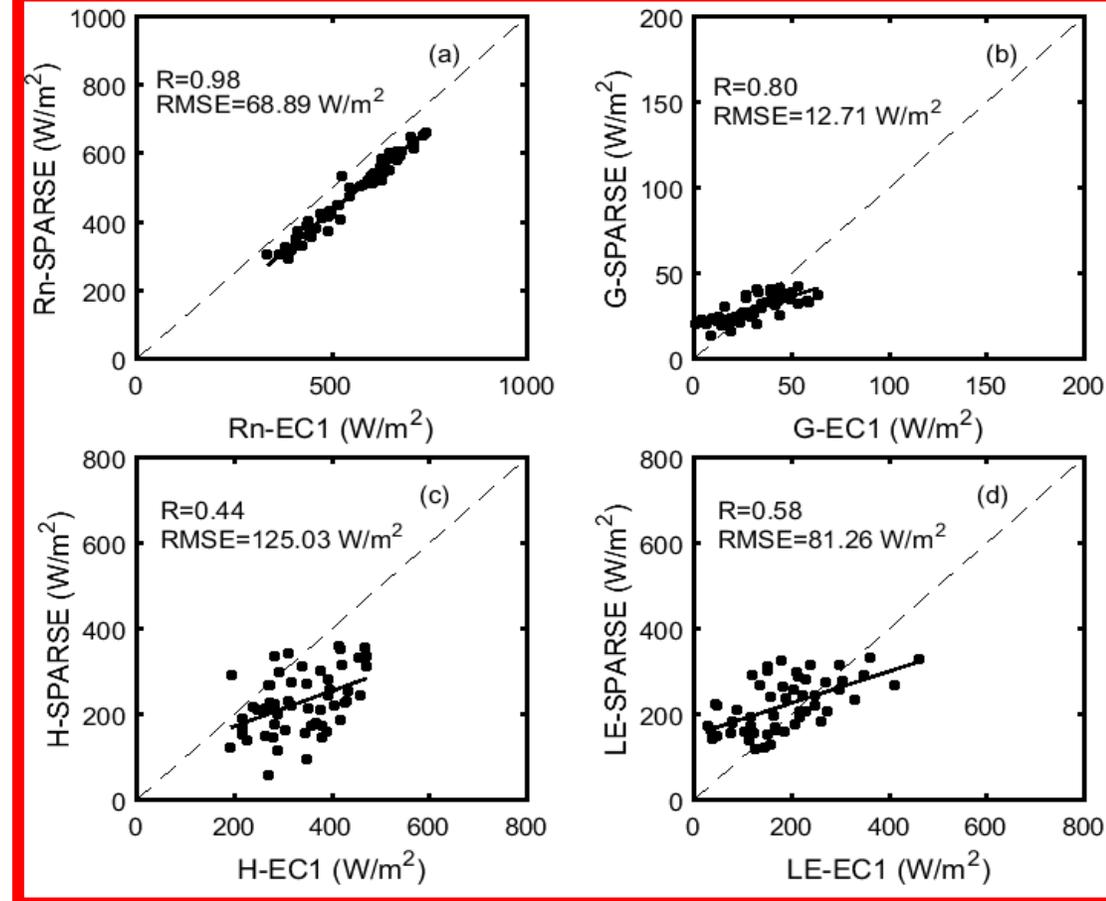


- G est linéairement lié à Rns.
- Z_0 et d sont estimés comme une fraction de la hauteur de la végétation.
- LE est un **terme résiduel** affecté par des erreurs dans les estimations de Rn, G et H.

EC2

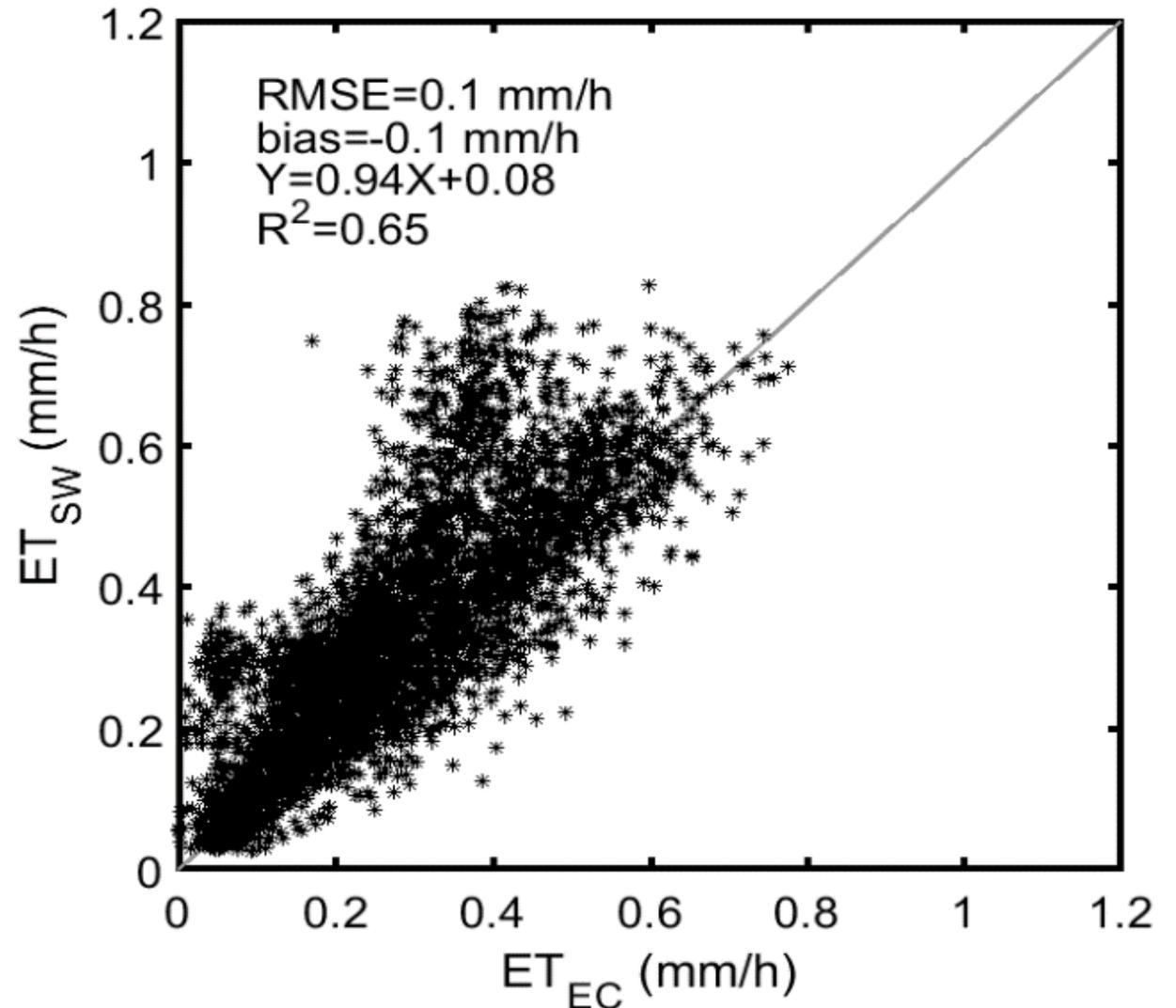


EC1

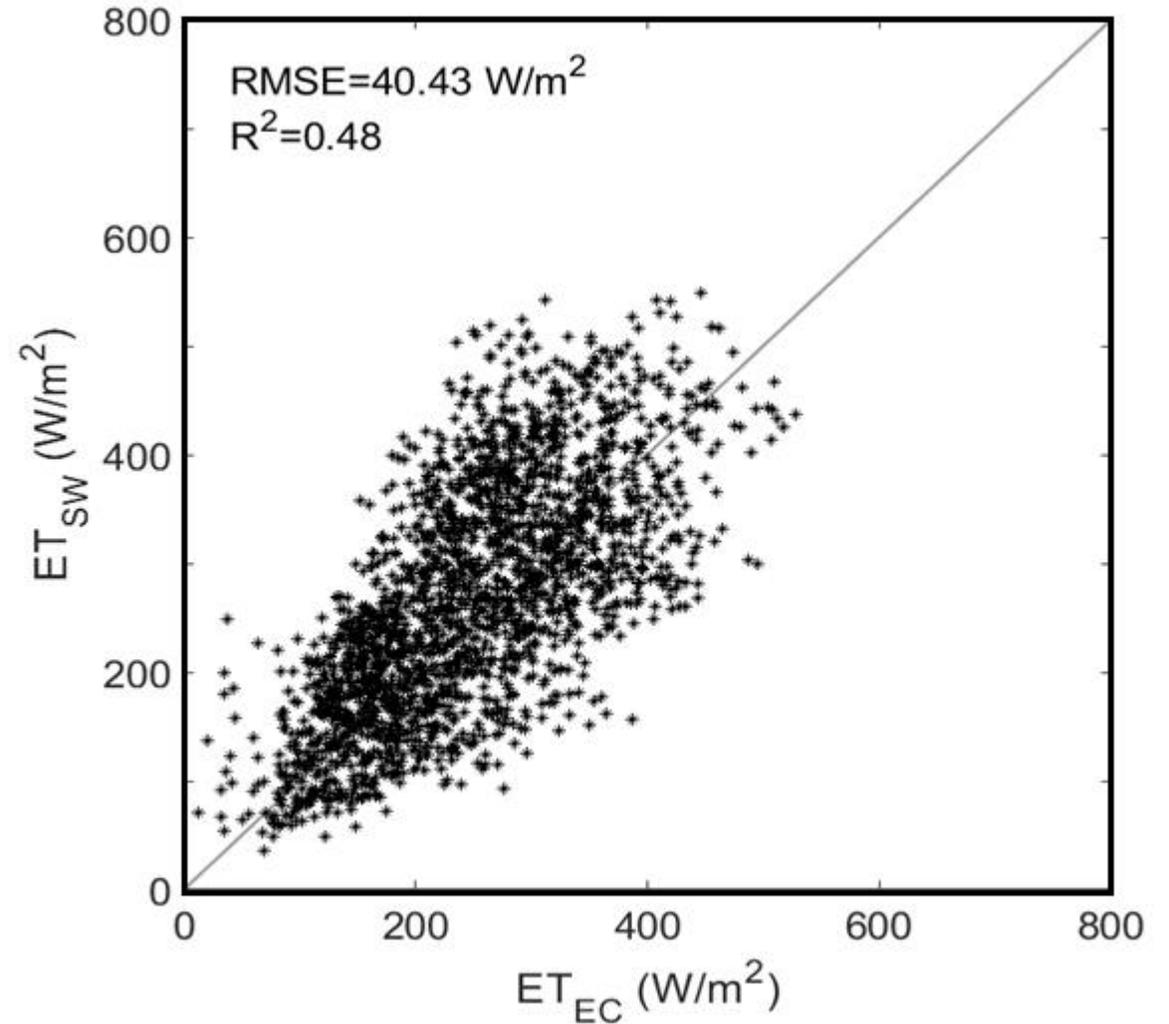


- SPARSE → calibré sur EC1 en utilisant la version « parallèle ».
- Paramètres sensibles de SPARSE : rst_{min} , ξ et $kappa$.
- Paramètres calibrés constants sur toute l'année → pas de représentativité d'une surface aussi complexe.

- **Surestimation** de ET en sol partiellement mouillé.
- Plusieurs **paramètres** sont **constantes** pendant toute la période d'étude sans tenir compte des changements saisonniers.

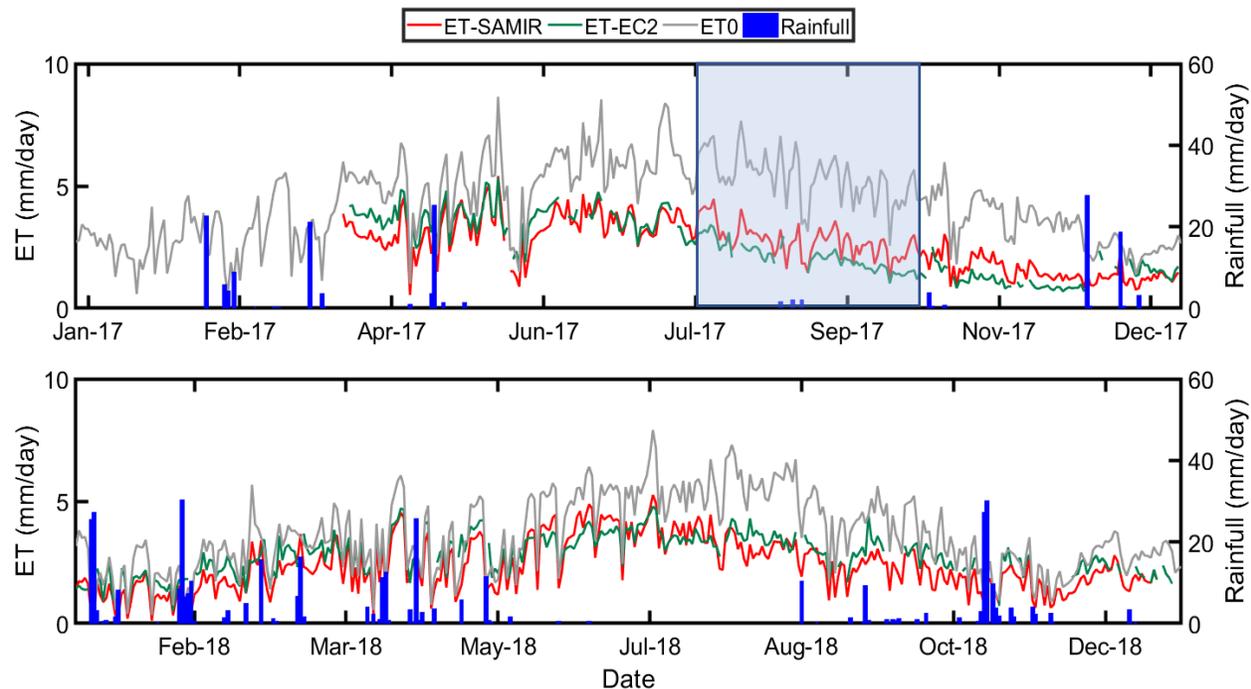


- Résultats **encourageantes**.
- Dispersion peut être liée à **l'incertitude sur LST** et sa partition.

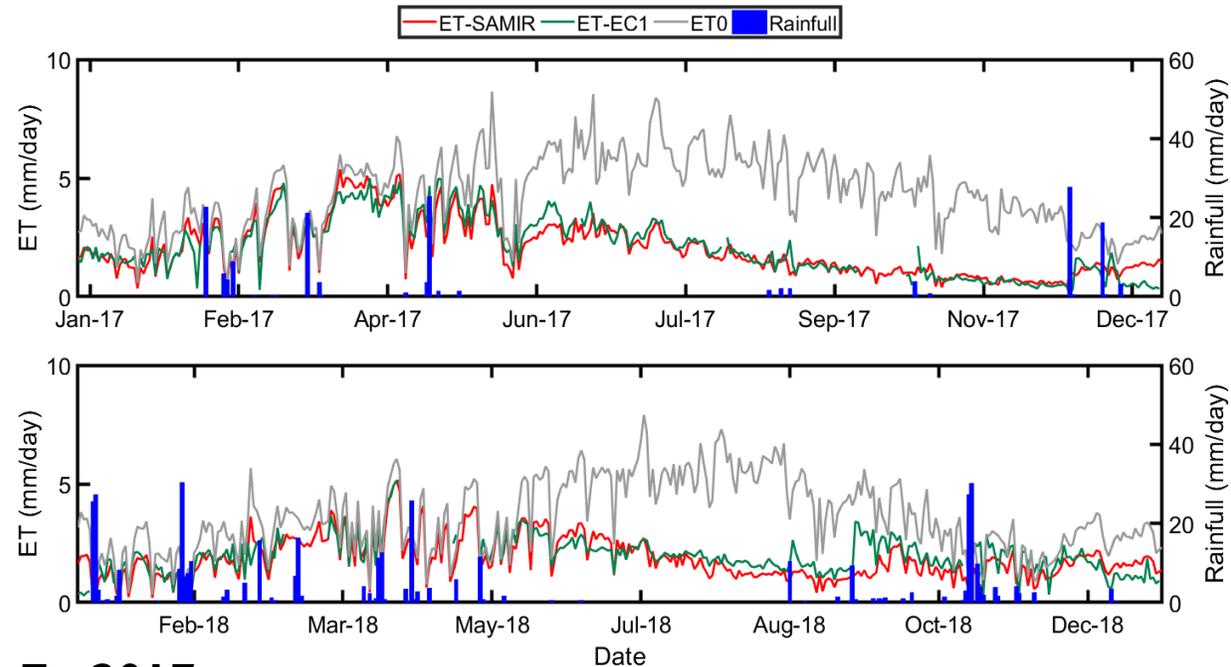


- Bon accord entre ET estimée et mesurée sur ECI.
- Irrigation automatique **arrêtée** l'été pour ECI

Validation sur EC2



Calibration sur ECI



En 2017:

SAMIR **surestime** ET (Juillet à Novembre)

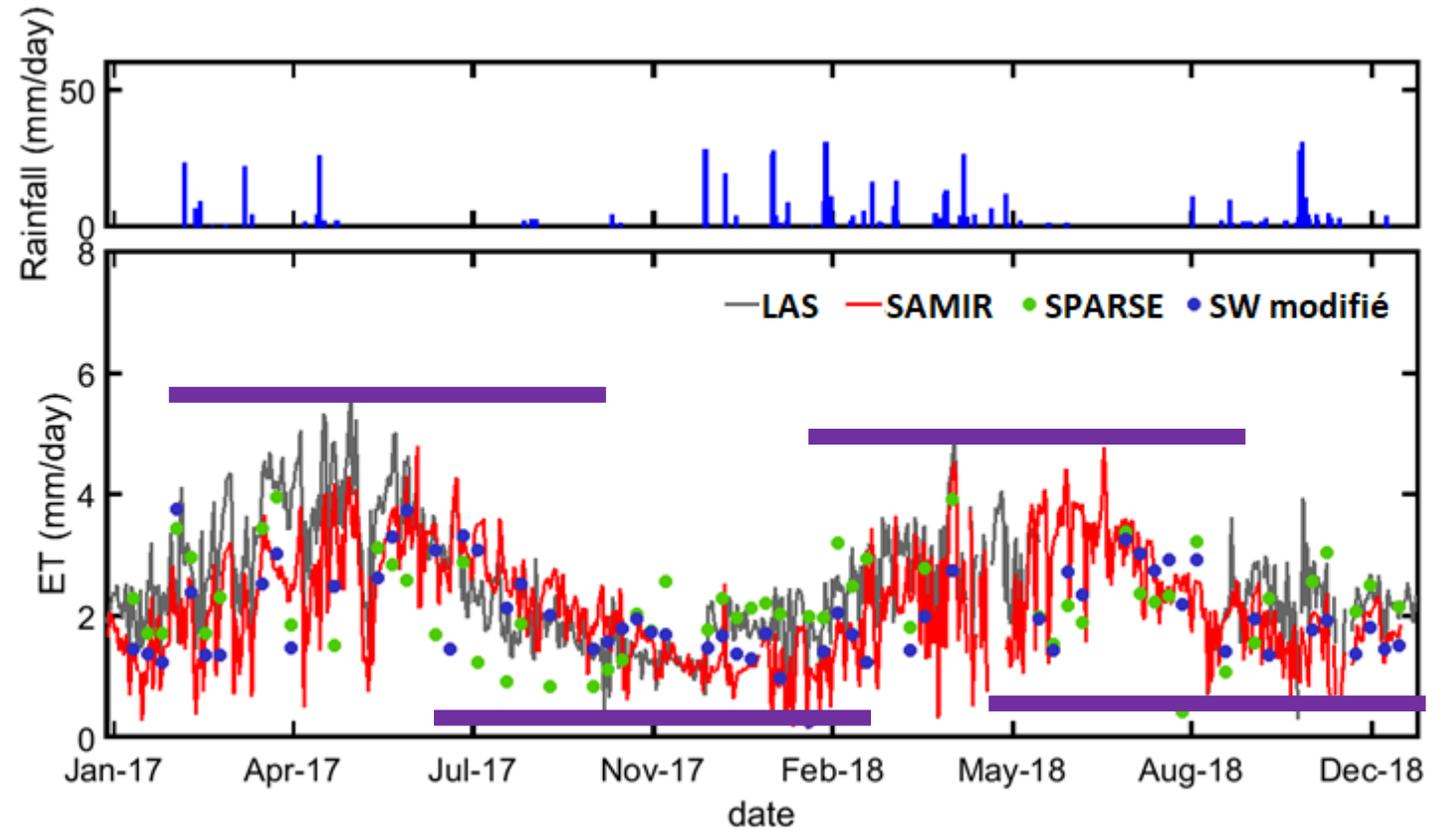
→ irrigation automatique **OR** en conditions réelles (pas d'irrigation).

En 2018:

Pas de surestimation de ET

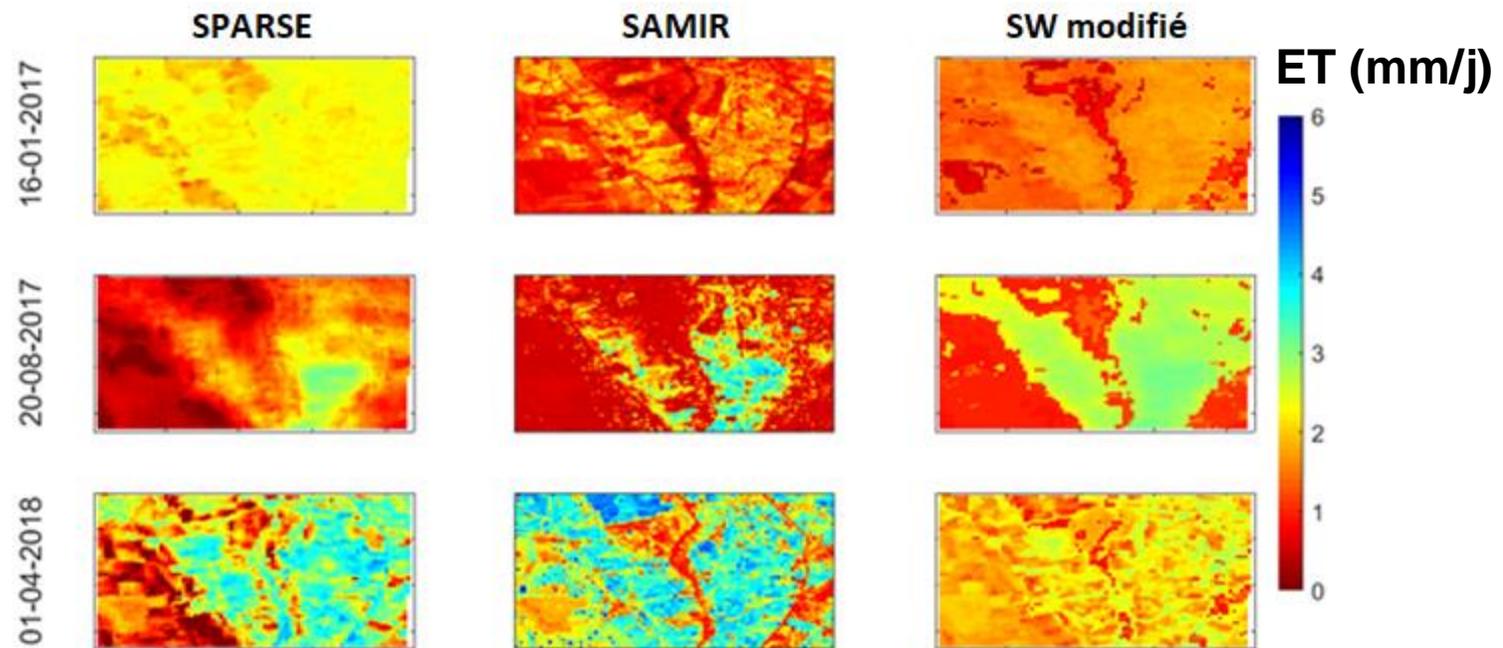
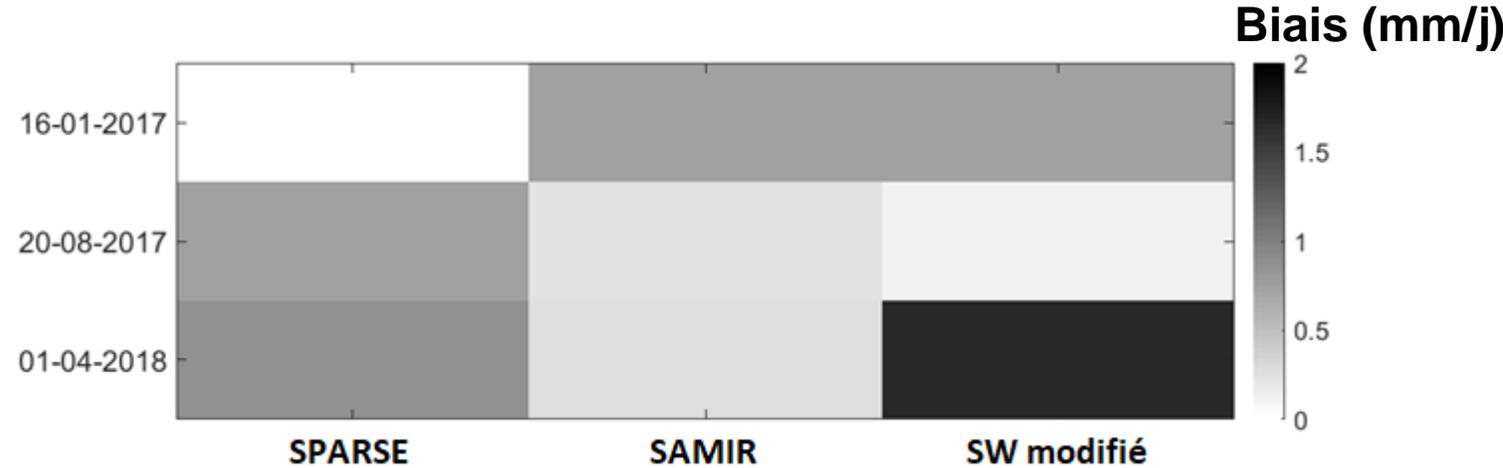
→ Pas de période sèche et SAMIR n'a pas besoin d'ajouter d'irrigation.

- Pondération de ET selon le **footprint journalier** du LAS.
- Extrapolation de ET instantanées (SPARSE et SW modifié) en utilisant la méthode de la **fraction évaporative** (Delogu et al., 2012).
- Dynamique saisonnière **similaire** de ET mesurées et simulées par les différents modèles.



	SPARSE	SW modifié	SAMIR
RMSE (mm/j)	0,83	0,92	0,70
Biais (mm/j)	0,50	0,73	0,45
R	0,55	0,60	0,75

- SPARSE a mieux performé que les autres modèles en **début de saison**.
- Pendant l'été, l'effet de l'erreur de LST sur **SW modifié** n'était pas aussi fort que sur SPARSE.
- Relation résistance/indice de stress dans **SW modifié** est **non représentative** pour tous les conditions.



Conclusions

Résultats des modèles

TSEB

- Résultats acceptables en utilisant [Landsat](#).
- **Limitation** : coefficient de PT dépend de l'état hydrique de la surface.

SPARSE

- Résultats acceptables à [l'échelle saisonnière](#).
- **Limitation** : difficulté d'estimer H/LE en conditions sèches.

SW

- Résultats encourageantes à [l'échelle local](#).
- **Limitation** : difficile à spatialiser (cartes d'humidité du sol).

SW modifié

- Résultats acceptables à l'échelle spatiale.
- **Limitation** : besoin d'être calibré sur chaque type de couvert.

SAMIR

- [Bonne](#) estimation de ET.
- **Limitation** : ne prends pas en considération les conditions de stress.

- **Intercomparaison des trois modèles** : SW modifié, SPARSE et SAMIR → investiguer leur précision et leur applicabilité pratique compte tenu des différents niveaux de complexité et des exigences en variable d'entrée.
- Les trois modèles **prédisent bien** l'évolution saisonnière de l'ET pendant les deux saisons 2017 et 2018.
- **Les performances des modèles sont contrastées** et varient au cours de la saison en fonction des conditions de stress et du développement de la végétation.
- La pertinence d'un modèle par rapport à un autre n'est pas affirmé → chaque modèle est performant dans l'objectif pour lequel été établie.

Merci de votre attention

