

Modélisation des effets des pratiques agricoles sur la dynamique hydrique des sols dans un modèle de surface ; quantification de leur impact sur le cycle de l'eau en Occitanie

Mathilde Tauveron^a, Aaron Boone^a, Jean-Pierre Sarthou^b, Tiphaine Tallec^c, Aurore Brut^c

- Objectifs :**
- 1 - Modéliser les effets du travail du sol sur la dynamique hydrique de ces derniers dans le LSM Surfex-ISBA précédée par une campagne de terrain
 - 2 - Spatialiser sur l'Occitanie et étudier les impacts à l'échelle régionale
 - 3 - Étudier l'évolution du cycle hydrologique en faisant des projections climatiques futures sur l'Occitanie



Credit Photo : Denis Peyrissac

Constat : Les sols agricoles européens, soumis à de nombreuses pressions anthropiques se dégradent : tassement, érosion, acidification, perte de matière organique... Ces dégradations sont en grande partie imputées aux travaux agricoles, et en particulier le labour, ainsi qu'au passage de lourdes machines dans les champs¹.

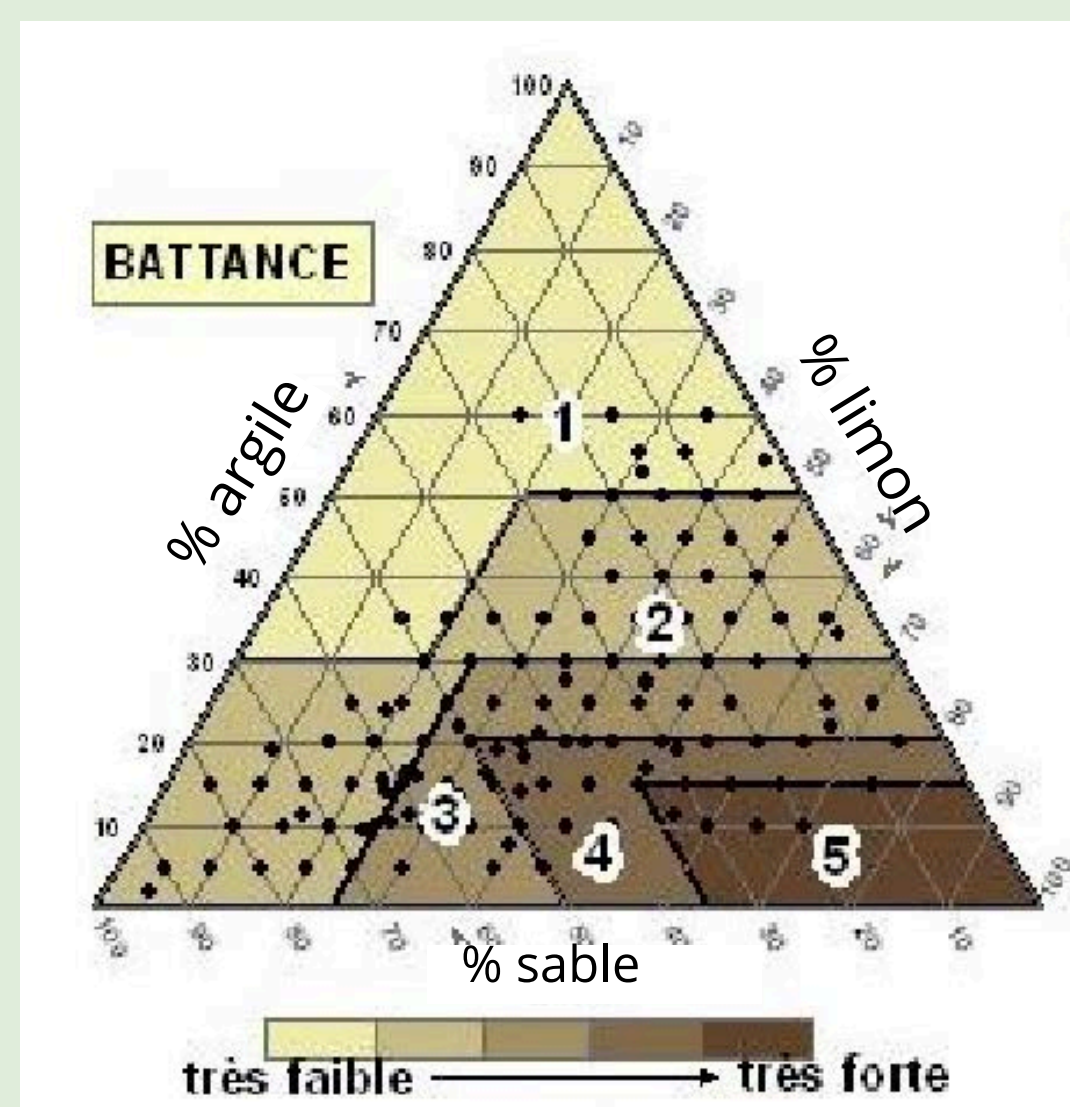
Ces dégradations impactent les dynamiques hydriques des sols : à la fois leur capacité d'infiltration (quantité d'eau infiltrée) mais aussi leur infiltrabilité (rapidité/facilité d'infiltration), leur capacité à stocker cette eau et à la restituer aux cultures (réserve utile).

Des études réalisées sur des parcelles cultivées avec des pratiques agricoles alternatives telles que l'ACS (Agriculture de Conservation des Sols), qui limitent voire abolissent le travail du sol et prônent la couverture du sol par des végétaux toute l'année, montrent dans ces sols une plus grande réserve utile², ainsi qu'une porosité et une rugosité plus élevées³ par apport aux sols des parcelles soumises à un travail du sol profond et régulier.

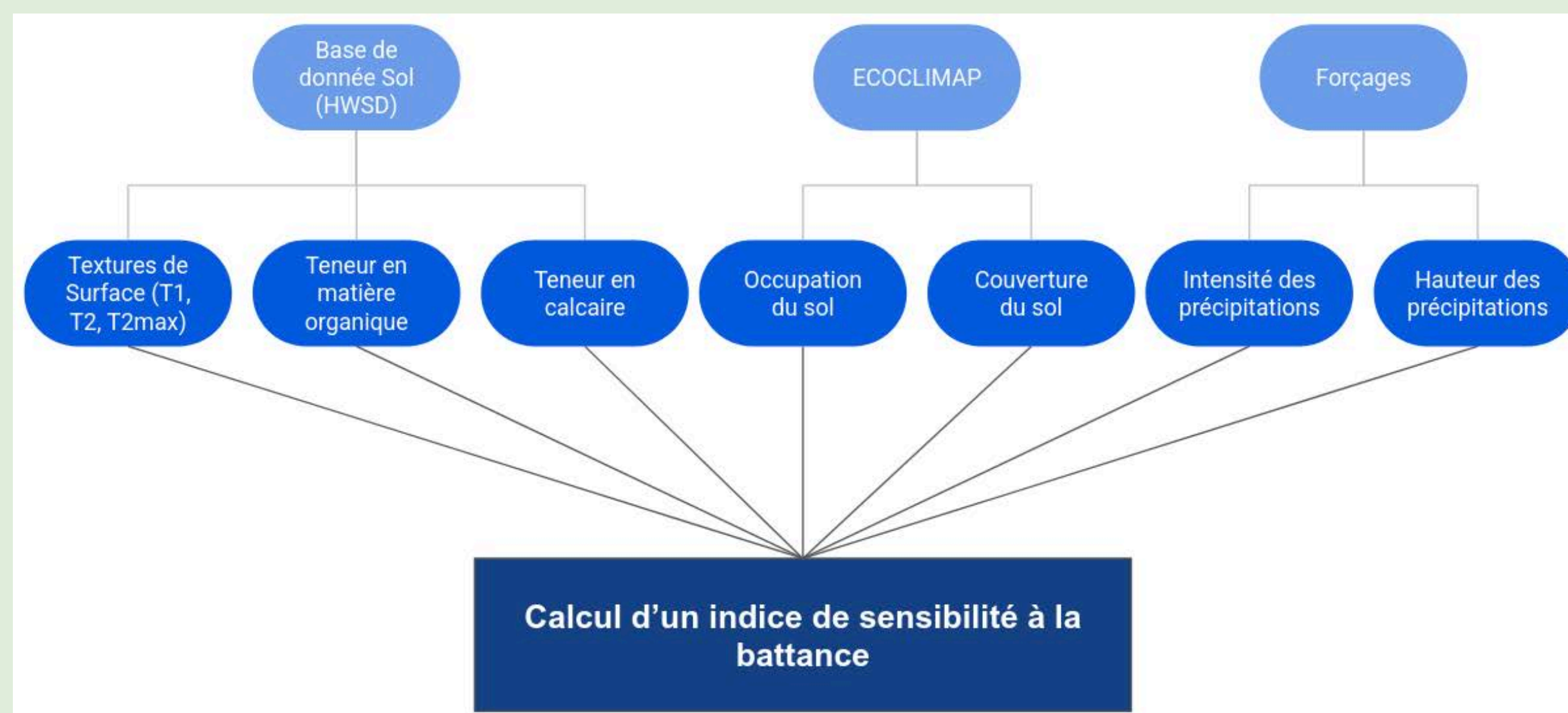
Quels phénomènes représenter dans ISBA ? Comment s'y prendre ?

Le tassement du sol

- **Croûte de battance** (couche peu perméable en surface)



Le Bissonais et al. 2004⁴



Adaptation de Le Bissonais et al. 2004⁵

- **Compaction en profondeur** (semelle de labour et autres horizons imperméables en profondeur)

Modélisation de la contrainte exercée sur le sol (équations 1 et 2) et
Modélisation de la réponse du sol à cette contrainte (équations 3 et 4)
d'après Défossez et al. 2004⁶

$$(1) \quad p = \frac{1}{3}(\sigma_1 + 2\sigma_3) \quad (3) \quad e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1$$
$$(2) \quad q = (\sigma_1 - \sigma_3) \quad (4) \quad \varepsilon_v = -\frac{(e - e_0)}{e_d}$$

p : la contrainte moyenne associée à une compression isotrope
q : la contrainte déviatorique associée à un cisaillement
 σ_1 et σ_3 : les contraintes principales
e et **e_0** : indice des vides et indice des vides initial
 ρ_d et ρ_s : masse volumique du sol et masse volumique du solide
 ε_v : déformation volumique du sol

La couverture du sol

Dans des systèmes en agroécologie, le sol est toujours couvert, ce qui permet de le protéger⁷, de limiter les émissions de N_2O ⁸, et de l'enrichir en matière organique⁹.

Pour s'approcher de cette réalité, nous pourrions :

- Modéliser la couverture du sol (paillis, résidus de culture)
- Permettre la modélisation de plusieurs types de végétation en même temps, (étude des rotations, co-cultures, de l'agroforesterie et des systèmes privilégiant plusieurs strates de végétation)
- Accroître l'infiltrabilité des sols avec la croissance racinaire
- Représenter le phénomène de "flaques" (ponding) lorsque l'infiltration est basse et la pente faible

Des mesures de terrain pour être au plus près de la réalité

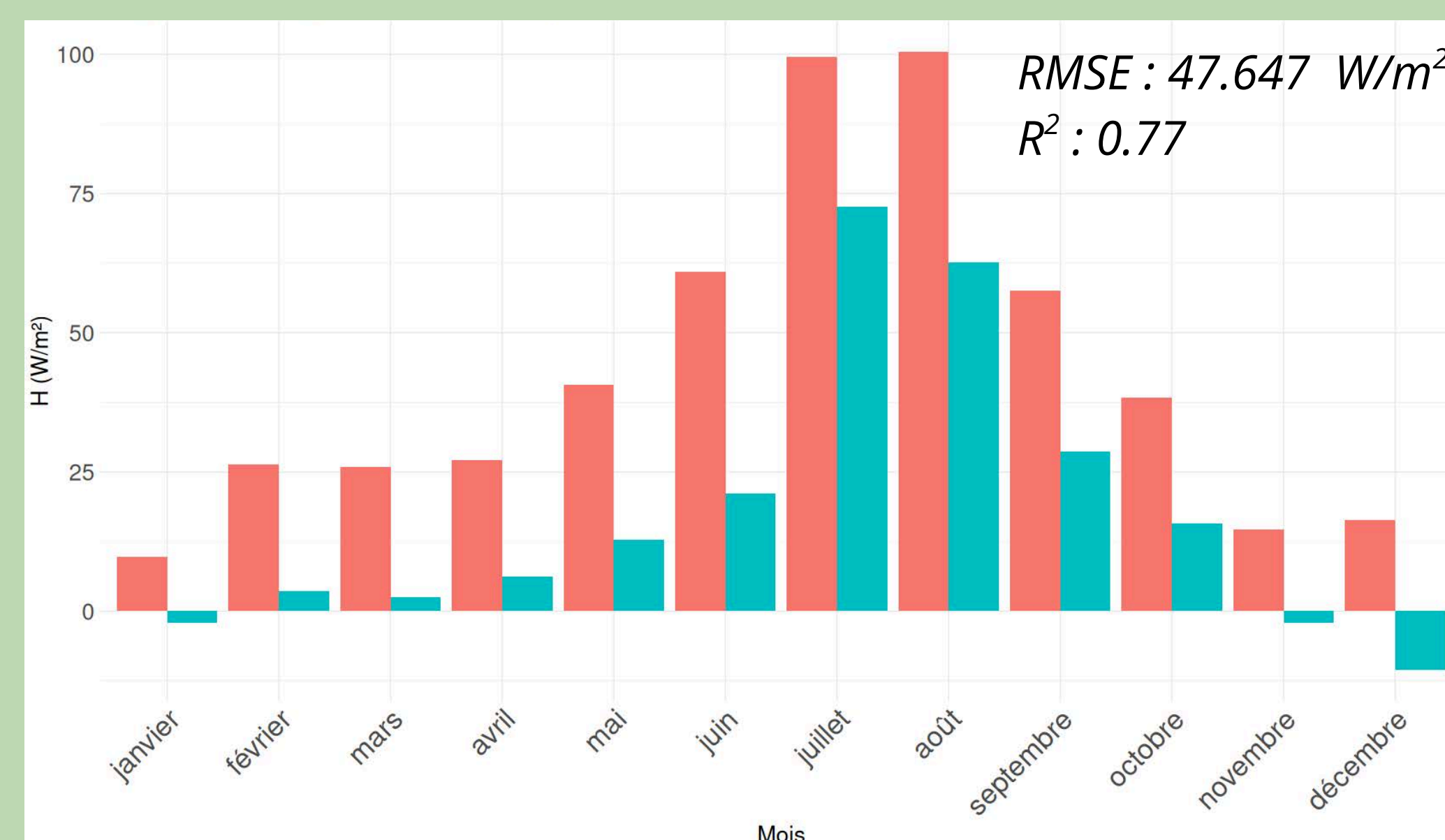
Nous participons au Projet **PerméaBioSol**, porté par Jean-Pierre Sarthou^a et financé par l'OFB. Dans ce projet, nous étudions des binômes de parcelles - composés d'une prairie et d'une parcelle cultivée en conventionnel, et nous réalisons de nombreuses mesures afin de pouvoir comparer notamment les dynamiques hydriques.

Nous utiliserons ces mesures pour modifier et affiner les fonctions de pédotransfert, qu'elles soient représentatives de **l'état des sols en Occitanie**.

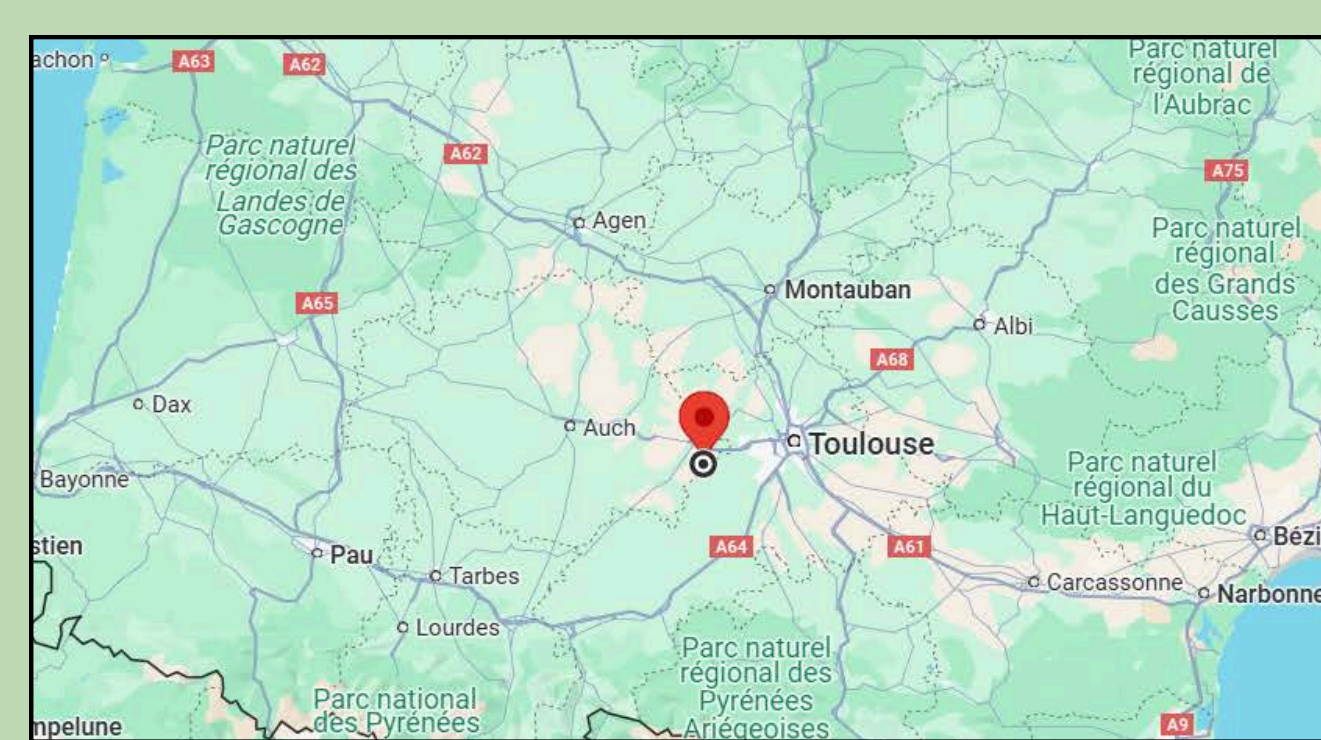
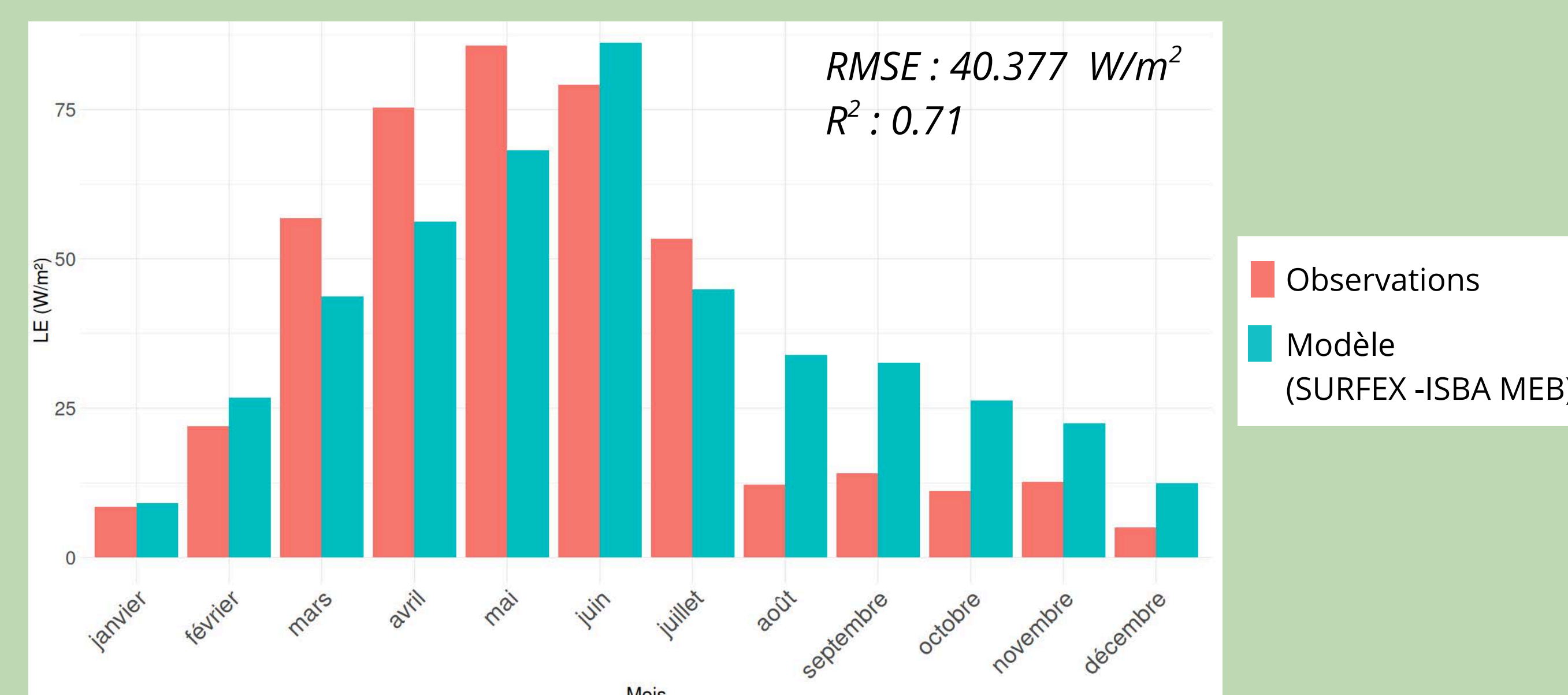


Premiers résultats de modélisation de la parcelle instrumentée d'Auradé (CESBIO)

Comparaison de la modélisation flux de chaleur sensible (H) sur la parcelle d'Auradé en 2013 vs observations (CESBIO)



Comparaison de la modélisation flux de chaleur latente (LE) sur la parcelle d'Auradé en 2013 vs observations (CESBIO)



Positionnement de la parcelle instrumentée d'Auradé - Site ICOS

References

- 1 - Keller T, Or D. Farm vehicles approaching weights of sauropods exceed safe mechanical limits for soil functioning. Proc Natl Acad Sci USA. 24 mai 2022;119(21):e2117699119.
- 2 - Alletto L, Cueff S, Bréchemier J, Lachaussée M, Derroux D, Page A, et al. Physical properties of soils under conservation agriculture: A multi-site experiment on five soil types in south-western France. Geoderma, 2022
- 3 - Scopel E, Findeling A, Guerra EC, Corbeels M. Impact of direct sowing mulch-based cropping systems on soil carbon, soil erosion and maize yield. Agron Sustain Dev, 2005, pp.425-32.
- 4 - Antoni V, Bissonnais Y, Thorette J, Zaidi N, Laroche B, Barthès S, et al. Modélisation de l'aléa érosif des sols en contexte méditerranéen à l'aide d'un Référentiel Régional Pédologique au 1/250.000 et confrontation aux enjeux locaux. 2020;
- 5 - Bissonnais Y., Dubreuil N., Daroussin J., Gorce M., 2004 - Modélisation et cartographie de l'aléa d'érosion des sols à l'échelle régionale. Etude et Gestion des Sols, Volume 11,3, 2004, pp. 307-321;
- 6 - Défossez P, Richard G, Boizard H, Roger-Estrade J. Modélisation du compactage sous l'effet des passages d'engins agricoles. Etude et Gestion des Sols, Volume 11,1, 2004, pp.21-32;
- 7 - Carretta L, Tarolli P, Cardinali A, Nasta P, Romano N, Masin R. Evaluation of runoff and soil erosion under conventional tillage and no-till management: A case study in northeast Italy. CATENA, 2021;
- 8 - Muhammad I, Sainju UM, Zhao F, Khan A, Ghimire R, Fu X, et al. Regulation of soil CO2 and N2O emissions by cover crops: A meta-analysis. Soil and Tillage Research, 2019, pp.103-112;
- 9 - Scopel E, Findeling A, Guerra EC, Corbeels M. Impact of direct sowing mulch-based cropping systems on soil carbon, soil erosion and maize yield. Agron Sustain Dev, 2005, pp.425-32.