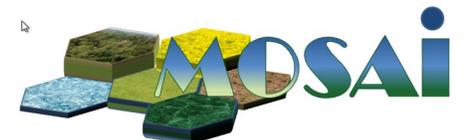
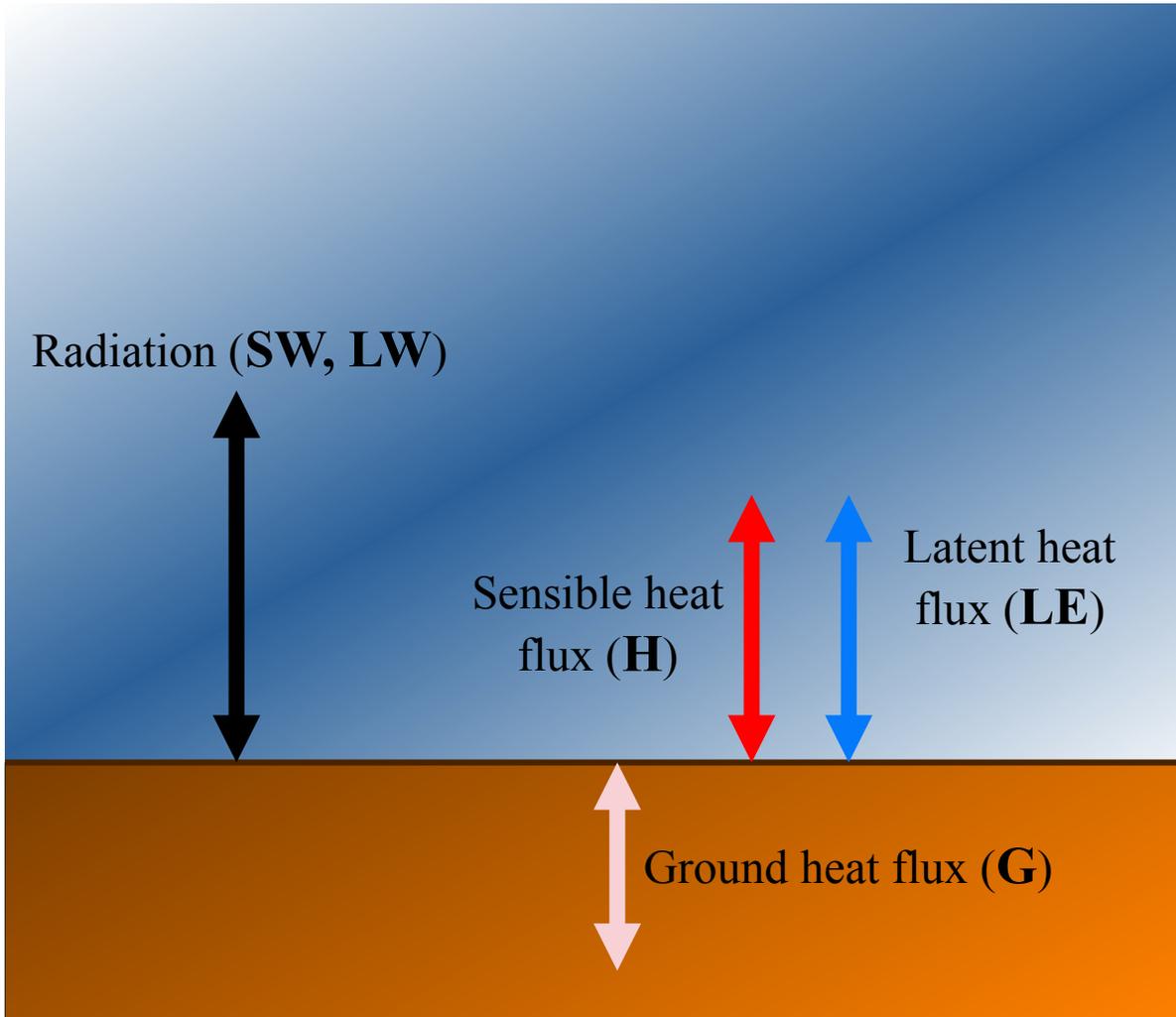


Thème :

**UTILISATION D'UN RÉSEAU DE NEURONES POUR
MIEUX ÉVALUER LES FLUX TURBULENTS DE SURFACE
DANS LES MODÈLES DE PRÉVISIONS CLIMATIQUES :
PREMIERS TESTS À LA MÉTÉO-POLE (WP2 MOSAI)**

**Maurin ZOUZOUA, Sophie BASTIN, Marjolaine CHIRIACO, Marie LOTHON,
Fabienne LOHOU, Cécile MALLET & Laurent BARTHÈS**





➤ Flux turbulents de surface (H, LE)

→ Transfert chaleur et vapeur d'eau surface ↔ atmosphère

$$R_{net} = LE + H + G \longleftrightarrow R_e = \frac{(R_n - G) - (LE + H)}{R_n - G} \approx 0 \quad (\text{SEB})$$

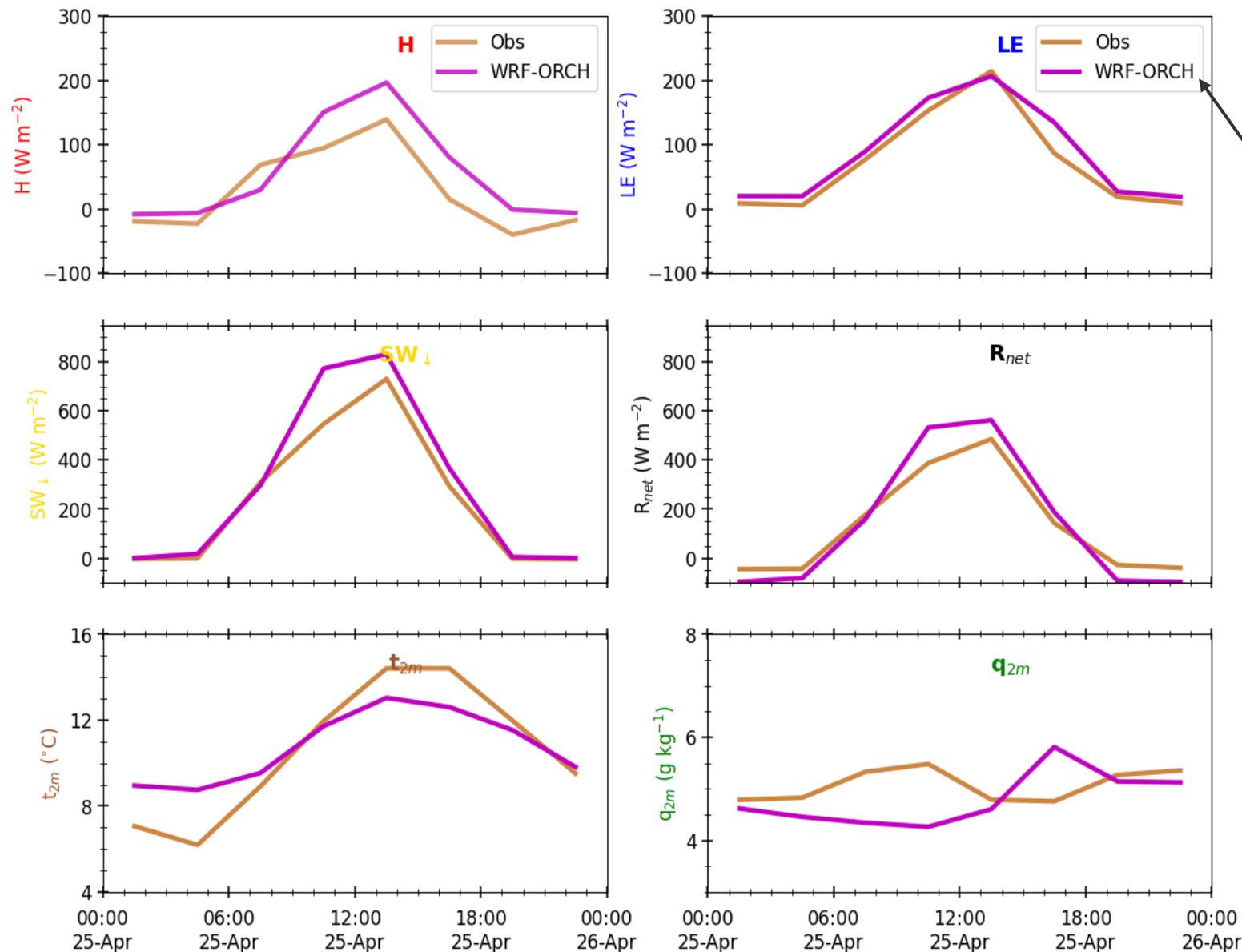
→ H & LE : Cycle diurne de la CLA (*Stull, 1988*), conditionnent la convection.

→ **Nécessité d'une représentation réaliste dans les modèles de prévisions**

→ Formulations de H & LE : 2^e source d'erreurs (*WGNE, 2019*)

→ **Quantification difficile avec les méthodes actuelles d'évaluation, car disparités (environnement & météo) entre modèle et observations.**

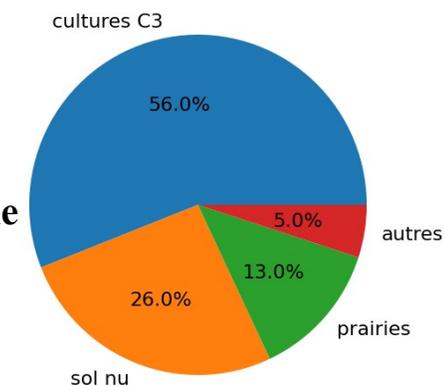
From 20160425 to 20160426 at Météo-pole (43.57° N, 1.37° E)



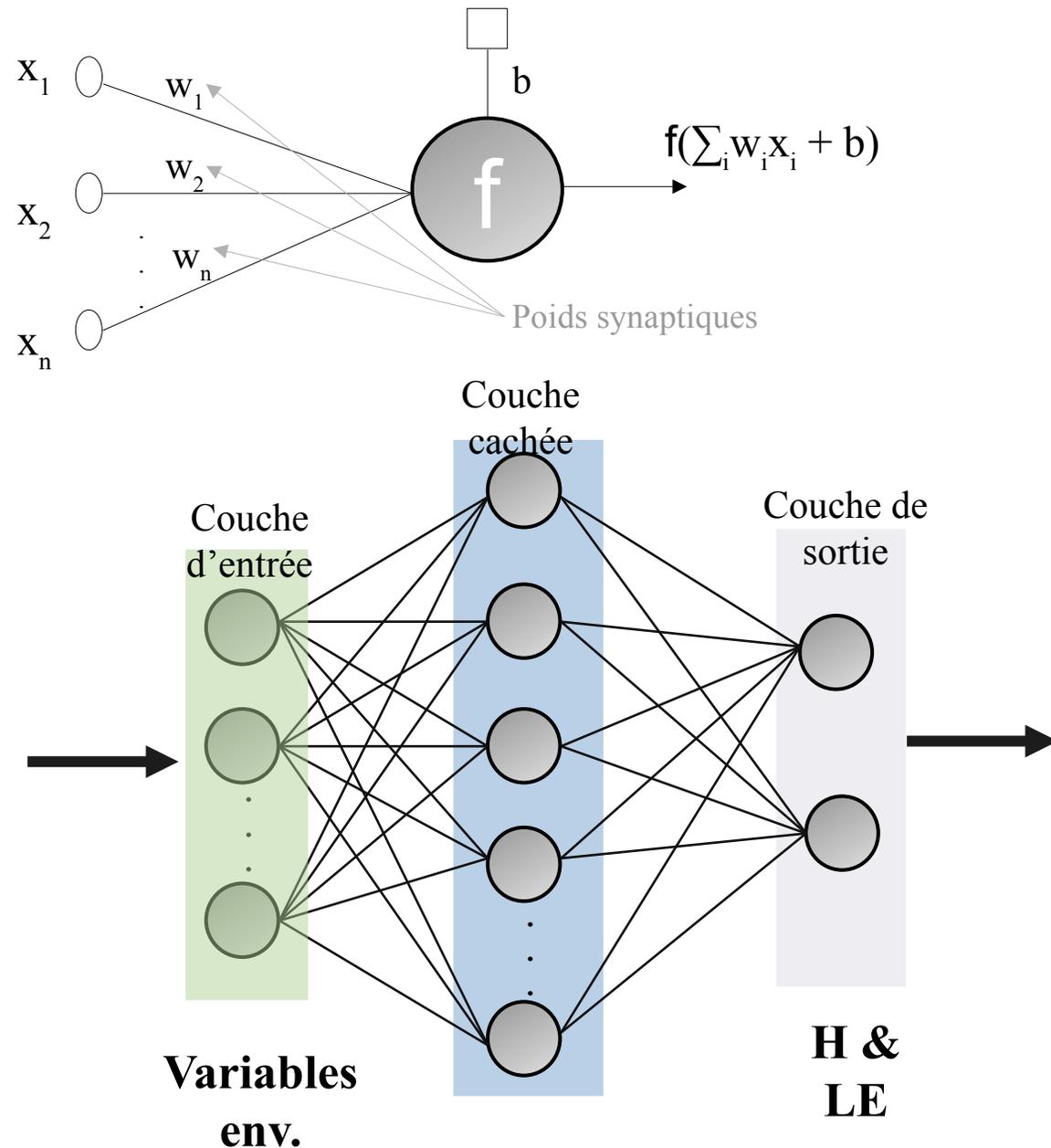
➤ Méthode actuelle d'évaluation

- ➔ Comparaison directe de H & LE entre observations et modèle
- ➔ ≠ conditions météorologiques

Point de grille le plus proche



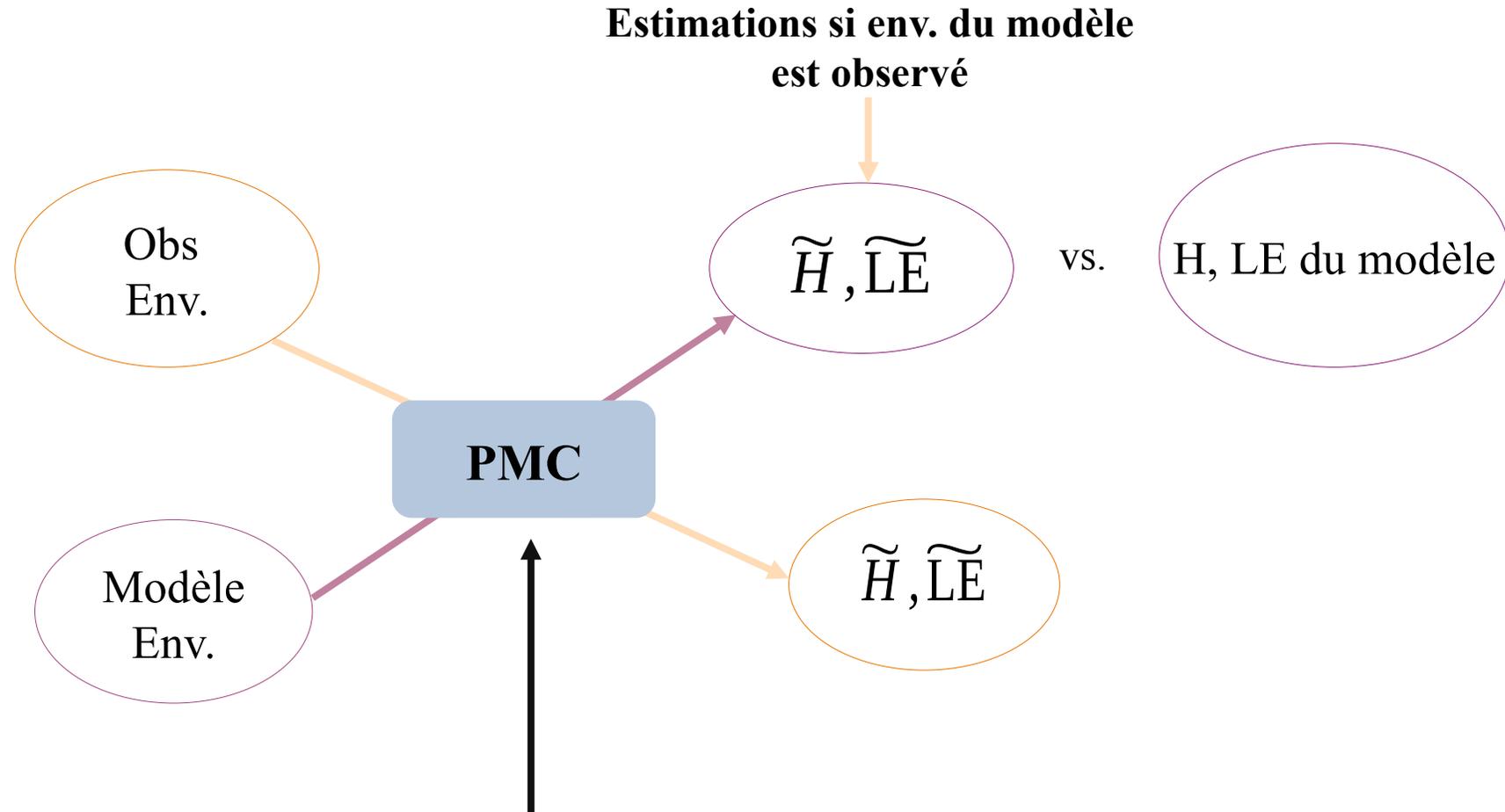
Problématique :
 Comment s'affranchir des ≠ modèle-observation afin de mieux évaluer les erreurs uniquement dues à la formulation des flux ?



Le perceptron multi-couches (PMC)

- Modèle statistique d'apprentissage automatique (réseau de neurones)
- Outil universel d'approximation.
- Architecture (topographie, etc.) dépendra des variables d'entrées et de la sortie.
- Configuration par apprentissage supervisé : base de données existante.

➤ Objectifs



Variables environnementales et configuration du PMC ?

➤ Observations :

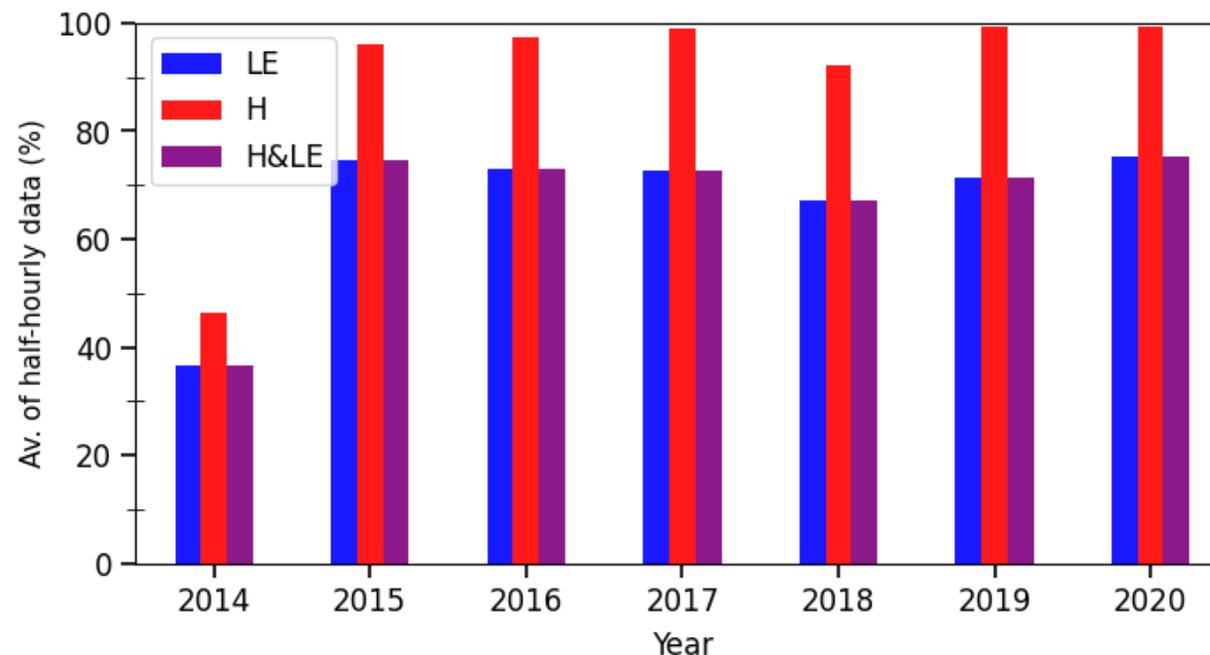
Données de surface collectées à trois sites de ACTRIS-FR, regroupées dans les fichiers reobs (*Chiriaco et al., 2018*) :
SIRTA à Paris (2015, 1 h), **Météo-pole à Toulouse (2014, 30 min)**, P2OA à Lannemezan (2016, 30 min).

➤ Modèles impliqués :

RegIPSL (2016, 3 h), LMDZ, AROME & ARPEGE

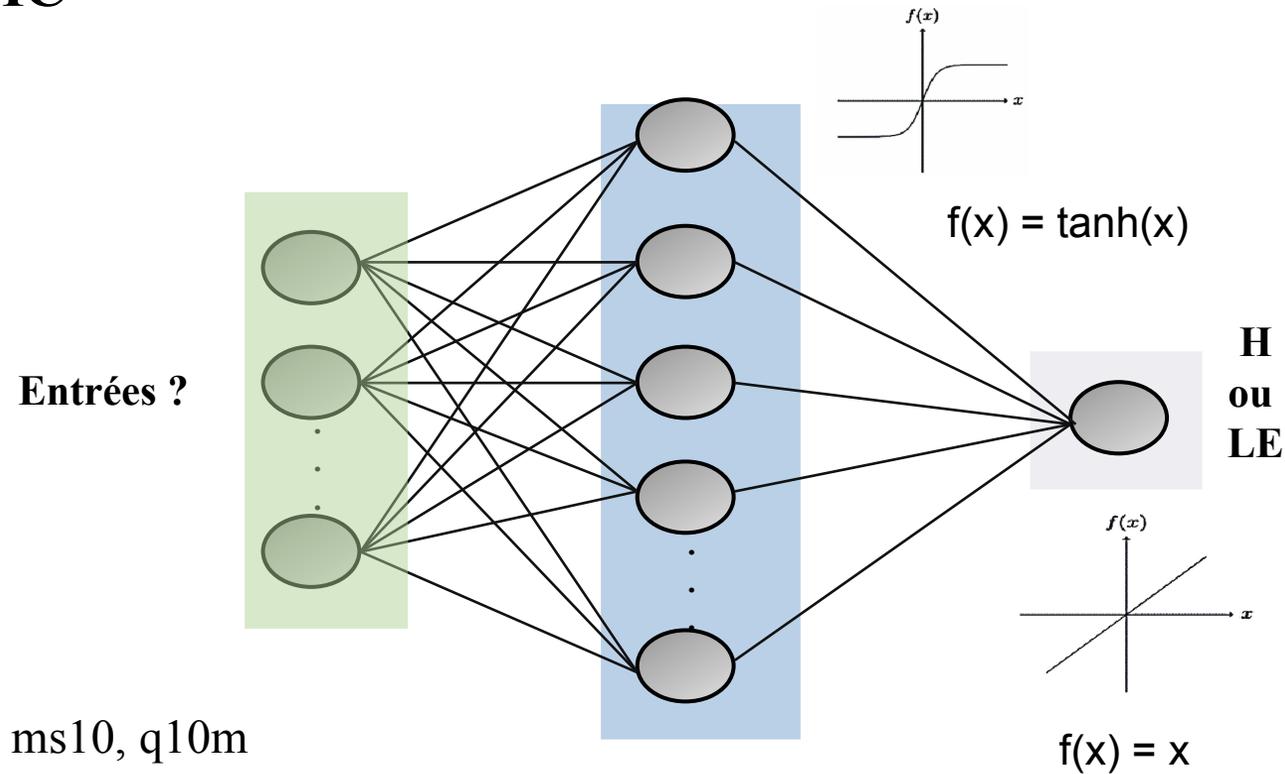
Données de surface à Météo-pole

<i>Flux de surface</i>
H, LE et G
<i>Flux radiatifs</i>
Composantes de SW, LW
<i>Variables météo</i>
Hum. et temp. à 2 et 10 m (q2m, t2m, q10m, t10m) et vent à 10 m
<i>Variables agro-météo</i>
Temp. à -1, -3, -5, -220 cm (ts1, ts3,) Hum. à -10, -20, -220 cm (ms10, ms20,)



➤ Implémentation du PMC

Tensorflow/keras



Réseaux distincts
pour éviter les
contaminations
d'erreurs

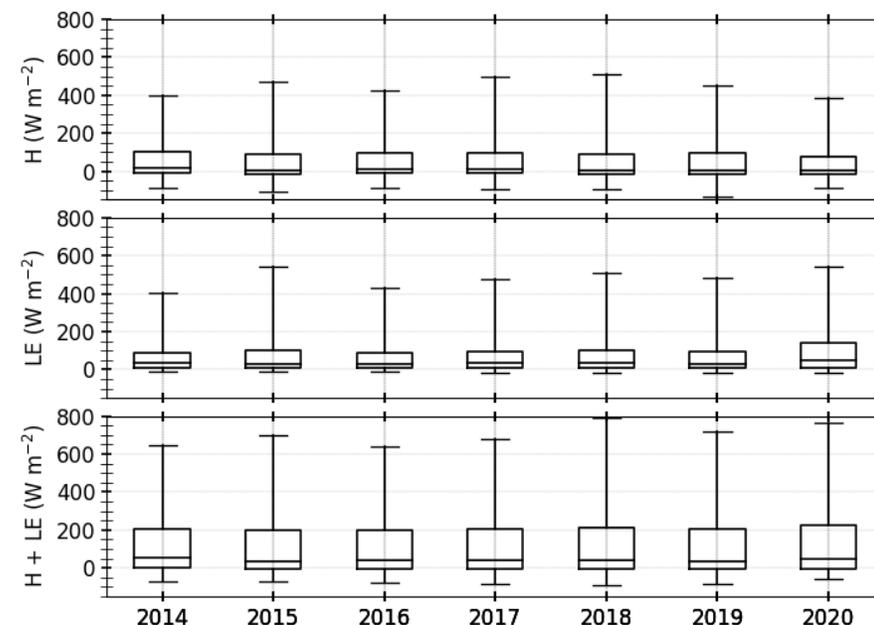
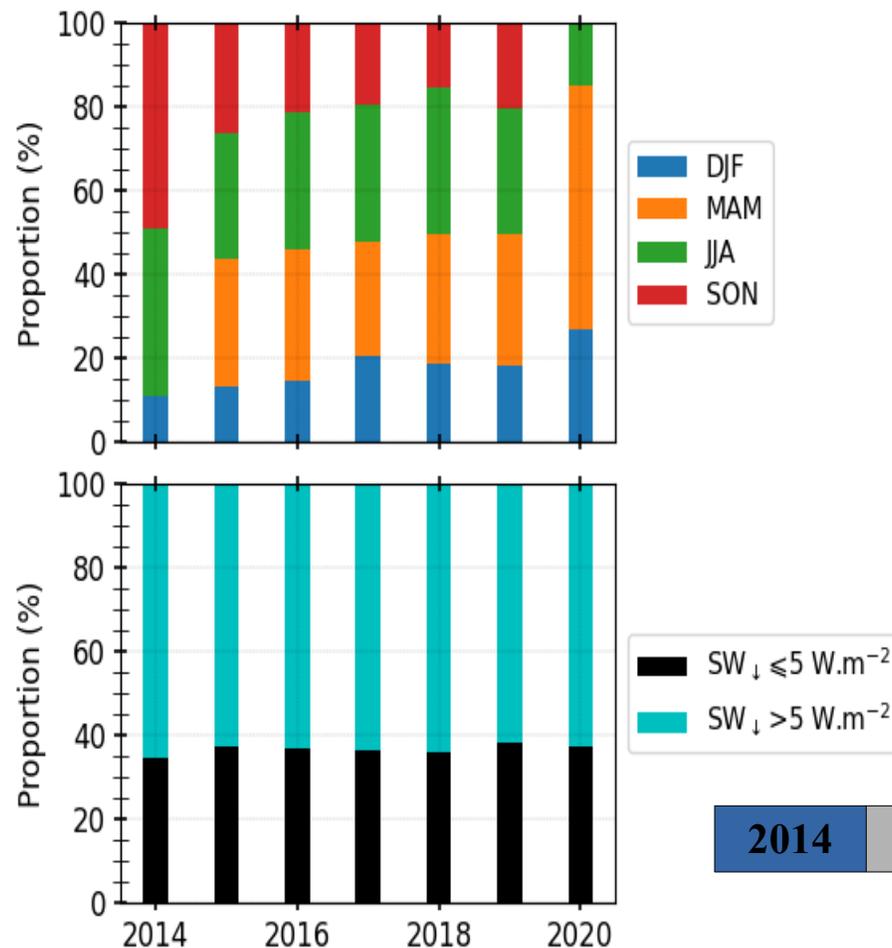
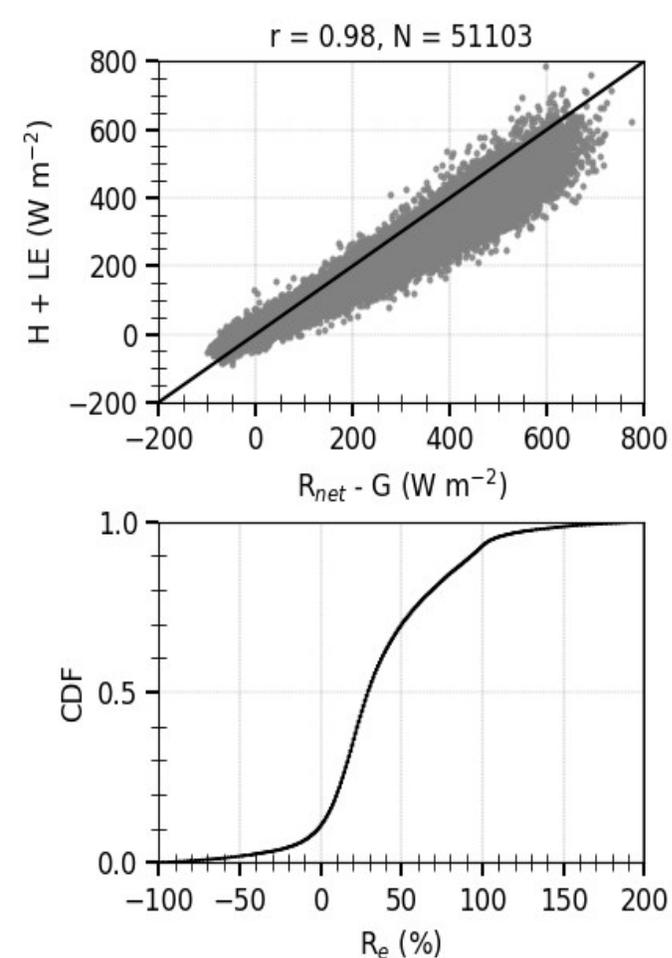
SW↓, t2m, q2m, ws, ts1, ms10, q10m

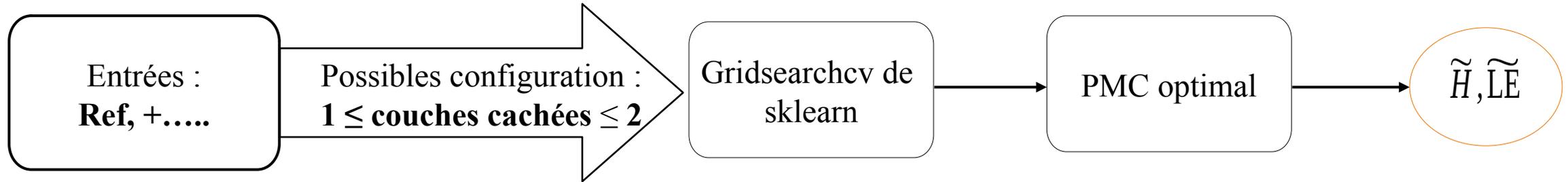
Ref : *Kumar et al., 2010*

➤ Sélection des données d'observation :

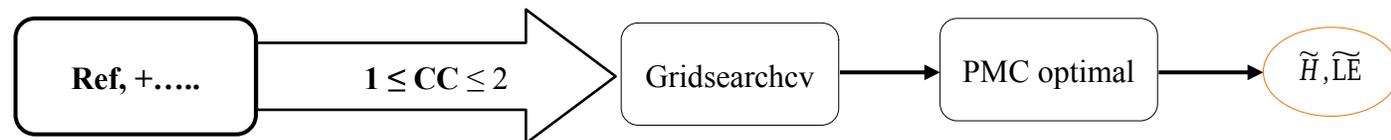
Cycles diurnes avec une bonne couverture des données :

Enregistrements ($\text{precip} < 1 \text{ mm}$) ≥ 24 (12 h) || $\text{Corr}(\mathbf{H}, \mathbf{LE}), \text{Corr}(\mathbf{H}, \mathbf{SW}\downarrow), \text{Corr}(\mathbf{LE}, \mathbf{SW}\downarrow) \geq 0.7$



➤ **Choix des entrées & PMC optimal**

Choix des entrées & PMC optimal

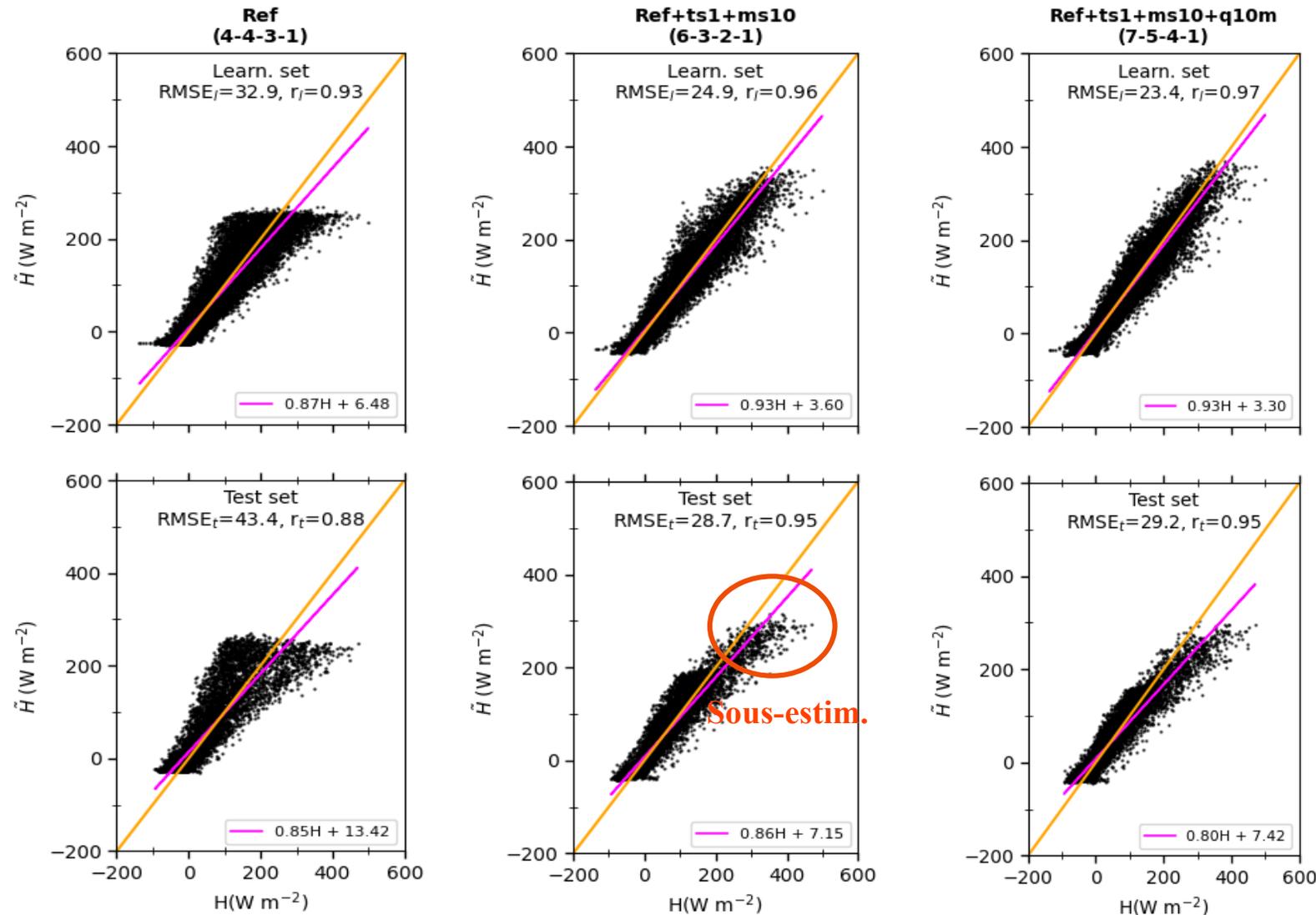


Ref : SW↓, t2m, q2m, ws

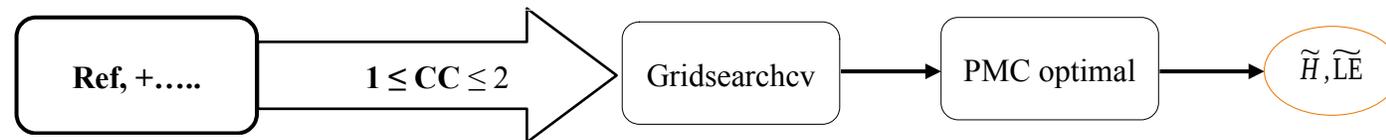
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

Estimation cohérente de H avec les entrées : SW↓, t2m, q2m, ws, ts1, ms10.

Pas d'amélioration en ajoutant q10m.



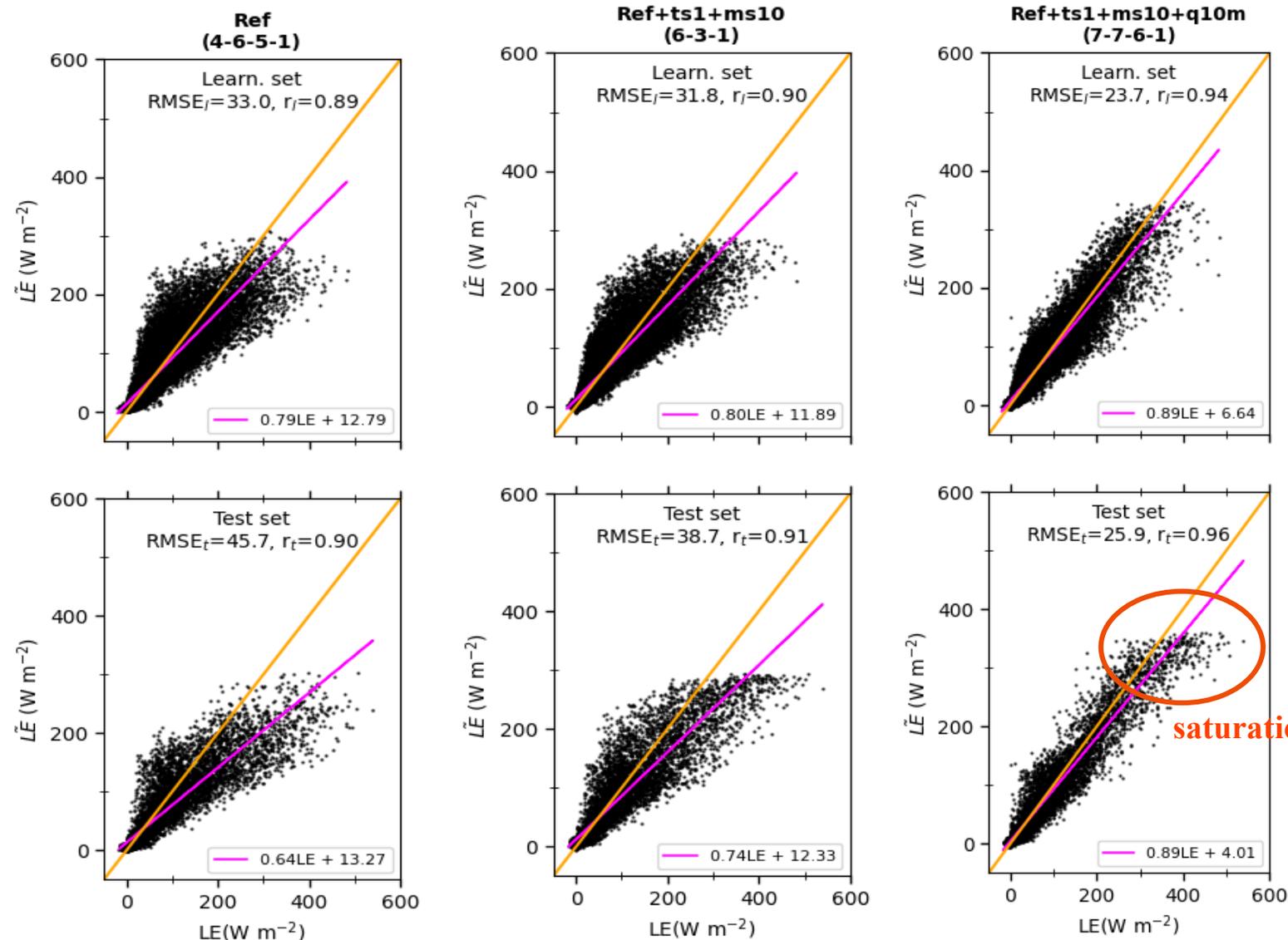
Choix des entrées & PMC optimal



Ref : SW_{\downarrow} , t_{2m} , q_{2m} , ws

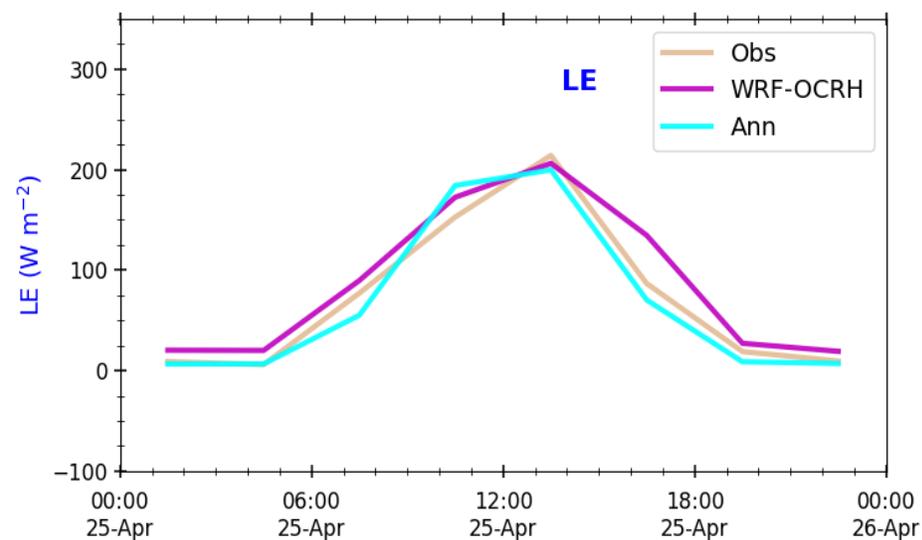
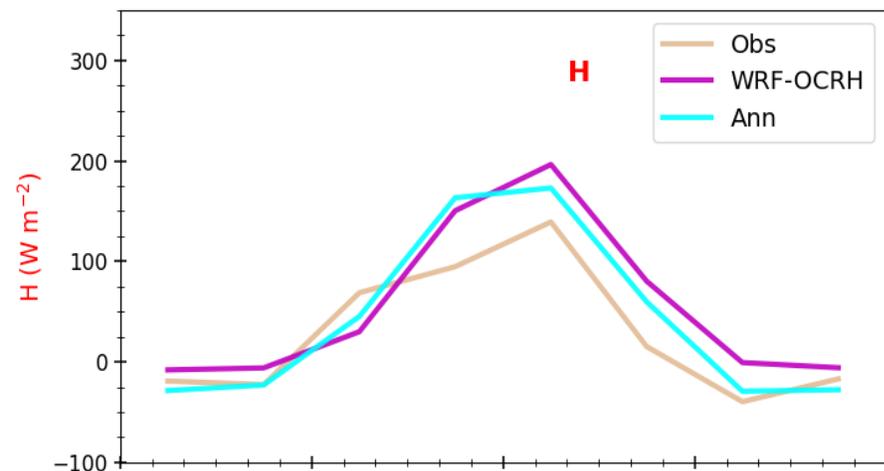
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

Estimation cohérente de LE avec les entrées : SW_{\downarrow} , t_{2m} , q_{2m} , ws , $ts1$, $ms10$, $q10m$.



Évaluation de WRF incluant un PMC

20160425-20160426 at Météo-pole (43.57° N, 1.37° E)



Observations

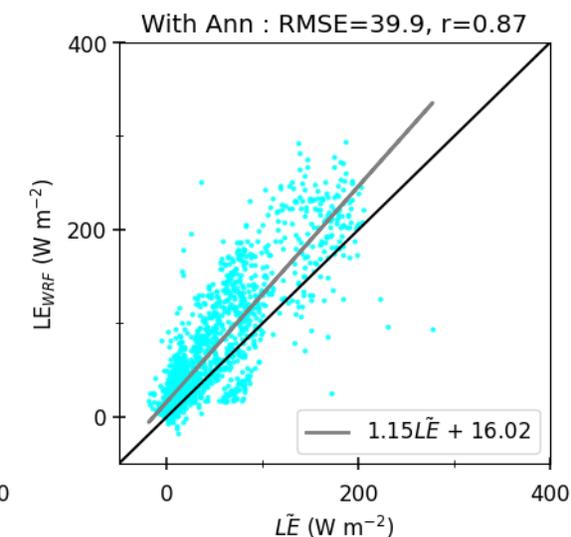
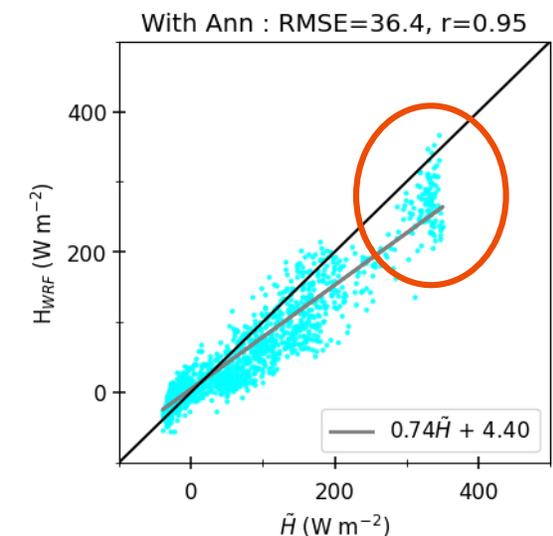
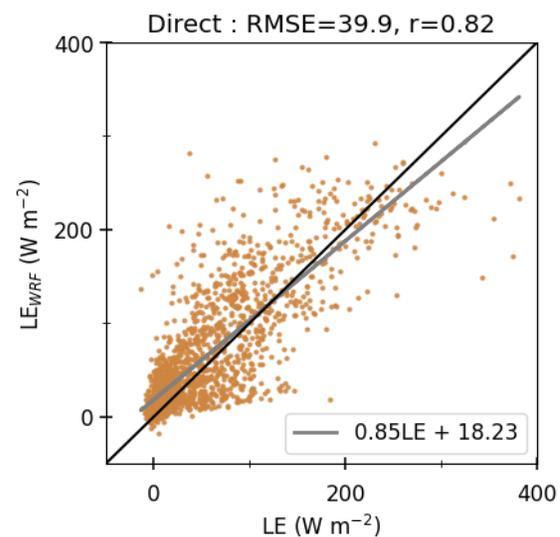
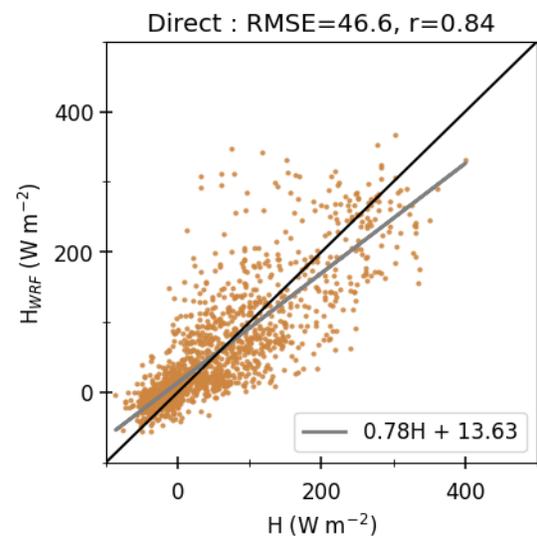
H [6-3-2-1] : SW↓, t2m, q2m,
ws, ts1, ms10.

LE [7-7-6-1] : SW↓, t2m, q2m,
ws, ts1, ms10, q10m.

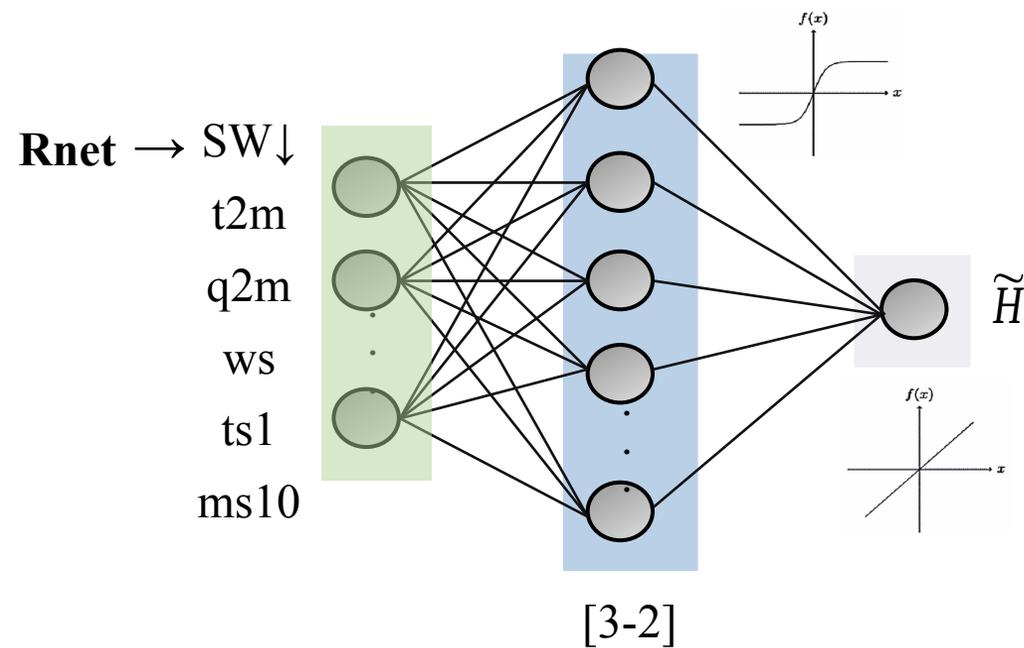
WRF

SW↓, t2m, q2m, ws, ts, ms (12,
32 cm).

**Biais systématique
plus net avec PMC**



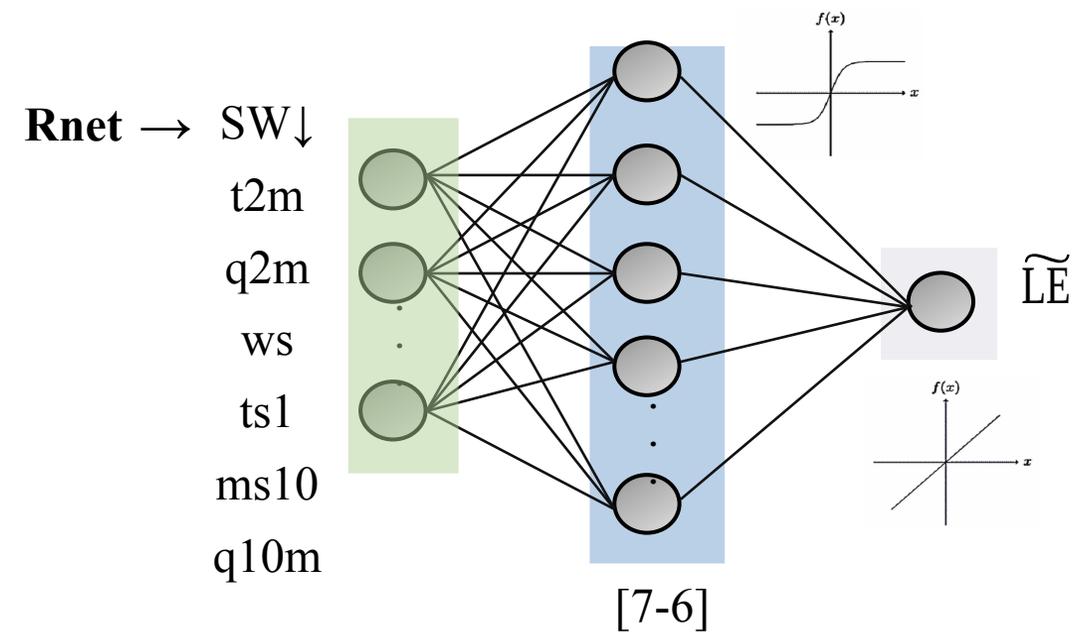
RegIPSL 2016



Ces variables ou analogues sont-elles disponibles pour tous les modèles ?

Pour la suite :

- Affiner la recherche du PMC optimal
- Autre méthode d'extraction des données modèles (même type de végétation)
- Étendre la stratégie d'analyse aux autres sites (SIRTA et P2OA).



Mes requêtes :

- Centralisation des données de modèles
- Nomenclature des variables : observations et modèles ?

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**