



Un schéma global pour prédire le moment de l'émergence des cultures grâce à l'utilisation d'un apprentissage statistique

Matthias Rocher, Doctorant CNRM, CIRED.

JMSC – 15 novembre 2019

État de l'art de l'agriculture dans les modèles de surface

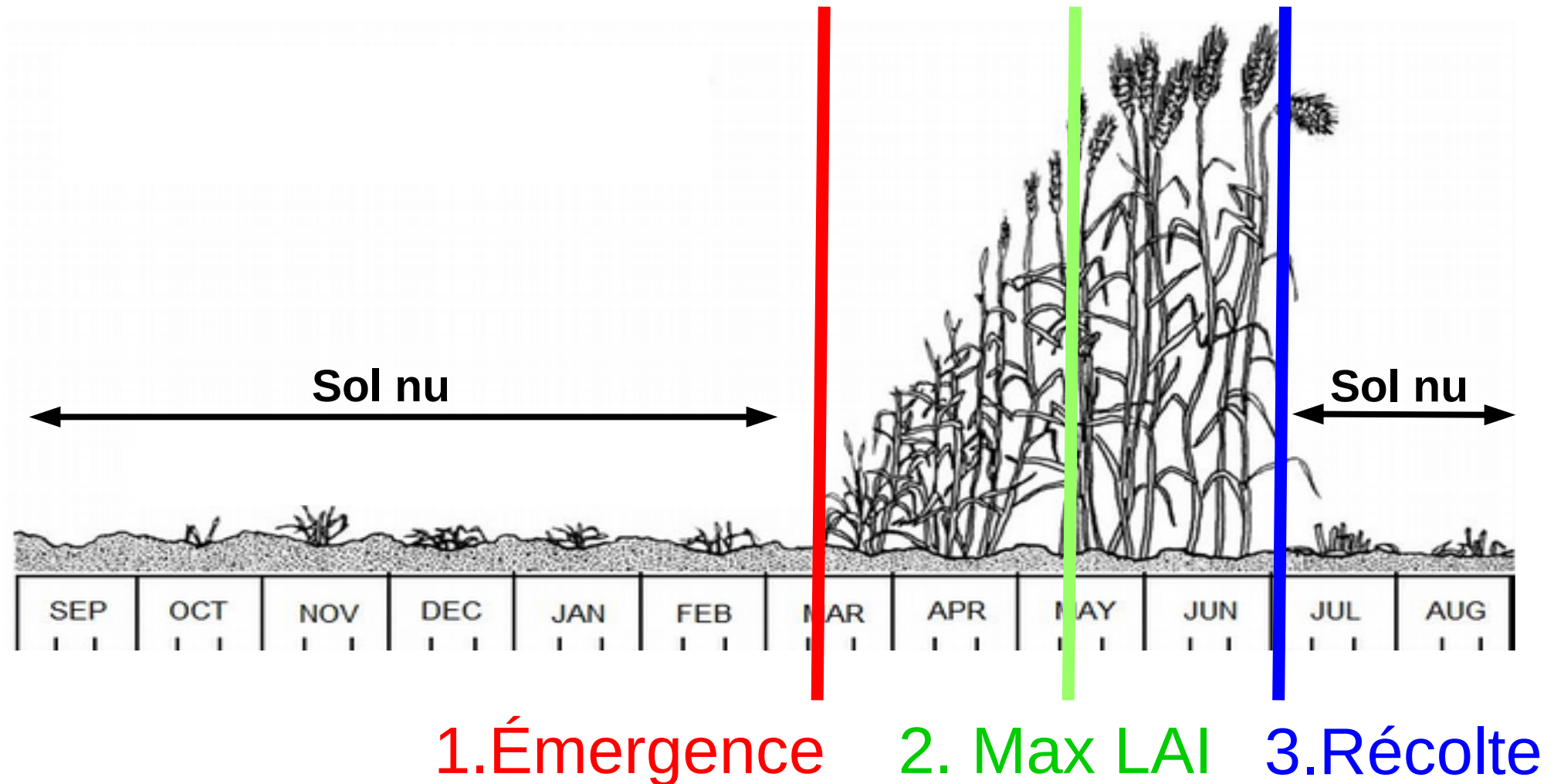
Cultures représentées

- **Cultures génériques** de type C3 ou C4, irriguées ou non.
- **Cultures explicites** (blé, maïs, soja, riz ...) irriguées ou non.

Dynamique des cultures

- **Carte d'évolution des sols** : statique (évolution anthropique).
- **Phénologie** : lois allométriques (Jacobs 1994, Farquhar et al. 1980 ...)
- **Date de semis** (si présente) : prescrite.
- **Récolte** (si présente) : GDD, seuil de température.

Cycle phénologique anthropisé



Agriculture et flux : impact sur le climat

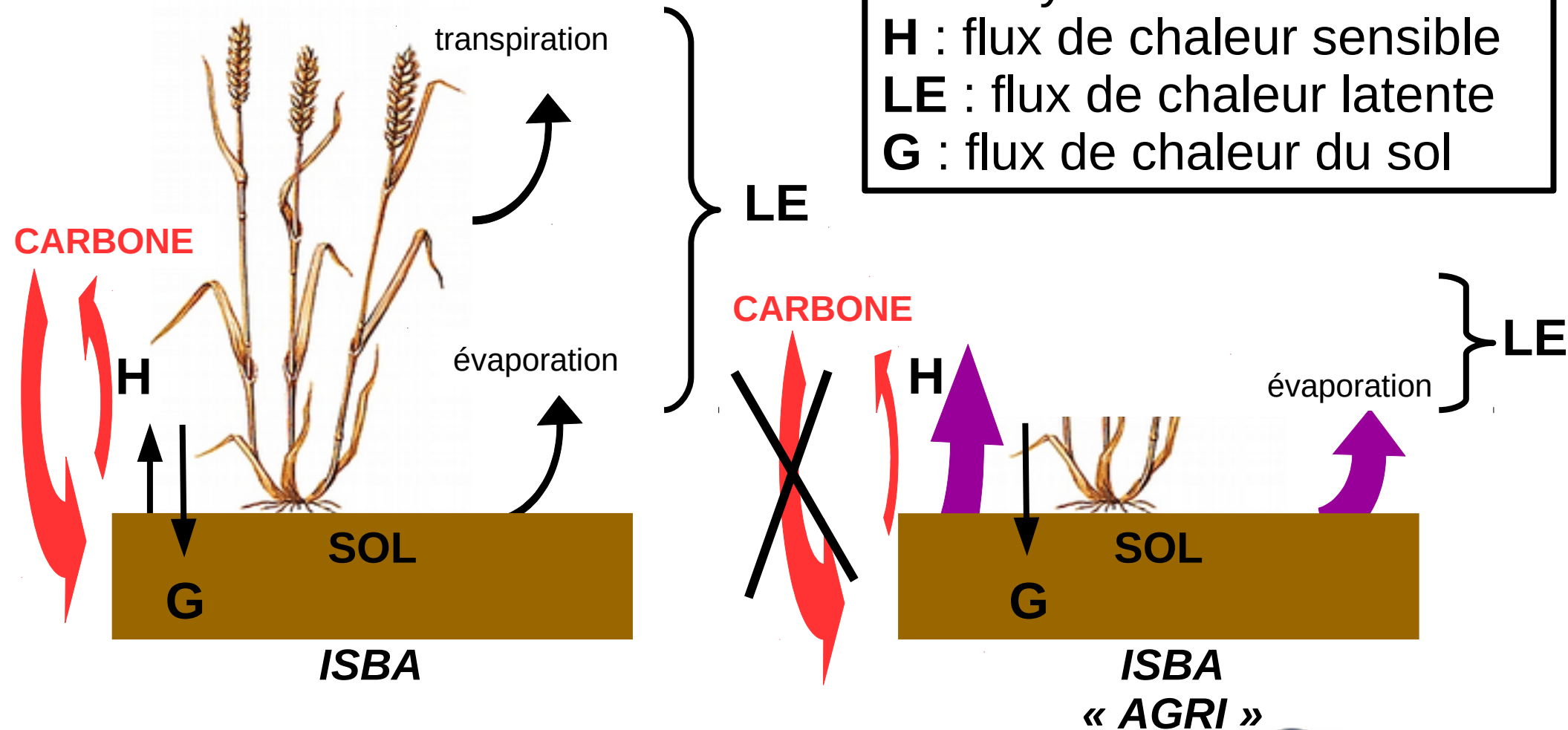
$$R_n = H + LE - G$$

R_n : rayonnement net

H : flux de chaleur sensible

LE : flux de chaleur latente

G : flux de chaleur du sol



Problématique et approche

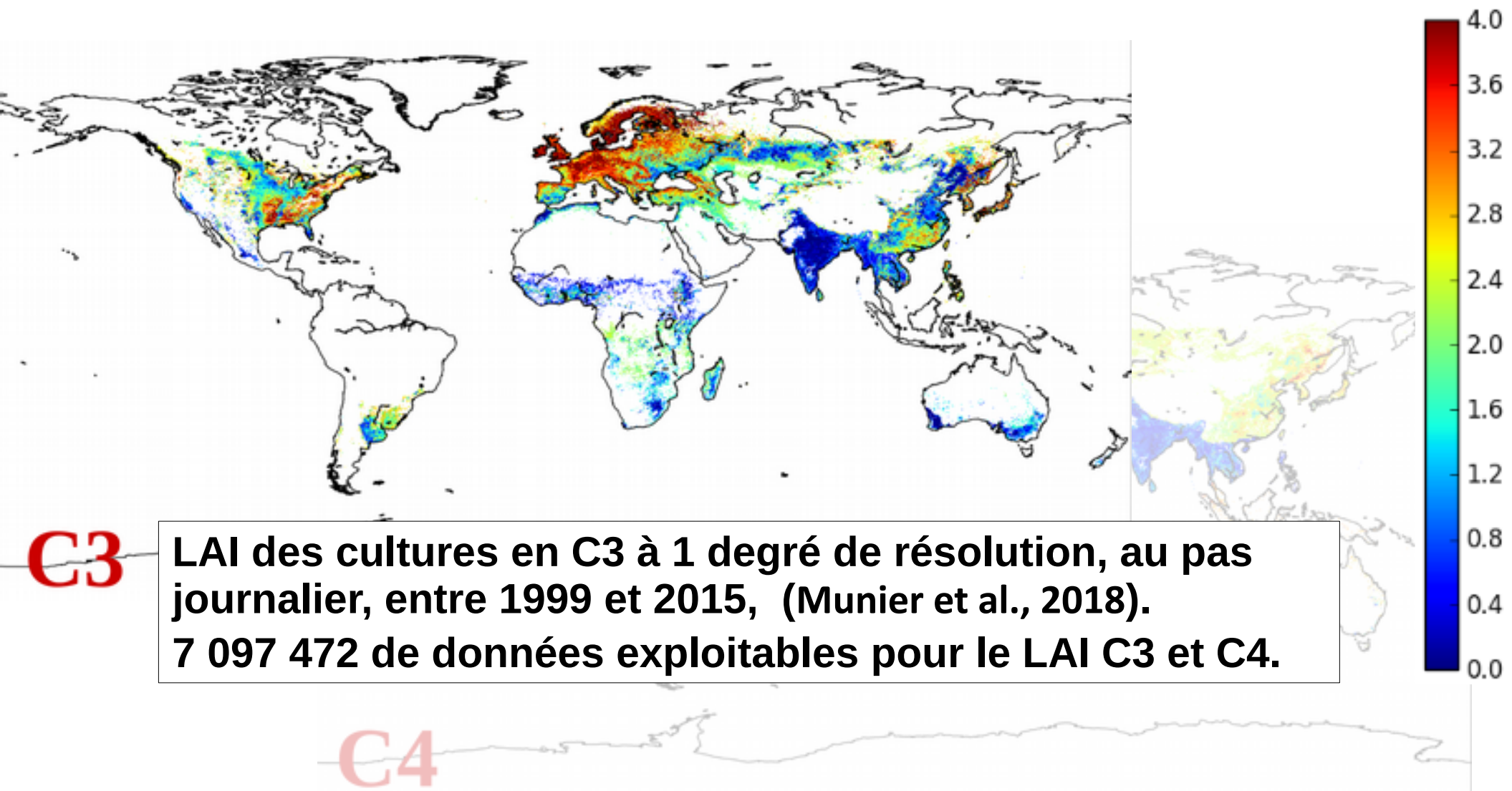
Problématique

- Les modèles de surface sont pilotés par des variables climatiques.
- Comment appréhender des actions anthropiques (date de semis, date de récolte...) avec des paramètres climatiques ?

Approche

- Définition du moment d'émergence avec les observations globales de LAI.
- Sélection des variables climatiques parmi les nombreuses observations (satellites, in situ).
- Régression linéaire pour expliquer le moment d'émergence.

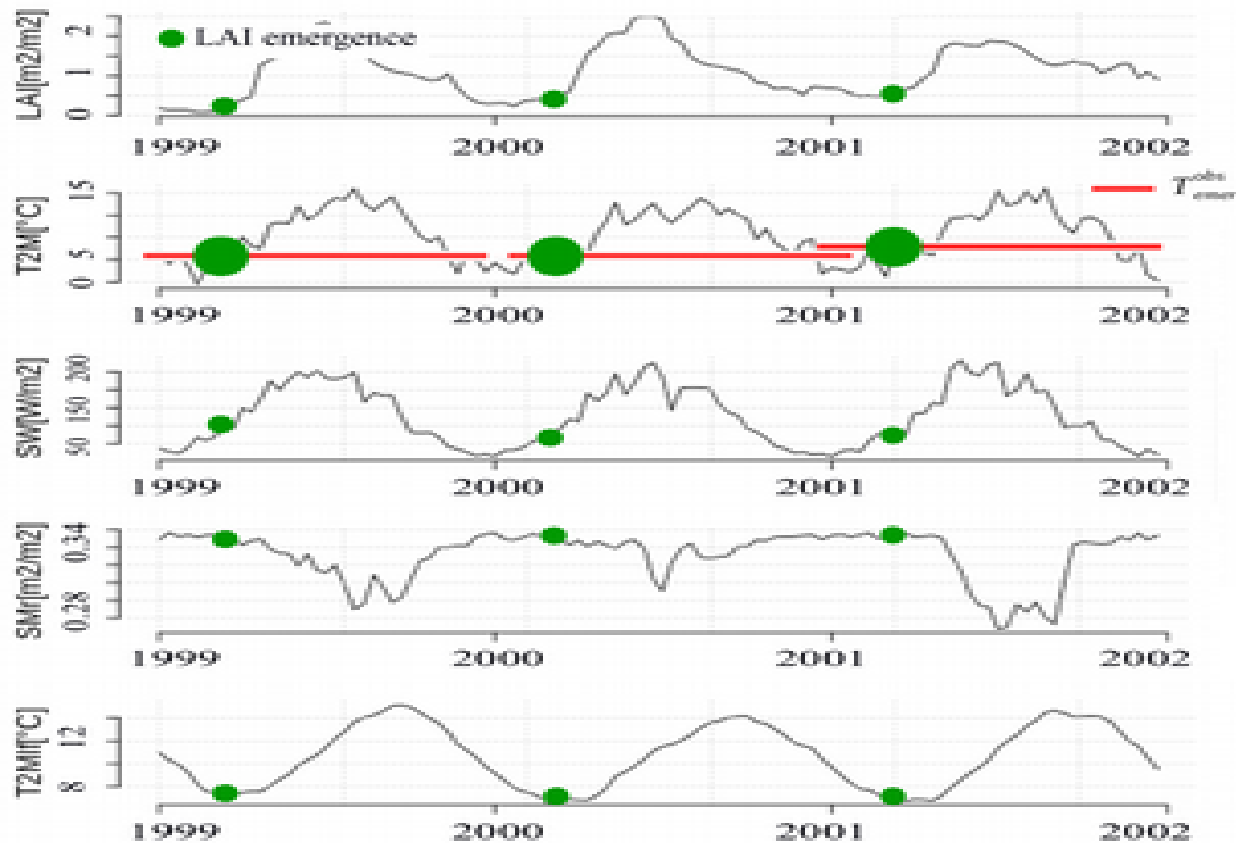
Variable réponse : LAI



Méthode : variables climatiques disponibles

Variable	acronym	unit	observations	references
LAI	LAI-MC	[m ² /m ²]	GEOV1	Munier et al., 2018 Baret et al., 2013
2-m air temperature	T2M	[K]	ERA interim	Dee et al., 2011
relative humidity	RH	[%]	ERA interim	Dee et al., 2011
surface downward solar radiation	SW	[W/m ²]	ERA interim	Dee et al., 2011
specific humidity	SH	[kg/kg]	ERA interim	Dee et al., 2011
root-zone soil moisture	SMr	[m ³ /m ³]	GLEAM	Martens et al., 2017 Miralles et al., 2011
surface soil moisture	SMs	[T_{emer}^{obs}]	GLEAM	Martens et al., 2017 Miralles et al., 2011

Méthode : Sélection des variables pour effectuer une régression linéaire



DATA-MINING
STATISTICAL ALGORITHM
Linear regression with optimisation

Step 2

INPUT
Crop emergence of LAI reported on each climatic variables

Step 1

Résultats

Filtre :

$$F_{lf} = \frac{(\tau - 1) \cdot F_{lf}(t - 1) + F(t)}{\tau}$$

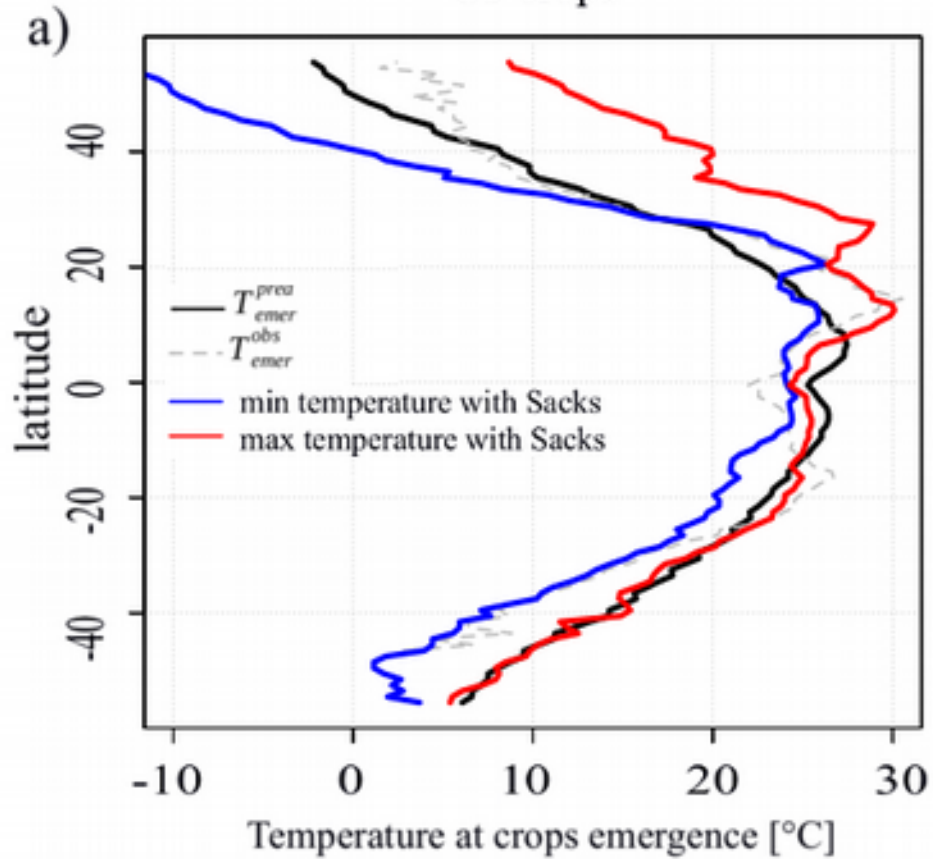
$$C3 : T_{emer}^{pred} = a + b \times SW + c \times LAT + d \times T2M_{lf} + e \times SW_{lf} + f \times RH_{lf} + g \times SH_{lf}$$

$$C4 : T_{emer}^{pred} = a + b \times SW + c \times LAT + d \times T2M_{lf} + e \times SW_{lf} + f \times RH_{lf} + g \times SH_{lf} + h \times SM_{slf}$$

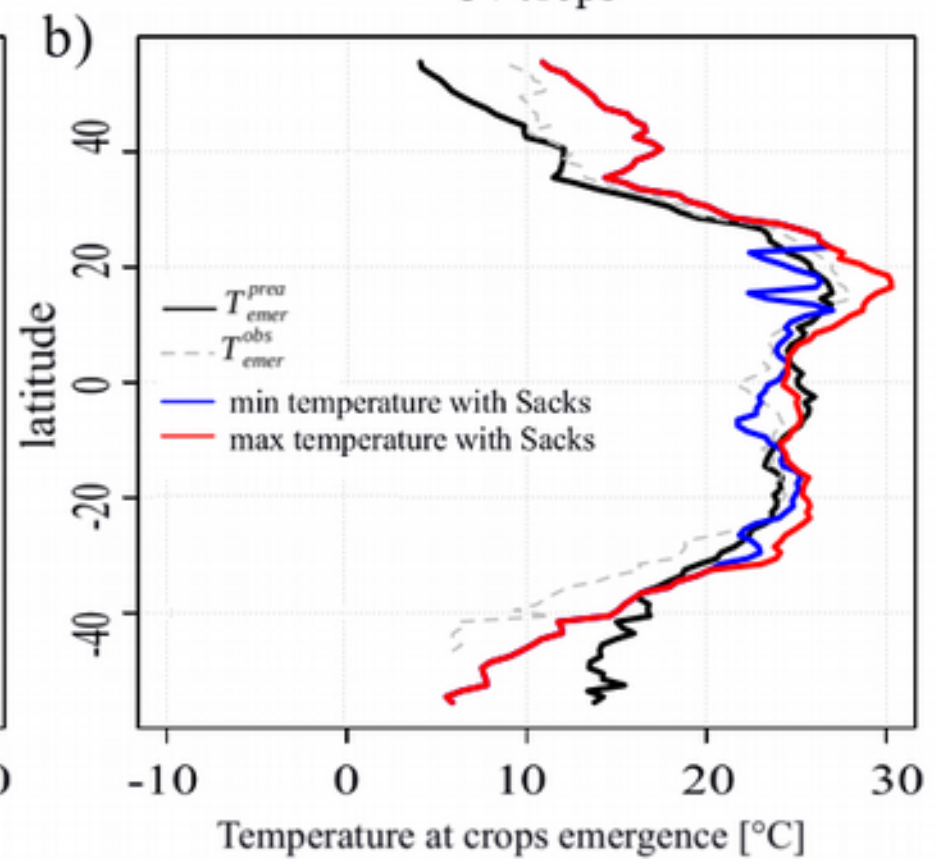
Coefficients	Units	values	
		C3	C4
a	K	128.1	121.7
b	$K \cdot W^{-1} \cdot m^2$	0.03012	0.02467
c	$K \cdot degree^{-1}$	-0.09439	-0.05591
d	—	0.6448	0.6627
e	$K \cdot W^{-1} \cdot m^2$	-0.1091	-0.09182
f	K	-0.3431	-0.1883
g	$K \cdot kg \cdot kg^{-1}$	1384	678.9
h	$K \cdot m^3 \cdot m^3$	Not used	-9.562

Résultats globaux

C3 crops

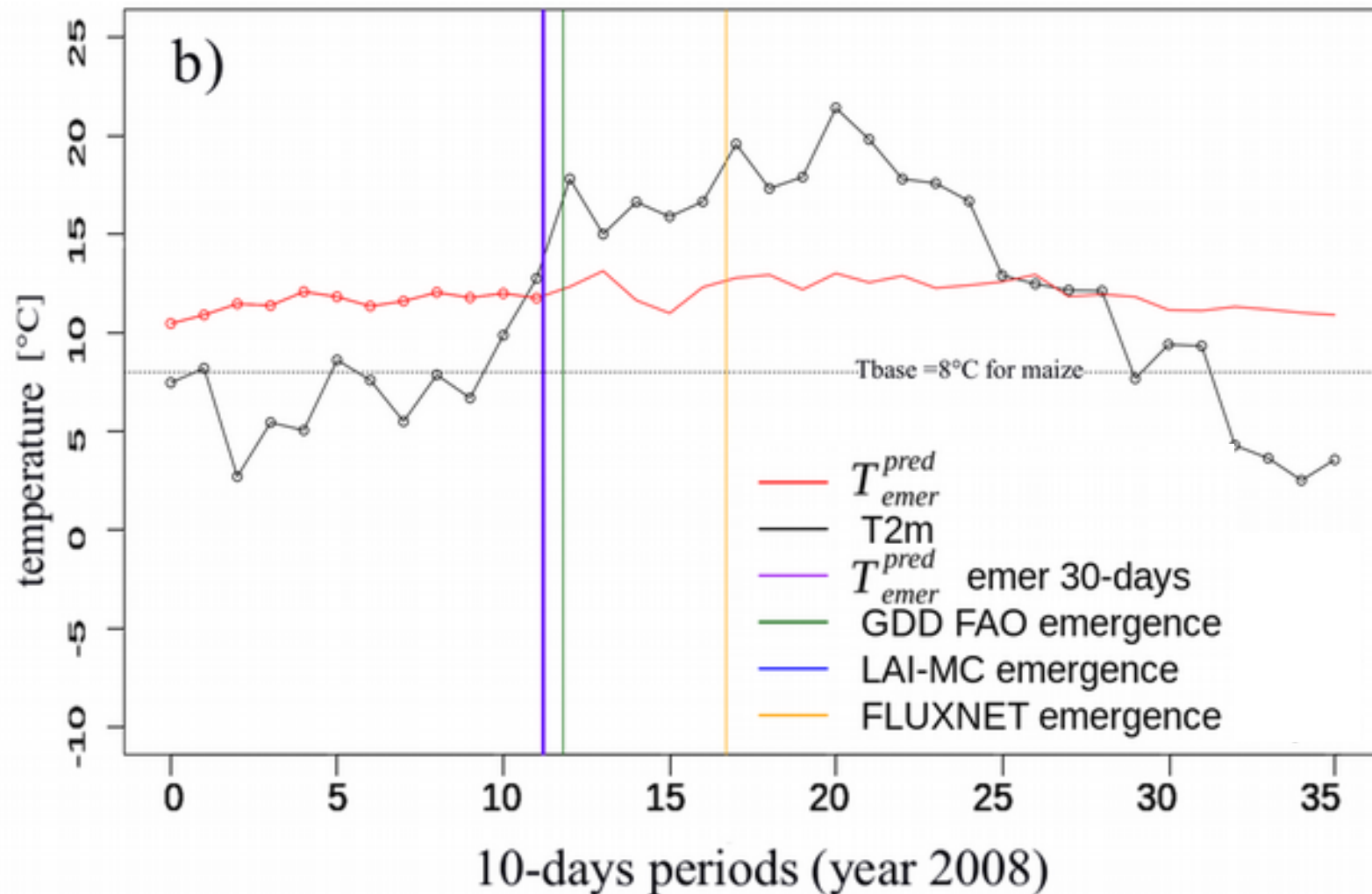


C4 crops



Sacks et al., 2010

Régression linéaire qui définit un seuil de température

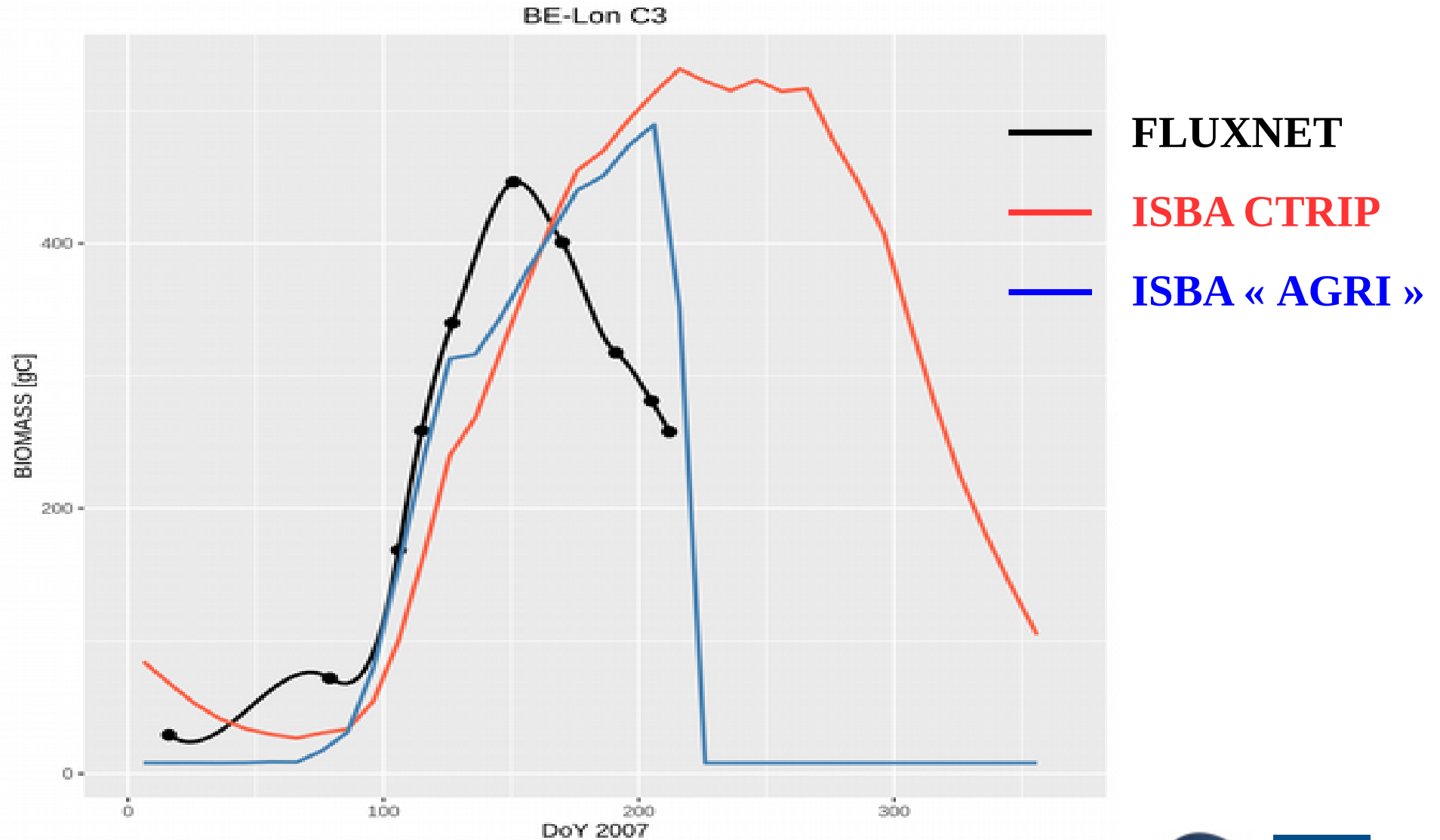


OUTPUT
Crop emergence predicted with temperature T_{emer}^{pred}

Step 3

ovembre 2019

Résultats : Émergence implémentée dans ISBA



Critiques et limites

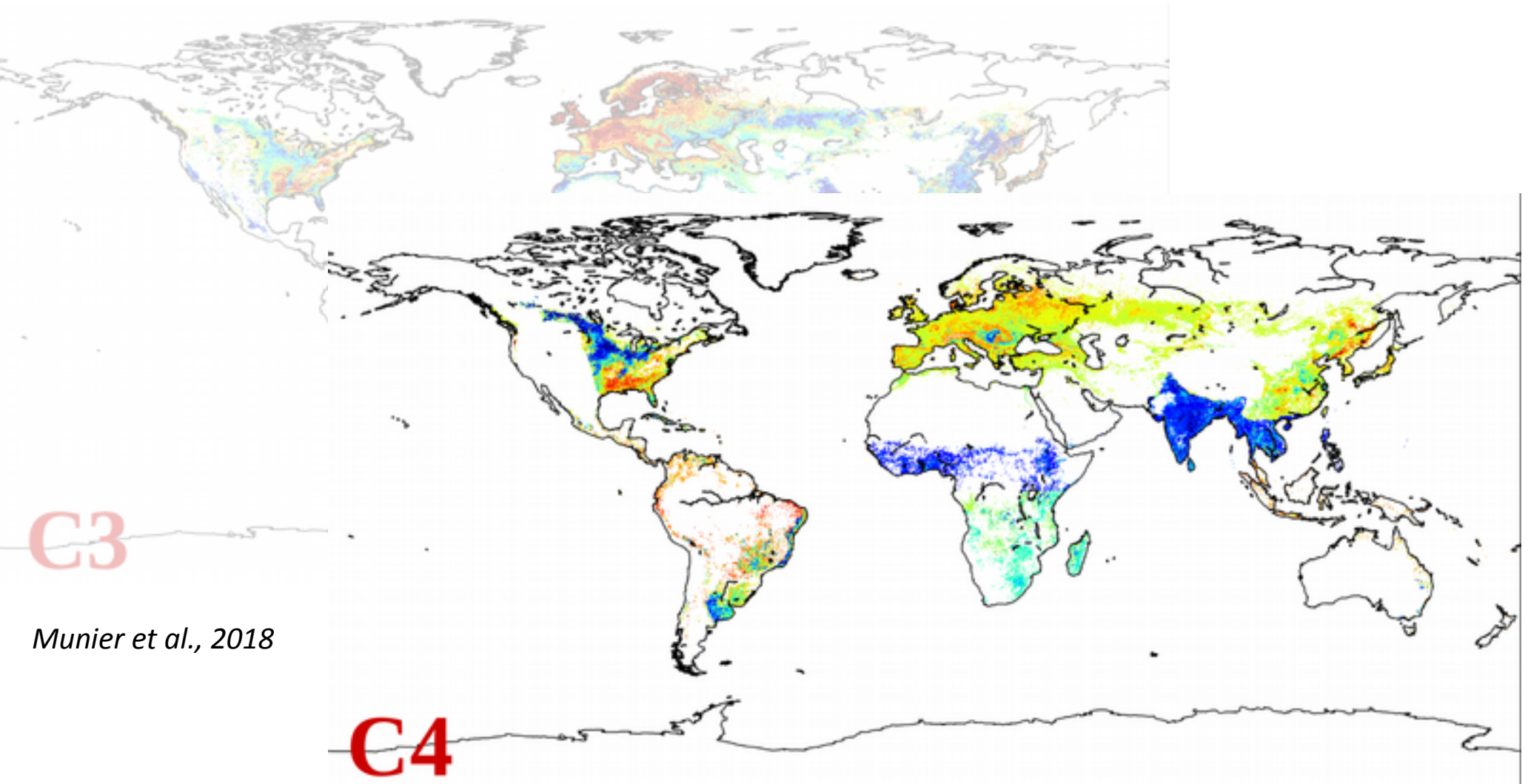
- La réduction de la date d'émergence à une température est dans certains cas simpliste, la disponibilité de l'eau est un autre facteur clé.
- La pluralité des pratiques agricoles (multi-cropping, cover cropping) n'est pas considérée.
- Le traitement global des pratiques agricoles les uniformise. Cela est réducteur (agriculture des zones tropicales différentes de celle des zones tempérées).
- Quid de l'irrigation ?



Merci de votre attention

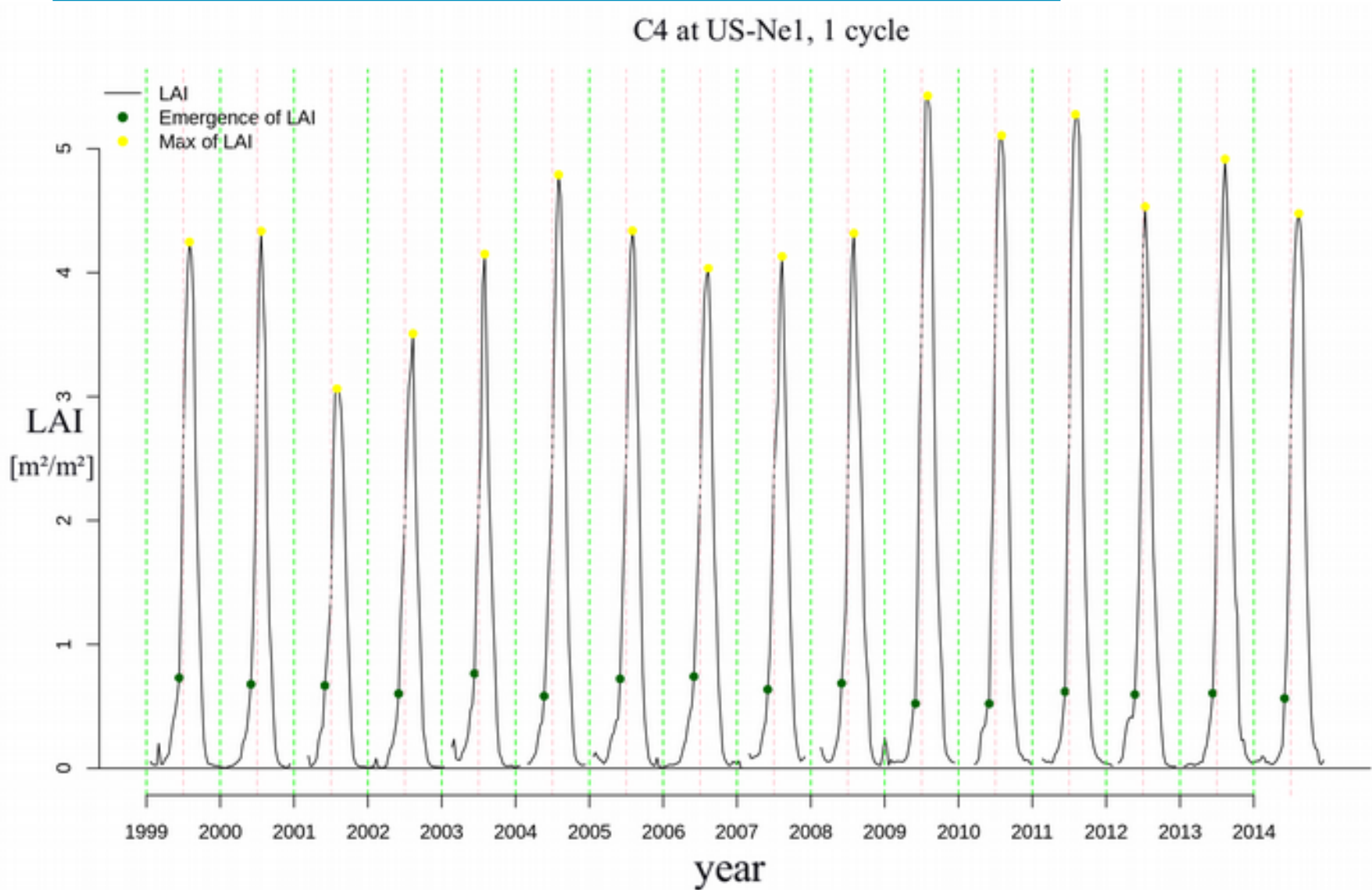
matthias.rocher@meteo.fr

Échantillon d'apprentissage : LAI

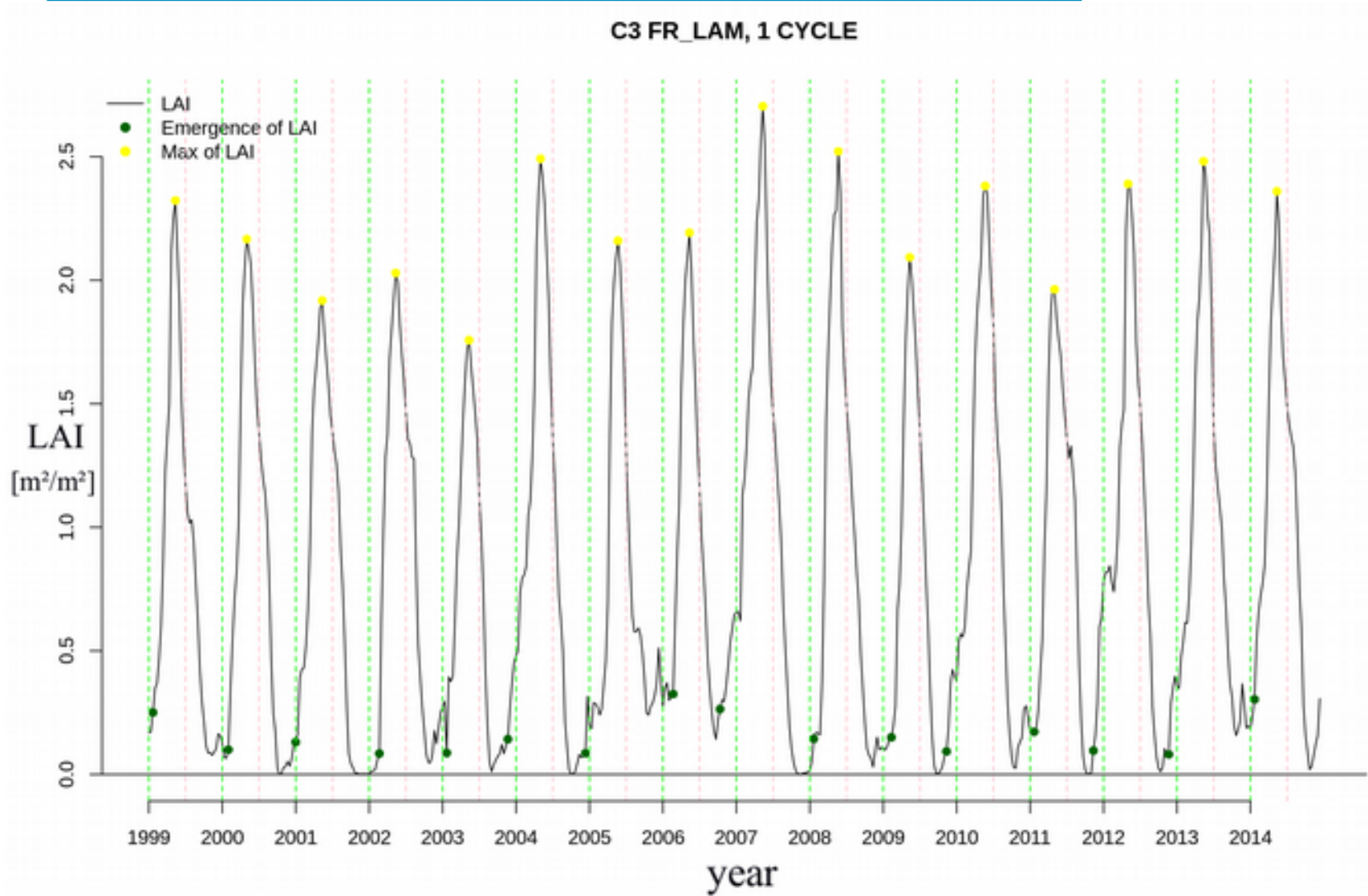


Munier et al., 2018

Émergence pour un cycle de culture



Émergence pour un cycle de culture avec cultures intermédiaires



Émergence pour deux cycles de culture

C3 INDIA, MULTI-CROPPING

