

Evaluation du modèle ISBA-A-gs pour la modélisation de la variabilité interannuelle des rendements agricoles en France

N. Canal (1,2), J.-C. Calvet (1), C. Szczypta (1)

(1) CNRM/GAME, Météo-France, CNRS, Toulouse, France

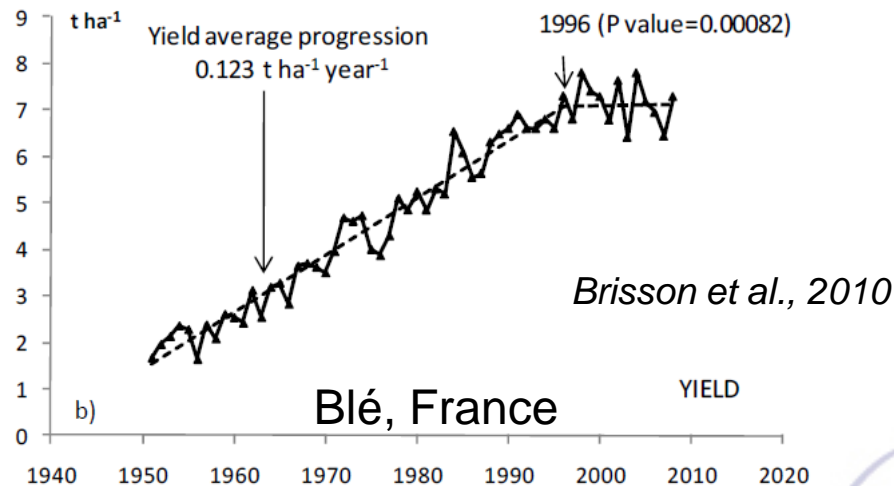
(2) ARVALIS–Institut du Végétal, Boigneville, France

Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère 2013

Toulouse, 23 janvier 2013

Motivations

- **Objectif:** Modéliser la variabilité interannuelle de la biomasse aérienne maximale (Bag max) simulée sur la France avec un modèle de surfaces continentales.
- Tendence des rendements agricoles constante en France depuis 1996 (Brisson et al., 2010). On s'intéresse à la période où la variabilité interannuelle du rendement est pilotée par le climat et la concentration atmosphérique du CO₂.
- Bonne représentation de la variabilité interannuelle du Bag max simulé par le modèle de surfaces continentales (LSM) générique ISBA-A-gs (Calvet et al., 2012).



Plan de la présentation

- **Données et simulations**

- ISBA-A-gs 2 couches
- Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) issues d'Agreste
- LAI satellitaire issu du projet GEOLAND2

- **Résultats**

- Utilisation du LSM ISBA-A-gs
- Etude du potentiel prédictif à partir des variables biophysiques simulées
- Evaluation d'une approche statistique pour prévoir la tendance du rendement
- Utilisation de données satellitaires: décades de LAI issues du projet GEOLAND2

- **Conclusions et perspectives**

Plan de la présentation

- **Données et simulations**

- ISBA-A-gs 2 couches
- Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) issues d'Agreste
- LAI satellitaire issu du projet GEOLAND2

- **Résultats**

- Utilisation du LSM ISBA-A-gs
- Etude du potentiel prédictif à partir des variables biophysiques simulées
- Evaluation d'une approche statistique pour prévoir la tendance du rendement
- Utilisation de données satellitaires: décades de LAI issues du projet GEOLAND2

- **Conclusions et perspectives**

Données & simulations (1)

■ ISBA-A-gs

- Forçages météorologiques horaires SAFRAN.
- 2 couches: 1 superficielle, 1 racinaire.
- Simulation de la biomasse aérienne (Bag) des cultures de type C3 (prairies naturelles type C3) simulés sur 45 (48) départements français.
- Période: 1994-2010.
- Variation de la conductance mésophyllienne et du contenu maximal en eau disponible (maxAWC).
> jeu de 72 simulations par départements.

SURFEX (SURFace EXternalisée)
version 7.2 (*Le Moigne et al., 2009*)

ISBA (*Noilhan et Planton; 1989*)
« force-restore » (*Deardorff 1977, 1978*)

ISBA-A-gs (*Calvet et al., 1998*)
Module « LAI interactif » + Bag

Données & simulations (2)

- **Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) issues d'Agreste**

(<http://accés.agriculture.gouv.fr/disar/faces>)

- Construites à partir d'enquêtes sur le terrain et des recensements agricoles.
- Corrections et statistiques apportées.
- Disponibles de 1989 à aujourd'hui.
- Disponibles sur le territoire français (échelle locale > échelle nationale).
- Données: production, superficie, rendement...

→ **On utilise pour la validation de nos simulations les rendements des céréales à l'échelle départementales pour la période 1994-2010.**

Données & simulations (2)

■ **Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) issues d'Agreste**

(<http://accés.agriculture.gouv.fr/disar/faces>)

- Construites à partir d'enquêtes sur le terrain et des recensements agricoles.
- Corrections et statistiques apportées.
- Disponibles de 1989 à aujourd'hui.
- Disponibles sur le territoire français (échelle locale > échelle nationale).
- Données: production, superficie, rendement...

→ **On utilise pour la validation de nos simulations les rendements des céréales à l'échelle départementales pour la période 1994-2010.**

■ **LAI satellitaire issu du projet GEOLAND2** (*<http://www.geoland2.eu>*)

- Construites jusqu'à 1999 à partir du satellite NOAA et du capteur AVHRR. Résolution 5 Km.
- Depuis 1999, obtenues grâce à la mission SPOT/VEGETATION. Résolution 1 Km.
- Réseau de neurones utilisé.
- Partenaires: INRA, VITO.

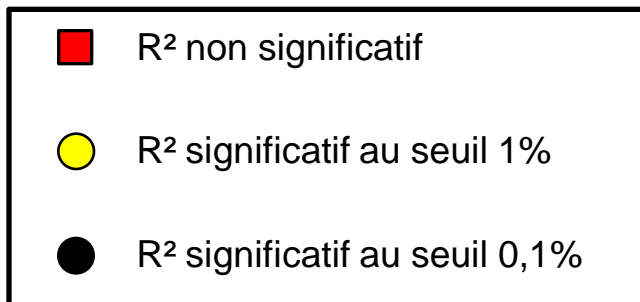
Plan de la présentation

- **Données et simulations**
 - ISBA-A-gs 2 couches
 - Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) issues d'Agreste
 - LAI satellitaire issu du projet GEOLAND2
- **Résultats**
 - Utilisation du LSM ISBA-A-gs
 - Etude du potentiel prédictif à partir des variables biophysiques simulées
 - Evaluation d'une approche statistique pour prévoir la tendance du rendement
 - Utilisation de données satellitaires: décades de LAI issues du projet GEOLAND2
- **Conclusions et perspectives**

Résultats: ISBA-A-gs

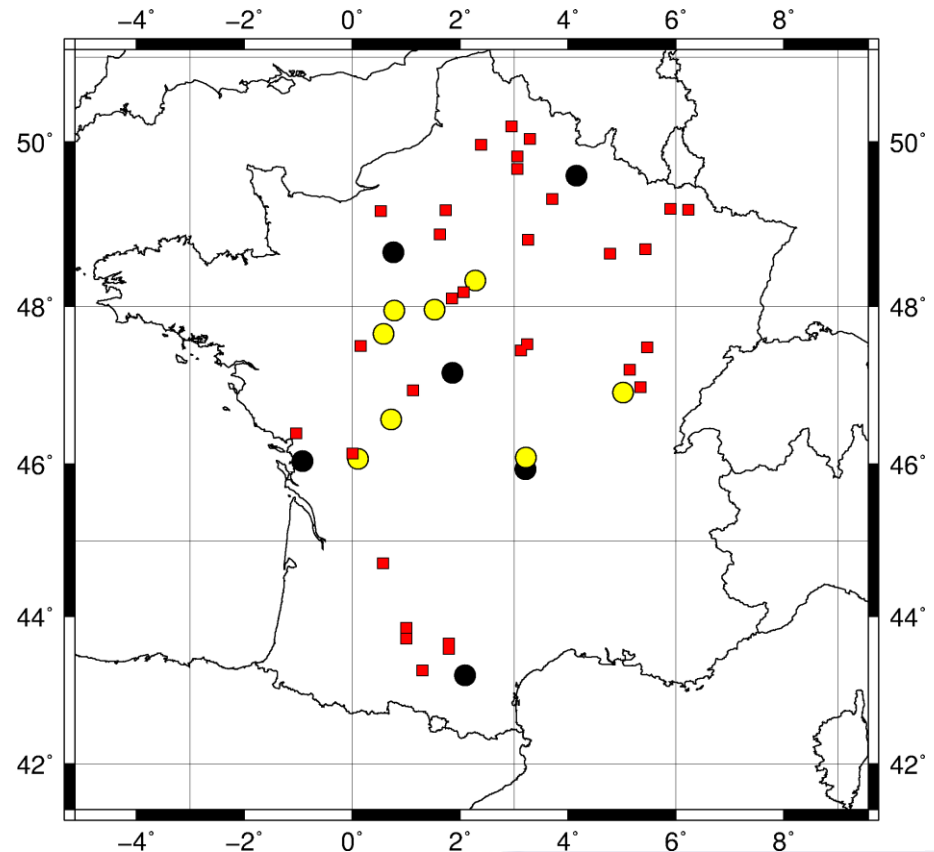
FIG. 1 – Carte des meilleures corrélations obtenues entre le Bag max simulé pour les cultures (type C3) avec ISBA-A-gs et les rendements Agreste (céréales) sur la période 1994-2010.

Légende:



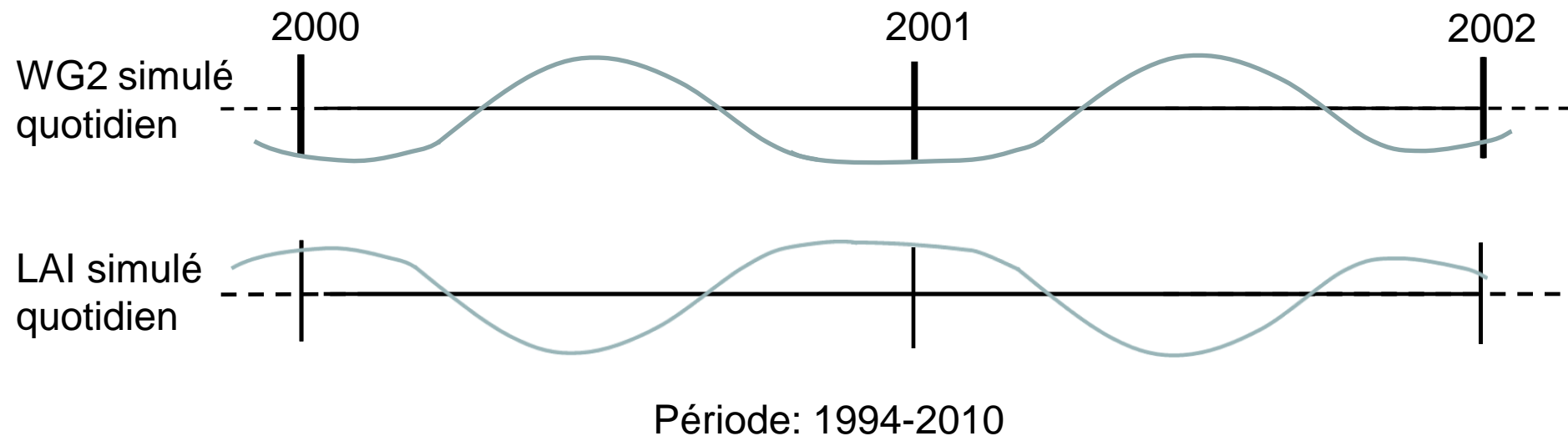
Culture	Céréales
Nombre de sites significatifs (1 et 0,1 % *)	14-6

*Correspond respectivement à R² > 0.36 et 0.52



Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (1)

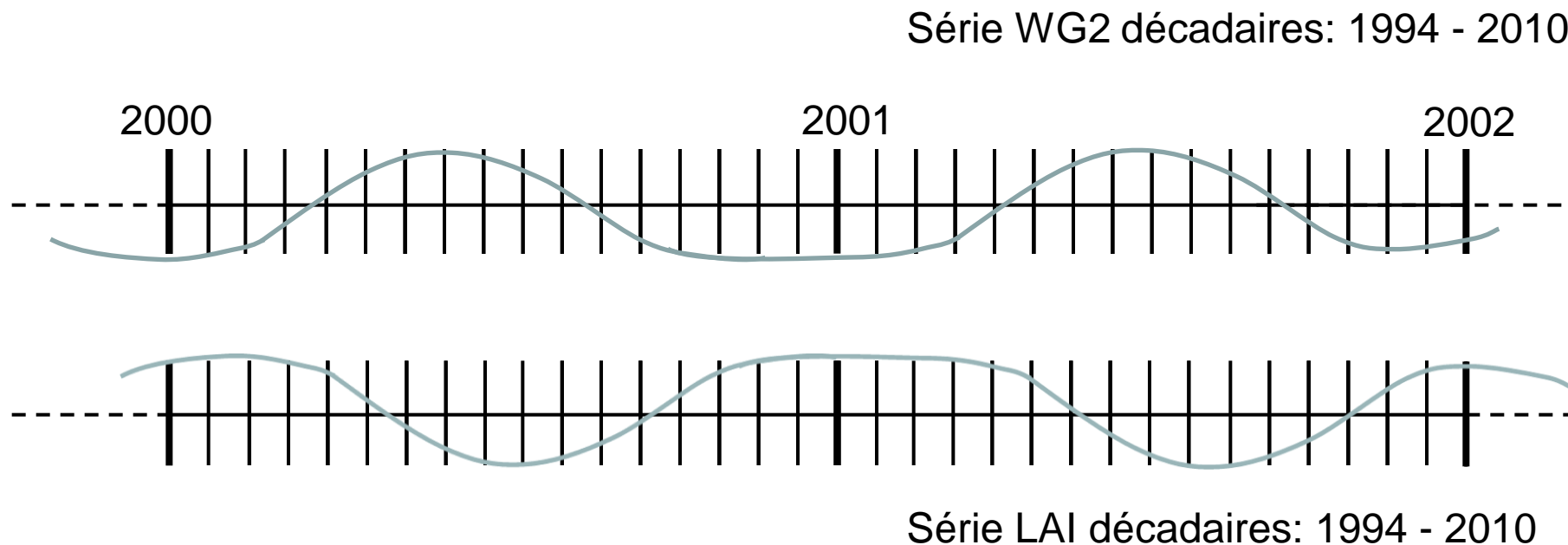
FIG. 2 – Schéma de principe de l'étude.



D'après la thèse de C. Szczypta, 2012

Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (1)

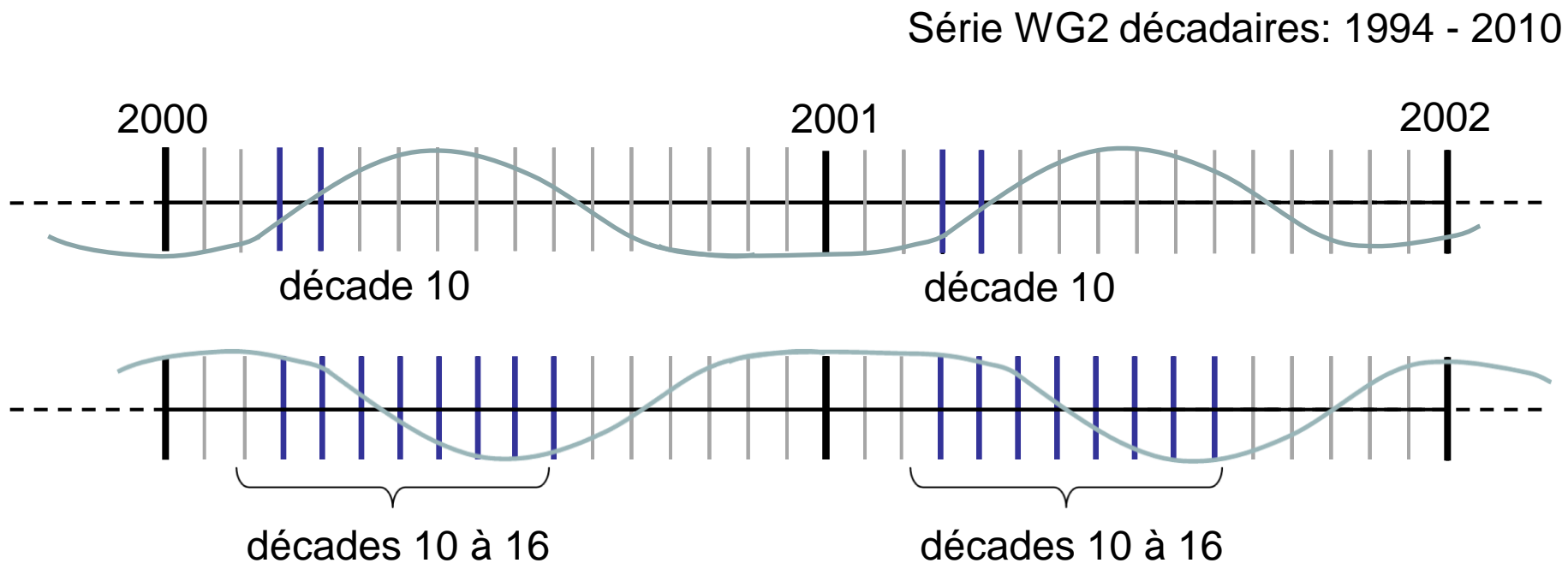
FIG. 2 – Schéma de principe de l'étude.



D'après la thèse de C. Szczypta, 2012

Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (1)

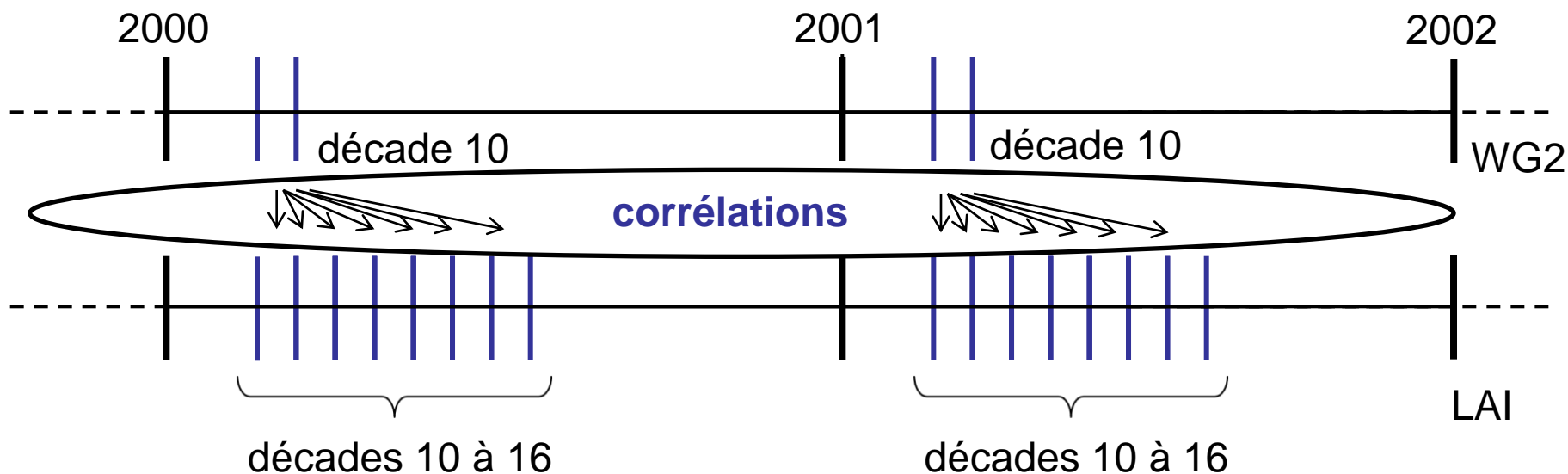
FIG. 2 – Schéma de principe de l'étude.



D'après la thèse de C. Szczypta, 2012

Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (1)

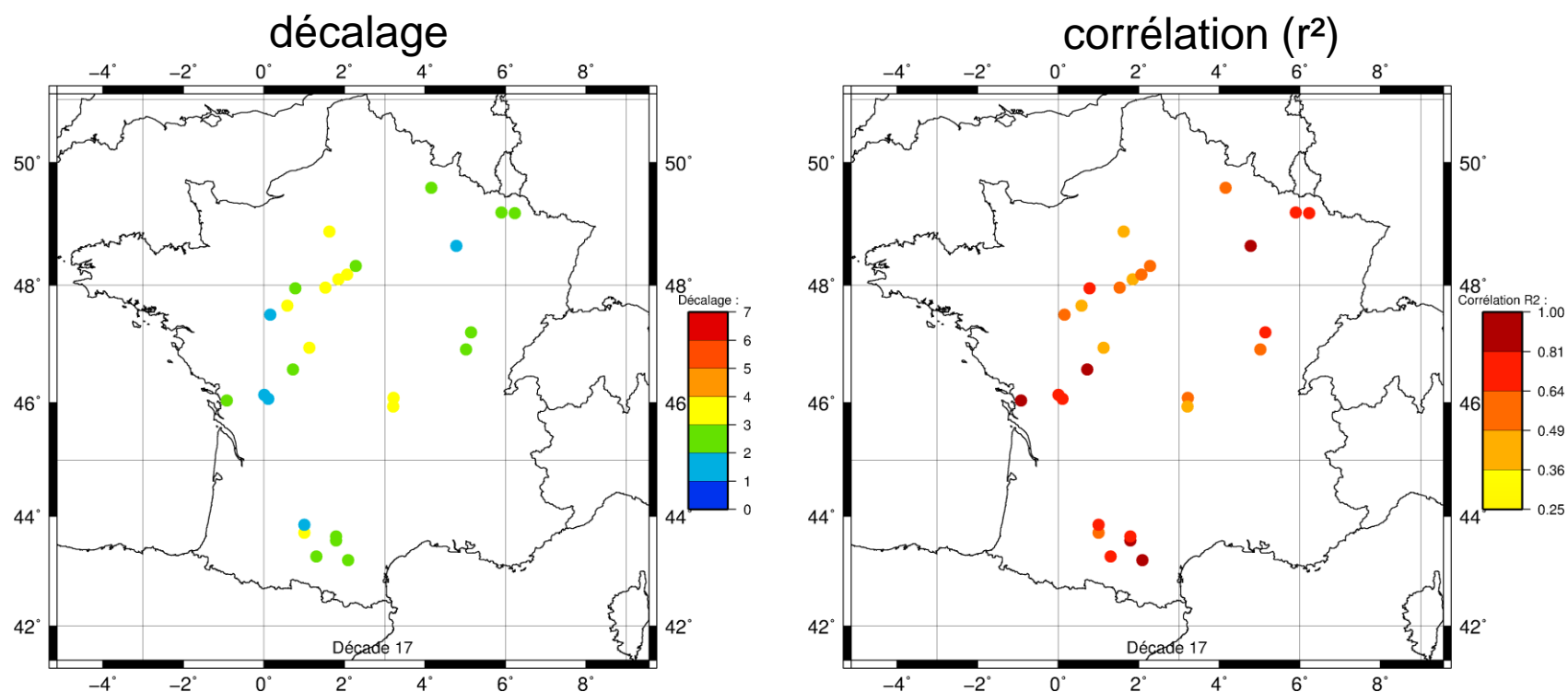
FIG. 2 – Schéma de principe de l'étude.



↳ Pour chaque série de décades de WG2 corrélée avec les six séries de décades de LAI suivantes (période 1994 – 2010), on cherche la meilleure corrélation significative au seuil 1%.

Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (2)

FIG. 3 – Meilleures corrélations entre le WG2 et le LAI décadaire simulés pour la même décade et jusqu'aux 6 décades suivantes.



Décade du WG2 moyenné mi-juin.

Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (3)

But: Rechercher le stade phénologique de la culture comme étant le moment clé de l'impact de l'humidité du sol sur le rendement final à partir du LAI simulé.

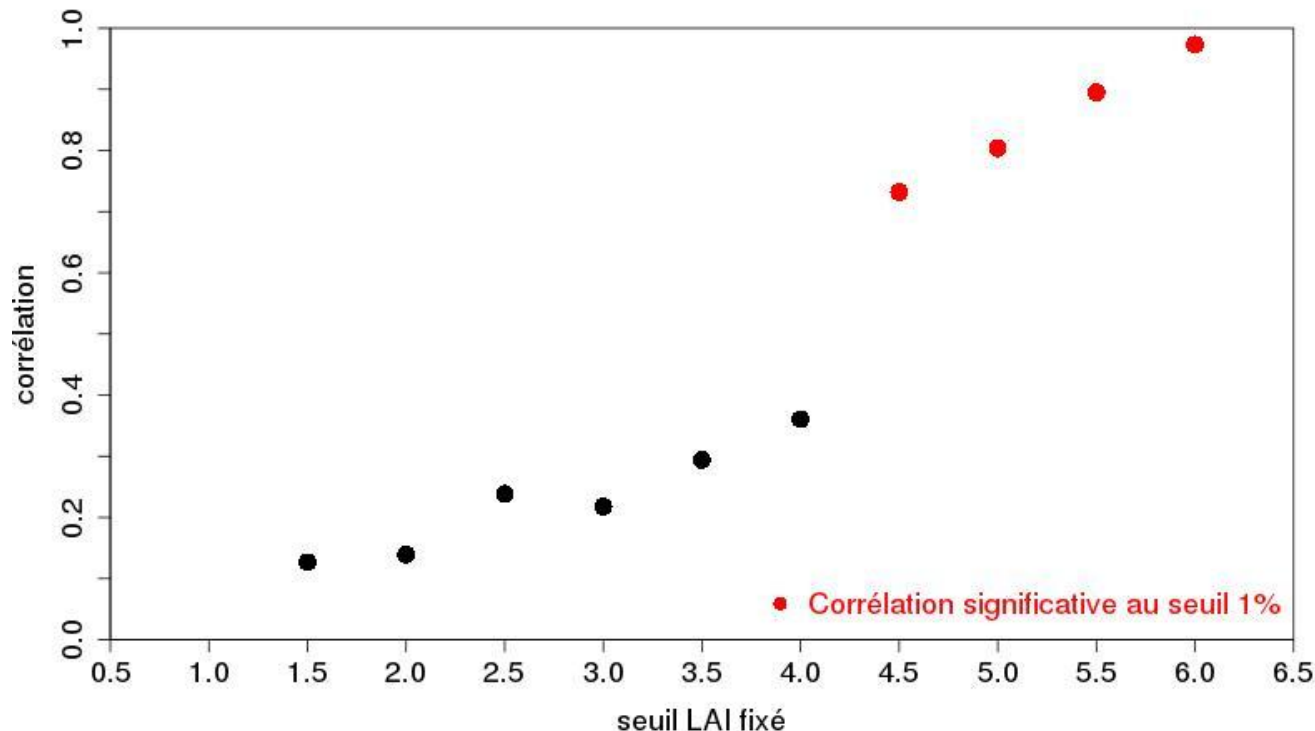


FIG. 4 – Corrélation entre le WG2 à un instant donné et le **Bag max simulé** pour différentes valeurs de LAI fixé. Département de l'Essonne (91).

Etude du potentiel prédictif avec les variables simulées (4)

But: Rechercher le stade phénologique de la culture comme étant le moment clé de l'impact de l'humidité du sol sur le rendement final à partir du LAI simulé.

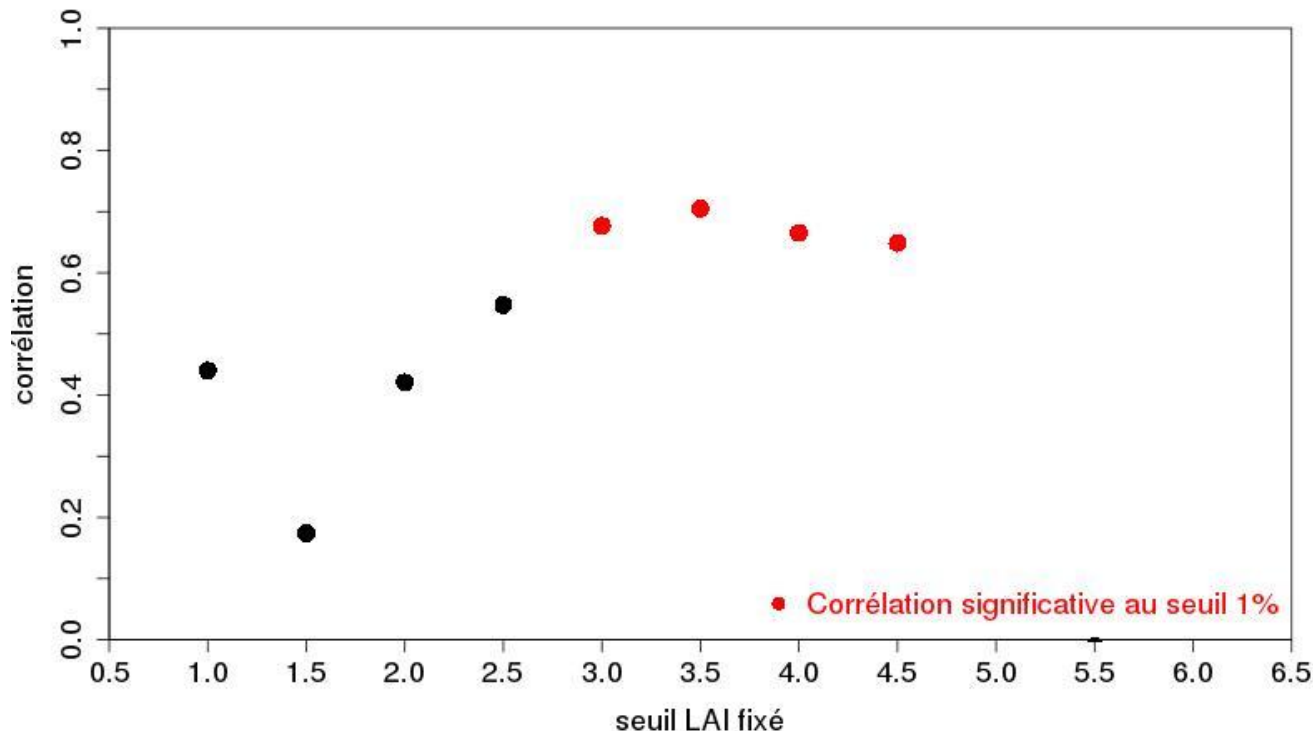
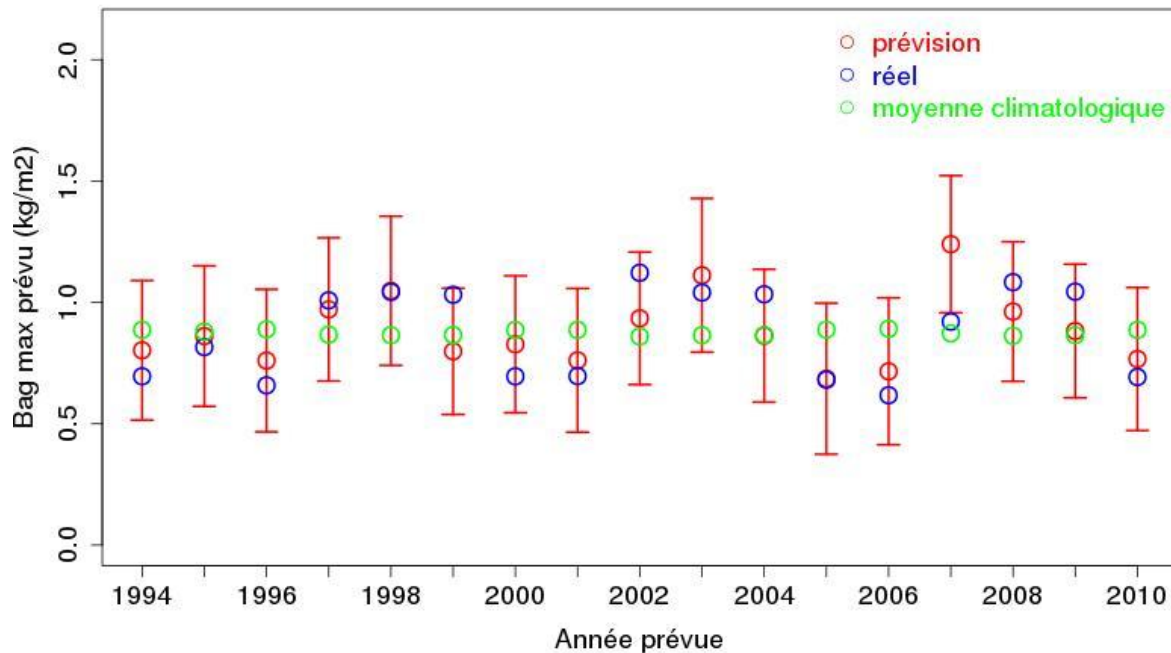


FIG. 5 – Corrélation entre le WG2 à un instant donné et le **rendement Agreste** pour différentes valeurs de LAI fixées. Département du Puy-de-Dôme (63).

Résultats: Approche statistique (1)

But: Donner une estimation de la tendance du rendement final à partir de la connaissance de l'humidité du sol plus tôt dans l'année.



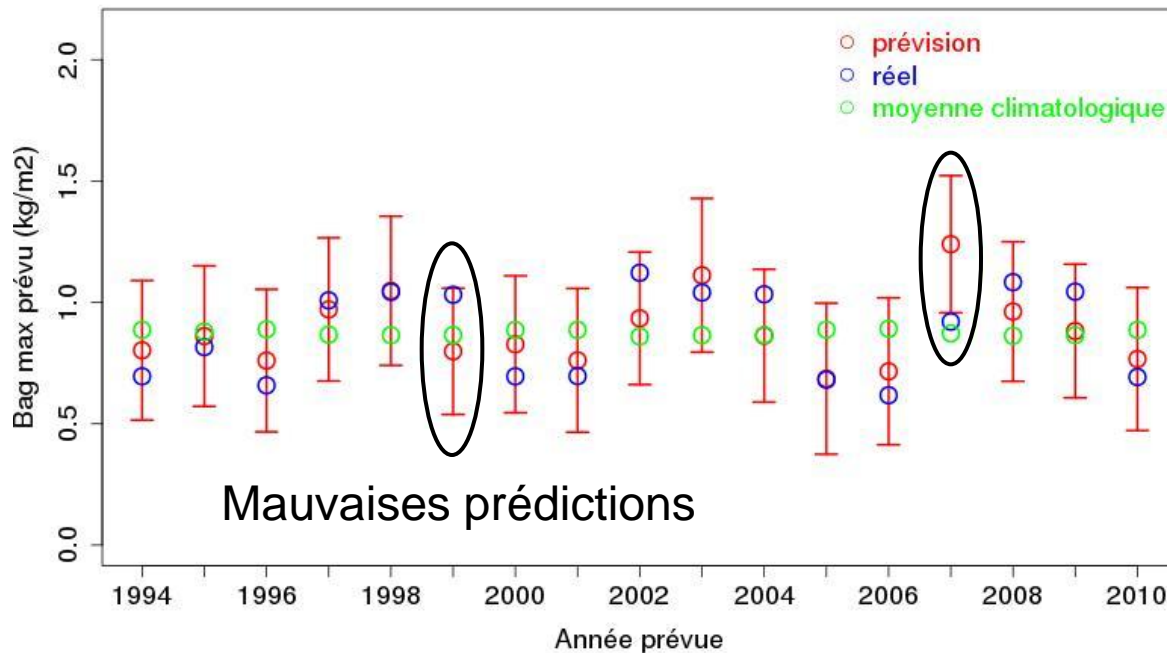
Bonne prédiction: valeur prévue incluse dans l'intervalle d'incertitude + écart entre la **prédiction** et valeur **réelle** plus faible que celui avec la **moyenne climatologique**

Ici on observe 14 bonnes prédictions sur 17.

FIG. 6 – Prédictions du **Bag max simulé** pour un seuil de LAI fixé à 3,5. Département des Ardennes (08).

Résultats: Approche statistique (1)

But: Donner une estimation de la tendance du rendement final à partir de la connaissance de l'humidité du sol plus tôt dans l'année.



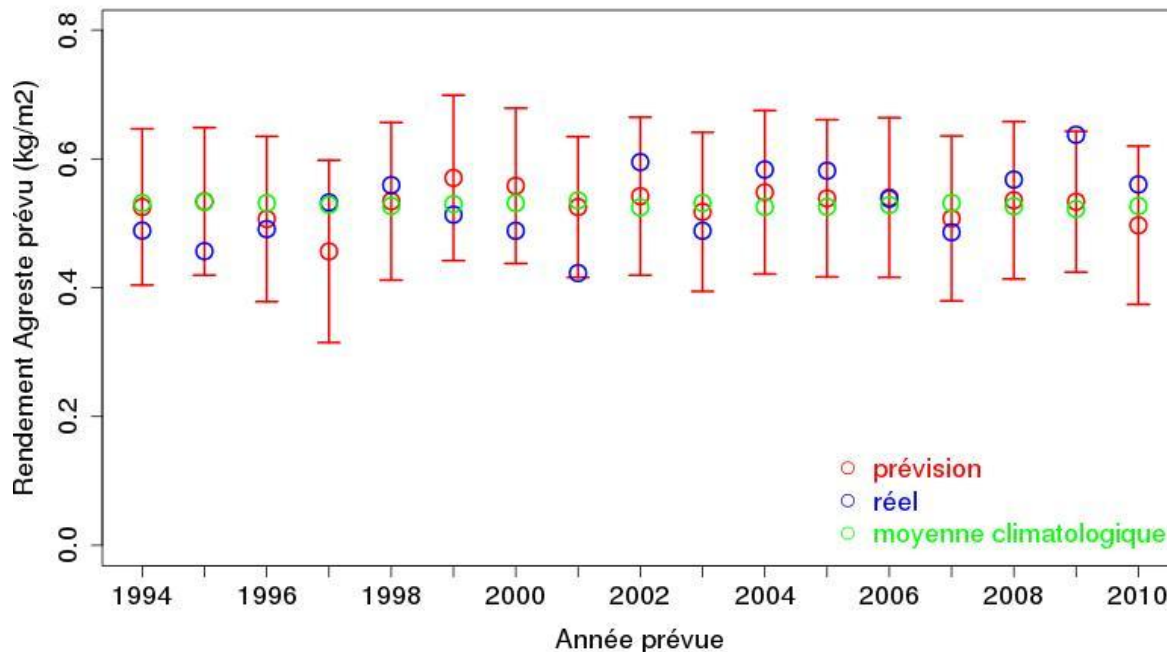
Bonne prédiction: valeur prévue incluse dans l'intervalle d'incertitude + écart entre la **prédiction** et valeur **réelle** plus faible que celui avec la **moyenne climatologique**

Ici on observe 14 bonnes prédictions sur 17.

FIG. 6 – Prédictions du **Bag max simulé** pour un seuil de LAI fixé à 3,5. Département des Ardennes (08).

Résultats: Approche statistique (2)

But: Donner une estimation de la tendance du rendement final à partir de la connaissance de l'humidité du sol plus tôt dans l'année.



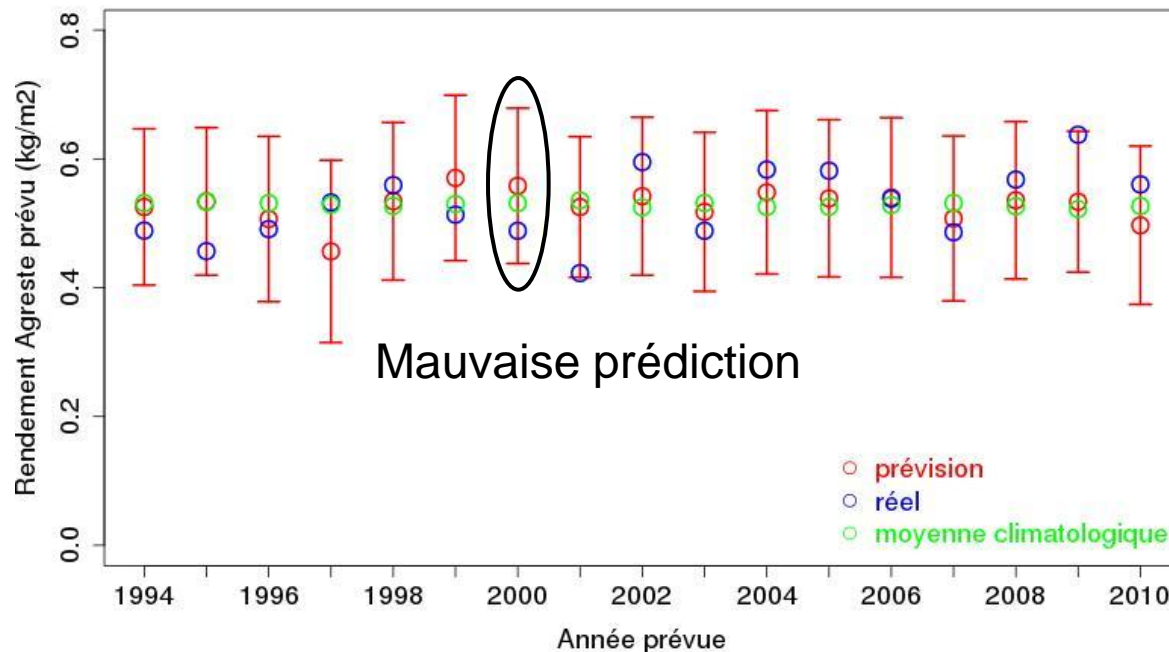
Bonne prédiction: valeur prévue incluse dans l'intervalle d'incertitude + écart entre la **prédiction** et valeur **réelle** plus faible que celui avec la **moyenne climatologique**

Ici on observe 12 bonnes prédictions sur 17.

FIG. 7 – Prédications du **rendement Agreste** pour un seuil de LAI fixé à 3,5. Département de la Sarthe (72).

Résultats: Approche statistique (2)

But: Donner une estimation de la tendance du rendement final à partir de la connaissance de l'humidité du sol plus tôt dans l'année.



Bonne prédiction: valeur prévue incluse dans l'intervalle d'incertitude + écart entre la **prédiction** et valeur **réelle** plus faible que celui avec la **moyenne climatologique**

Ici on observe 12 bonnes prédictions sur 17.

FIG. 7 – Prédications du **rendement Agricole** pour un seuil de LAI fixé à 3,5. Département de la Sarthe (72).

Résultats: Données LAI satellitaire

But: Evaluation de l'utilisation des produits de dérivés satellitaires pour l'analyse des surfaces continentales.

Légende:

■	R ² non significatif
●	R ² significatif au seuil 1%
●	R ² significatif au seuil 0,1%

Variable	LAI satellitaire
Nombre de sites significatifs (1 et 0,1 % *)	13-6

*Correspond respectivement à R² > 0.36 et 0.52

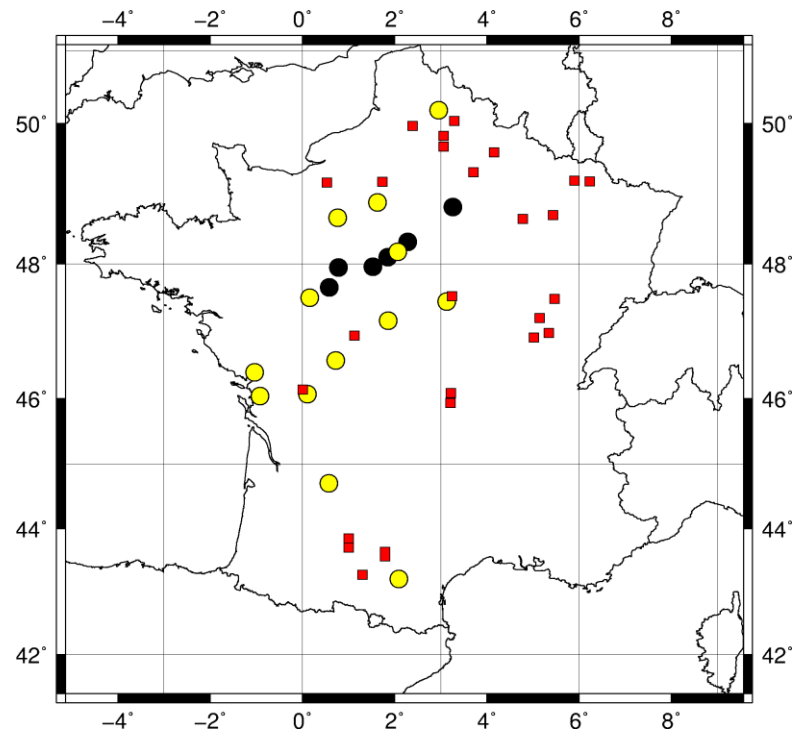


FIG. 8 – Carte des corrélations obtenues entre la décade maximale du LAI satellitaire (issu du projet GEOLAND2) et les rendements Agreste (céréales).

Plan de la présentation

- **Données et simulations**
 - ISBA-A-gs 2 couches
 - Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) issues d'Agreste
 - LAI satellitaire issu du projet GEOLAND2
- **Résultats**
 - Utilisation du LSM ISBA-A-gs
 - Etude du potentiel prédictif à partir des variables biophysiques simulées
 - Evaluation d'une approche statistique pour prévoir la tendance du rendement
 - Utilisation de données satellitaires: décades de LAI issues du projet GEOLAND2
- **Conclusions et perspectives**

Conclusions et perspectives (1)

■ Conclusion

- Bonnes corrélations entre le Bag max simulé ISBA-A-gs inclus dans la nouvelle version de SURFEX et les Statistiques Agricoles Annuelles.
- Pouvoir prédictif de l'humidité de la couche racinaire à des moments clés de la croissance de la culture (en fixant des seuils de LAI).
- Possibilité d'anticiper la tendance du Bag max simulé ou du rendement Agreste connaissant l'humidité du sol simulée pour un état de croissance de la culture.
- Bonne corrélation entre la décadaire maximale du LAI satellitaire GEOLAND2 avec le rendement Agreste (céréales) pour la période 1994-2010.

Conclusions et perspectives (2)

■ Perspectives

- Etudier le pouvoir prédictif et la prévisibilité de l'humidité du sol racinaire pour la biomasse aérienne des prairies naturelles simulée avec ISBA-A-gs.
- Examiner différentes simulations avec la version « diffusive » ISBA-DF: impact de la capacité au champ, de la couche profonde, et simulations de la biomasse aérienne des prairies naturelles.
- Evaluer les améliorations futures du modèle ISBA-A-gs à travers la meilleure configuration de cette étude en utilisant les Statistiques Agricoles Annuelles.

Merci pour votre attention