

# Modélisation de l'impact des événements extrêmes climatiques sur les principales productions végétales en France à horizon 2050

**Article :** *Kapsambelis, D., Moncoulon D., Cordier J.*, An innovative damage model for crop insurance, combining two hazards into a single climatic index. *Climate* 2019, 7, 125

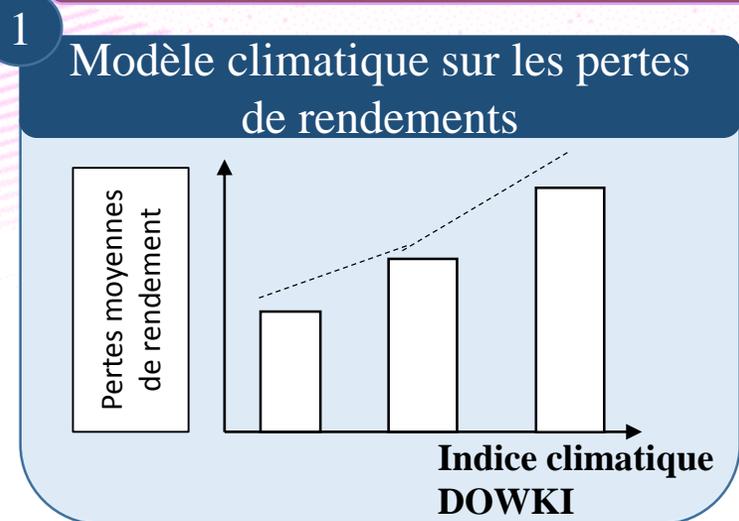
Présentation Journée Scientifique  
28/11/2019

Dorothee Kapsambelis

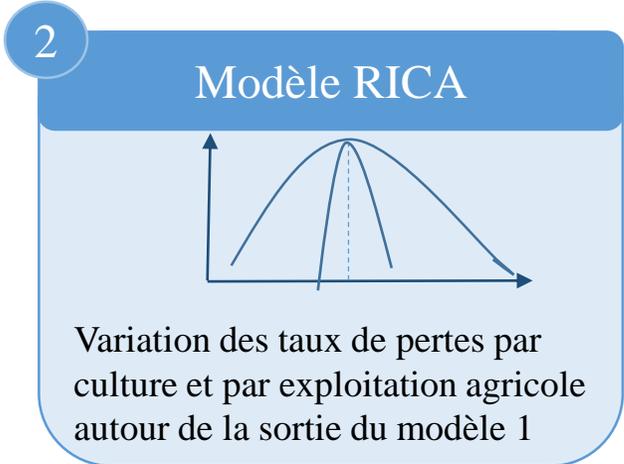
**Directeurs de thèse :** Jean Cordier (Agrocampus Ouest)

David Moncoulon (CCR)

# Schéma du modèle général de la thèse

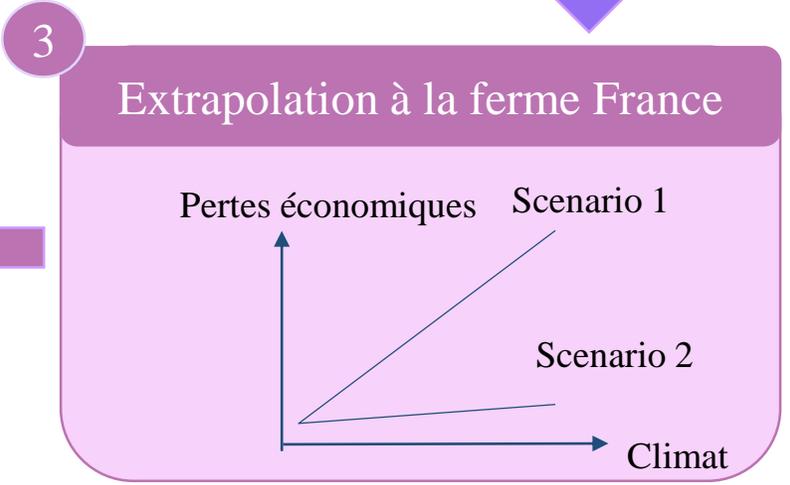


**Output model 1 :**  
Taux de pertes de récolte par an par culture et par département



**Output model 2 :**

- Analyse des caractéristiques des exploitations agricoles et de leur exposition en vue de créer des scénarios climatiques sur des exploitations spécifiques (diversifiées, petites / grandes...)

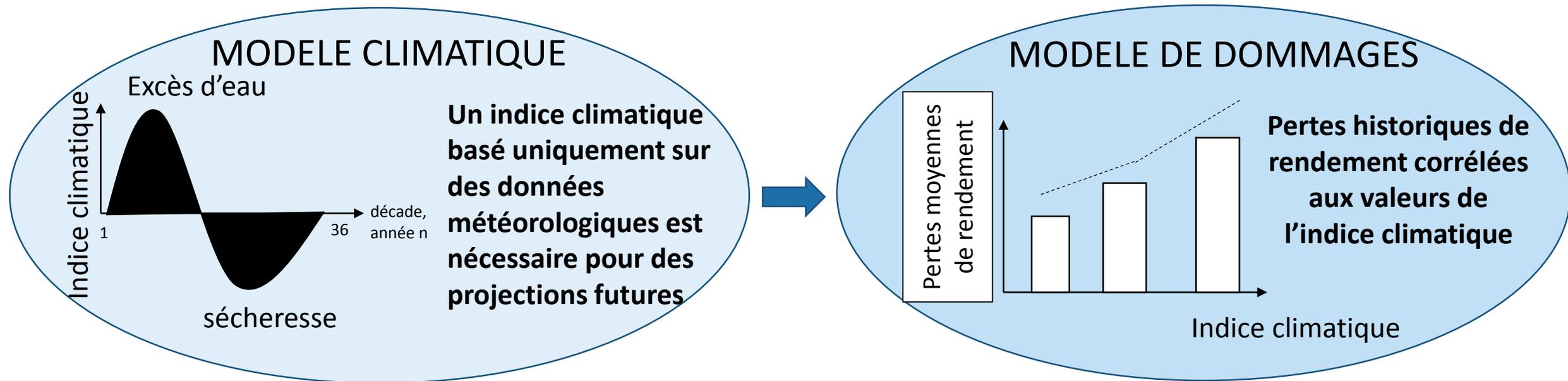


**Outputs:**

- Distribution de 400 années à climat actuel et 400 années à climat future des pertes de récoltes annuelles par culture et par exploitation agricole.
- Conclusions sur l'exposition des cultures et des différents types d'exploitations agricoles au changement climatique

# Modéliser les événements climatiques extrêmes sur les cultures et sur un historique (1989-2018)

- ❖ Comment modéliser les pertes de rendements liées aux périls climatiques à partir de données météorologiques uniquement ?
- ❖ Quelles données utiliser ?
- ❖ Quel indice pour simuler des événements extrêmes climatiques ? Sur quelle période le calculer ?
- ❖ Comment le relier aux pertes de rendements ?



# Un nouvel indice : the Drought and Overwhelmed Key Indicator (DOWKI)

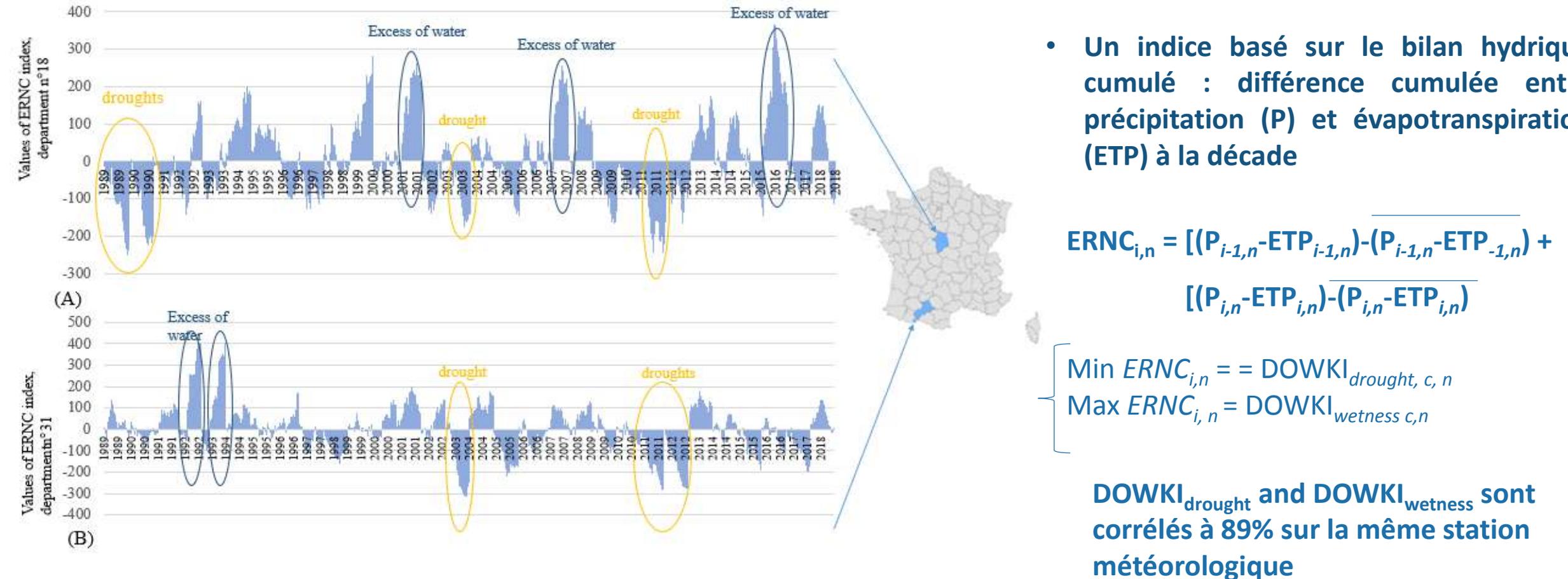
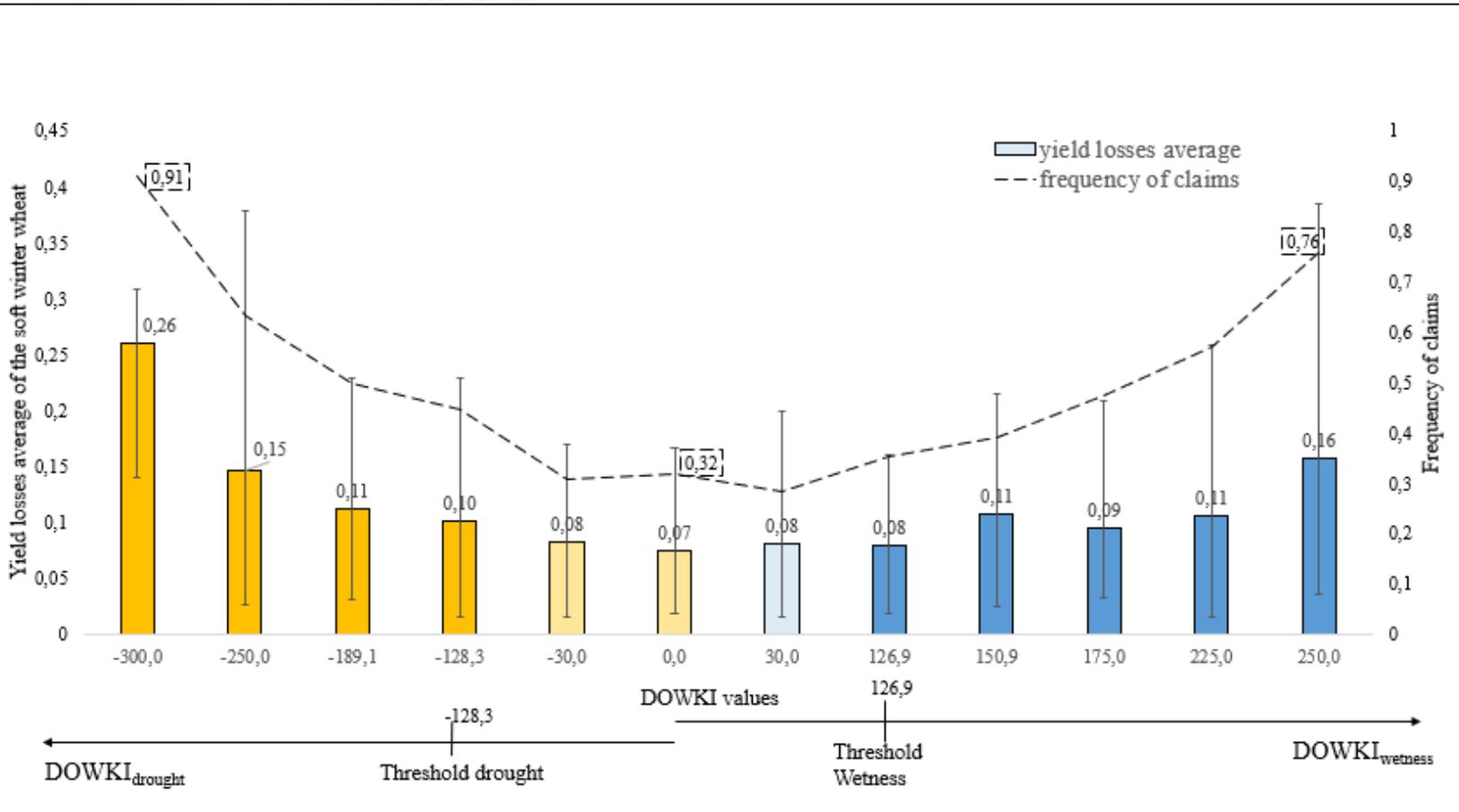


FIGURE 2. indice ERNC for n°18 (A) and 31 (B) stations météorologiques sur la période 1989-2018. Exemple de sécheresse et d'excès d'eau.

# Résultats de calibration: relation entre le DOWKI et les taux de pertes de rendement sur les cultures



- Les fréquences de dommages sont calculées pour les valeurs extrêmes du DOWKI : on observe une probabilité de 91% d'avoir un sinistre lorsque la valeur du DOWKI est inférieure à -300 pour une sécheresse et une probabilité de 76% quand le DOWKI est supérieur à 250 (excès d'eau).
- L'indice créé à une forte capacité à prédire l'occurrence des pertes extrêmes de rendements pour les deux périls.
- Les valeurs de calibration dépendent très fortement des paramètres du modèle.

FIGURE 3. Résultats de calibration : fréquence des sinistres, centile [10-90], moyenne de taux de pertes du blé tender d'hiver selon les valeurs de l'indice DOWKI (résultats sur France entière)

# Représentation du DOWKI et des pertes de récoltes pour la sécheresse de 2003

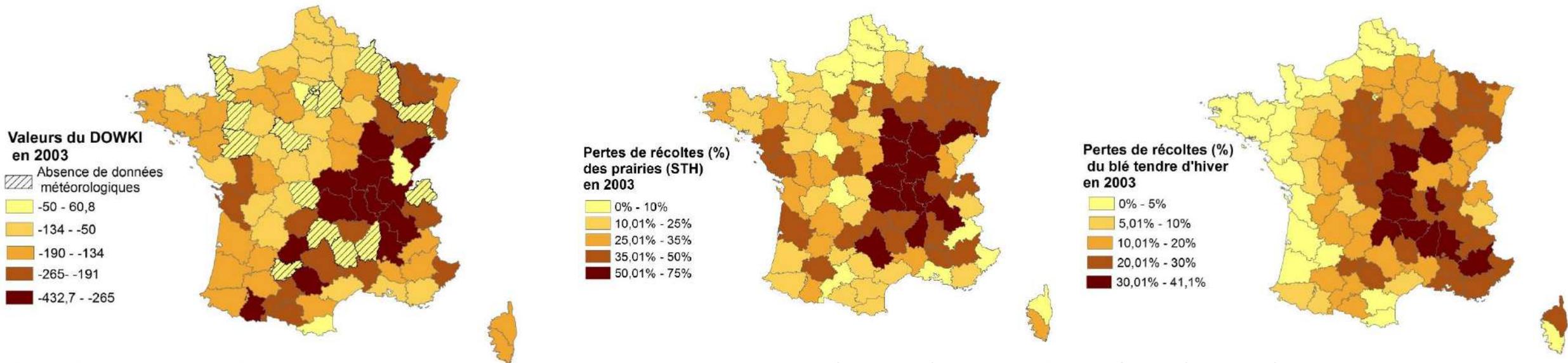


FIGURE 4. Valeurs du  $DOWKI_{drought}$  et des taux de pertes pour les prairies et pour le blé tendre d'hiver en 2003, année extrême de sécheresse

Les valeurs extrêmes de l'indice DOWKI correspondent, au niveau départemental, aux pertes de rendements extrêmes pour les prairies et le blé tendre d'hiver (hormis les régions d'irrigation)

# Simulations stochastiques : prédire les rendements

- ❖ Utilisation des copules Gaussiennes entre les départements sur l'historique basées sur la matrice de corrélation des valeurs de l'indice entre les stations.
- ❖ Les distributions margines sont calculées utilisant
  - 1) Une loi normale pour le  $DOWKI_{drought}$
  - 2) Un bootstrap pour le  $DOWKI_{wetness}$

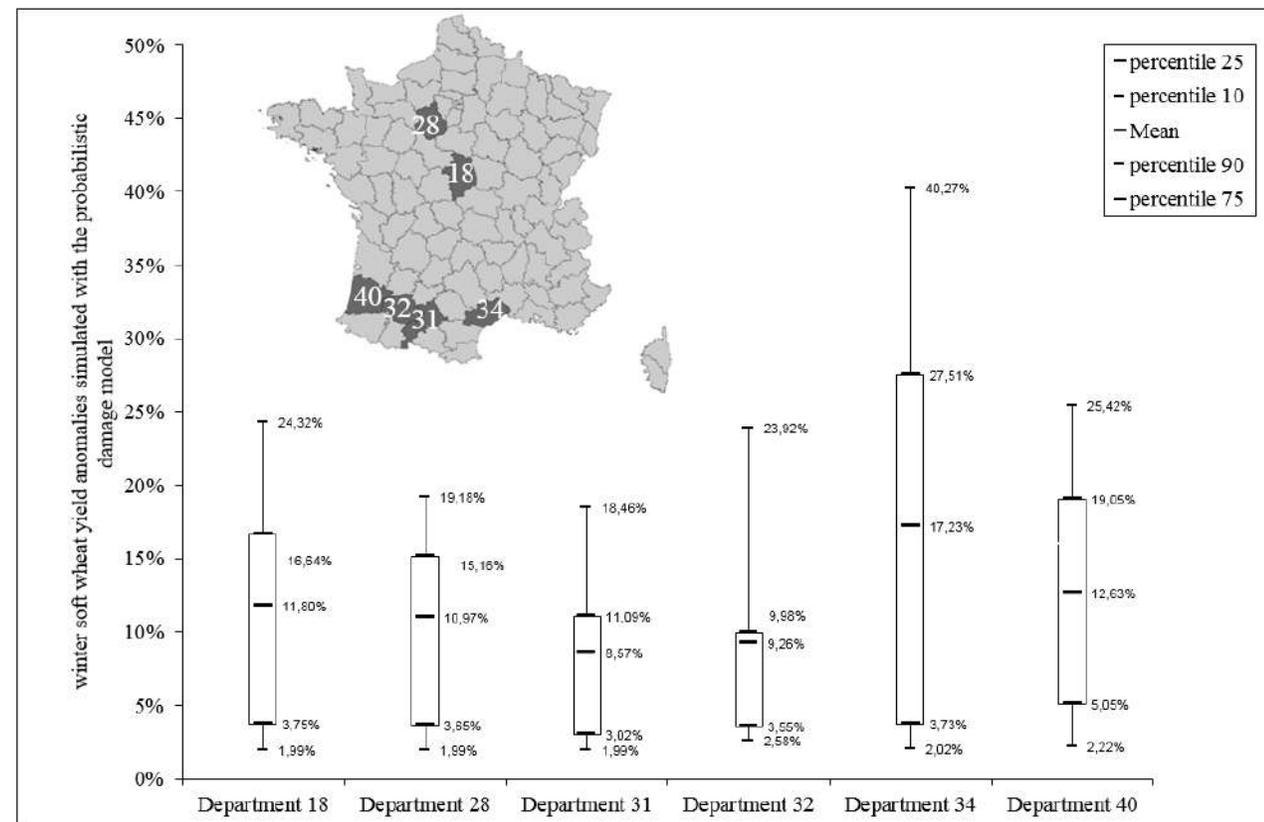
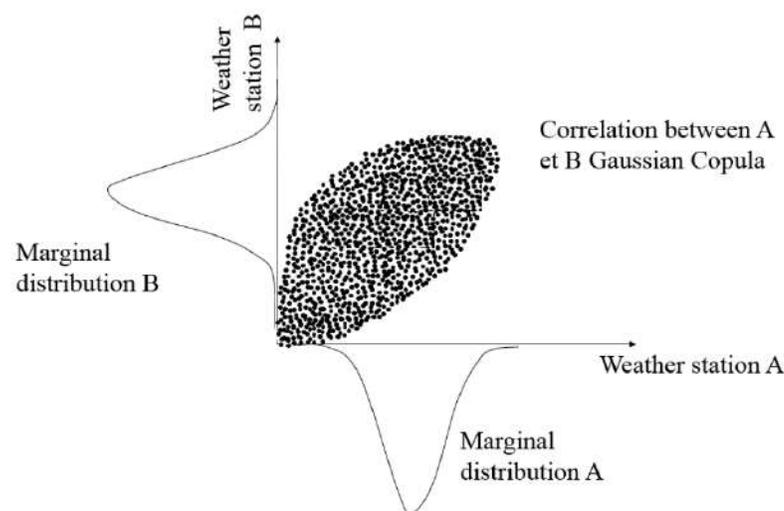
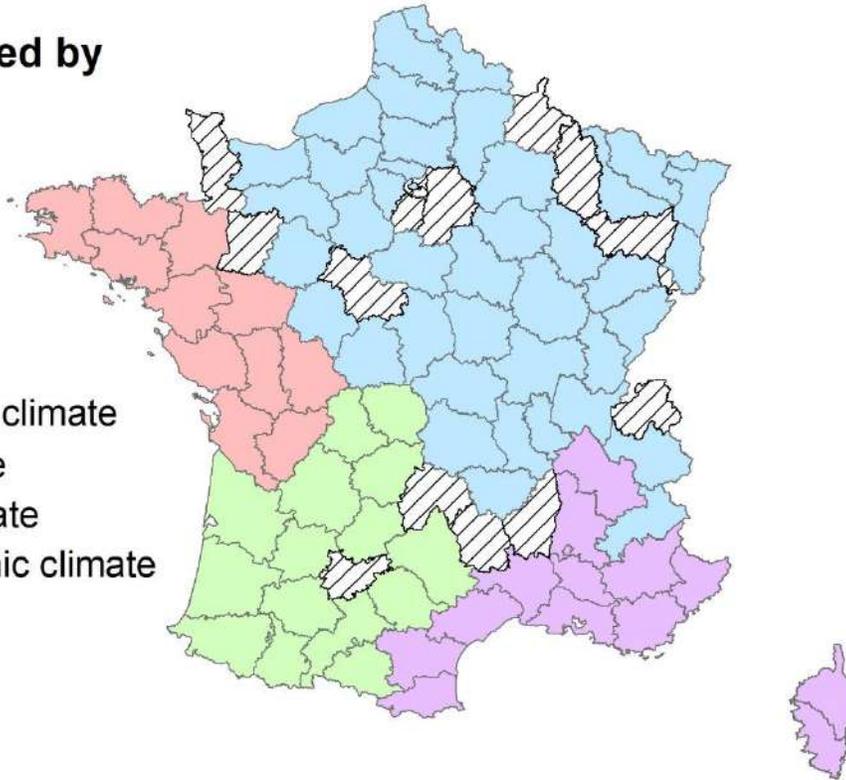


Figure 5. Pertes de rendements simulées selon le modèle probabiliste causées par la sécheresse pour le blé tendre d'hiver

# Amélioration du DOWKI : création de régions climatiques sur la France métropolitaine

**CLimatic regions defined by the Gaussian copulas correlation of DOWKI values**

-  No data
-  Semi-continental and modified oceanic climate
-  Mediterranean climate
-  Aquitaine oceanic climate
-  Straightforward oceanic climate



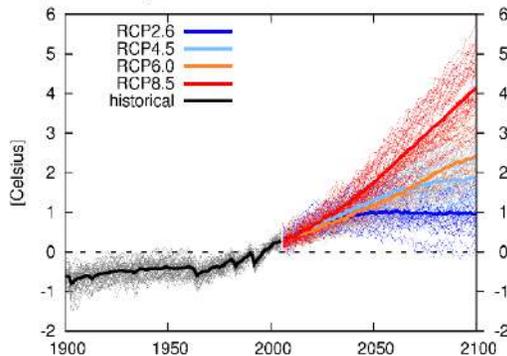
- ❖ Analyse du coefficient de corrélation entre chaque département pour les valeurs de l'indice
- ❖ Création de régions climatiques
- ❖ Une contrainte : les régions climatiques doivent au possible suivre des régions administratives pour l'utilisation du RICA
- ❖ Résultat : le calibrage régional diminue légèrement l'erreur moyenne

# Modélisation des événements climatiques extrêmes sur les productions végétales en 2050 avec le modèle ARPEGE-CLIMAT de Météo-France

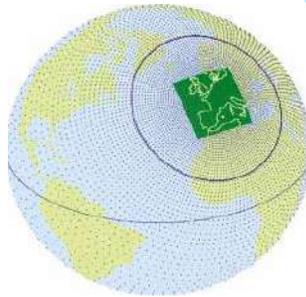
1.2

Etape 2 : Modéliser les événements extrêmes climatiques en 2050

**GIEC**  
Scénarios climatiques  
4.5 et 8.5



**Météo France**  
« ARPEGE-Climat »



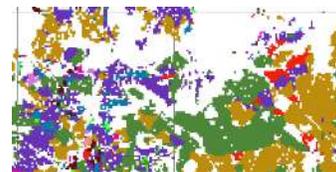
**CCR**  
Pluie



Pression  
du vent



**DOWKI**  
Index



Valeurs de l'indice DOWKI en 2050 pour la sécheresse et l'excès d'eau  
Simulation des pertes de rendements sur les cultures (Utilisation du RPG)  
Fréquence des deux événements et analyse de leur sensibilité

# Conclusions

- **Conclusion :**

- Un nouvel indice développé, facile à calculer, universel, corrélé aux pertes de rendements expliquant les événements extrêmes de sécheresse et excès d'eau
- Un modèle qui donne de bons résultats à l'échelle globale ainsi qu'à une échelle relativement plus fine (régions climatiques)
- Une simulation stochastique qui permet déjà de faire des estimations futures
- D'autres cultures testées (notamment les prairies)

- **Perspectives :**

- Passage à la modélisation à climat actuel et climat futur (2050) selon les scénarios du GIEC en utilisant le modèle ARPEGE-CLIMAT
- Changement de dimension spatiale pour le modèle ARPEGE-CLIMAT : de la station météo à la grille SAFRAN en utilisant le RPG (fait)
- Projections climatiques (en cours)
- Passage à l'échelle de l'exploitation agricole en utilisant le RICA

Merci de votre attention!