

# Réflexions autour de l'utilisation d'échelles spatio-temporelles différentes dans les modèles.

## Réflexions d'un concepteur-utilisateur-fournisseur



## Quelques remarques générales

1. Modèles à la parcelle, basés sur la nuisibilité
2. Modèle d'estimation du risque de verse

Philippe GATE ARVALIS



ARVALIS  
Institut du végétal



# Remarques générales introductives

## Spécificités spatiales

1. Les modèles sont le plus souvent bâtis à partir de données issues de microparcelles (10-20 m<sup>2</sup>)
2. Pour faire varier le domaine des variables influentes, on a fréquemment recours à des réseaux d'expérimentation (régions, pays différents...)
  - après validation, on utilise ensuite directement ces modèles à l'échelle de la parcelle de l'agriculteur, ou même à 1 niveau intraparcellaire, sur une gamme de situations plus large.
  - Faut il concevoir le modèle et le tester au niveau de son échelle d'utilisation ?
    - Conception et validation microparcelles vers 1 usage sur parcelles agri : pas la même échelle de variabilité ; quid de l'échantillonnage pour recalculer ?
    - Conception et validation sur réseau inter régions vers 1 usage intraparcellaire : pour un niveau identique de variation des variables, ce ne sont pas toujours les mêmes facteurs sources qui agissent sur le phénomène étudié.
  - La robustesse du modèle a-t-elle été réellement éprouvée pour 1 tel usage ?

[ Paris 2006 ]

# Remarques générales introductives

## Spécificités spatiales

- Certains modèles bien que conçus sur la base de données parcellaires sont peu précis à ce niveau d'échelle mais sont en revanche plus performants pour estimer une moyenne régionale
  - Cas des modèles où les variables sont d'un accès simple et sont toutes estimées par modèle et sans observation de recalage (restriction de la fonction d'usage)
- D'autres sont élaborés à la parcelle, mis en œuvre sur 1 (ou quelques) scénario(s) type mais valorisés à l'échelle d'une problématique régionale (comme PRESEPT, TOP...)

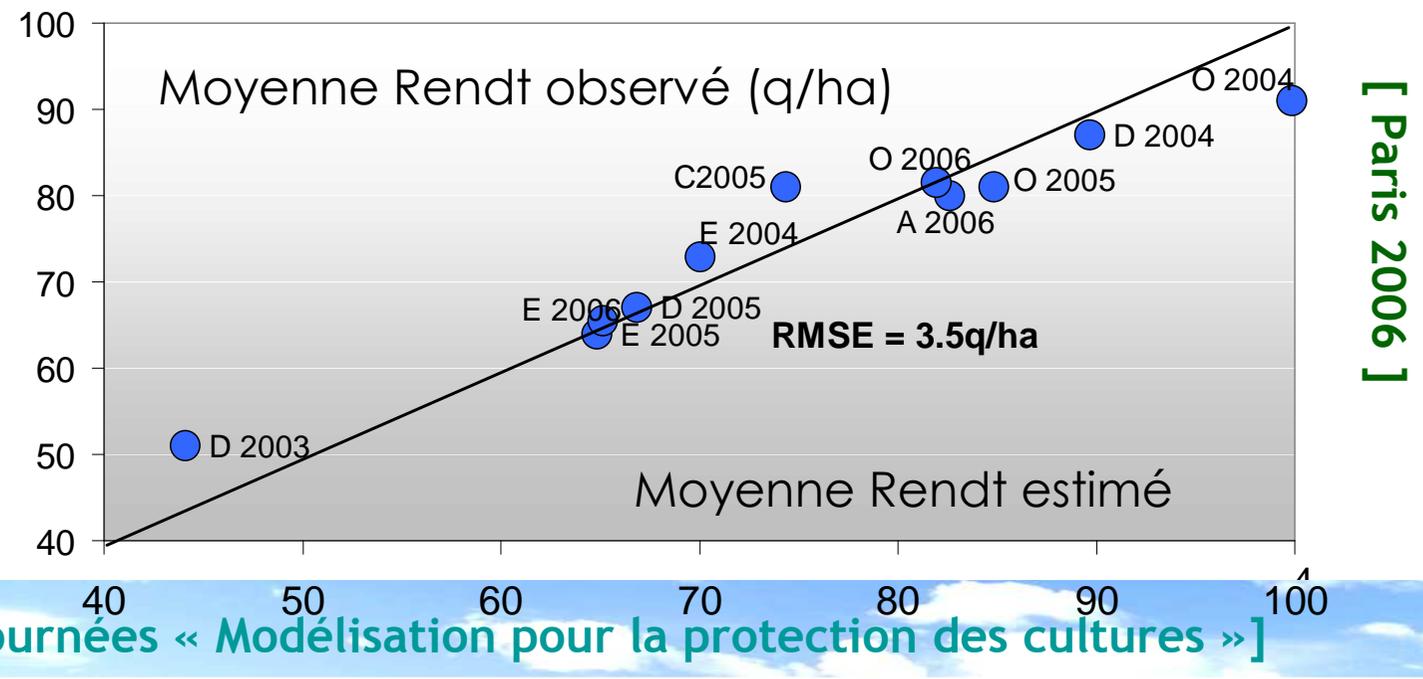
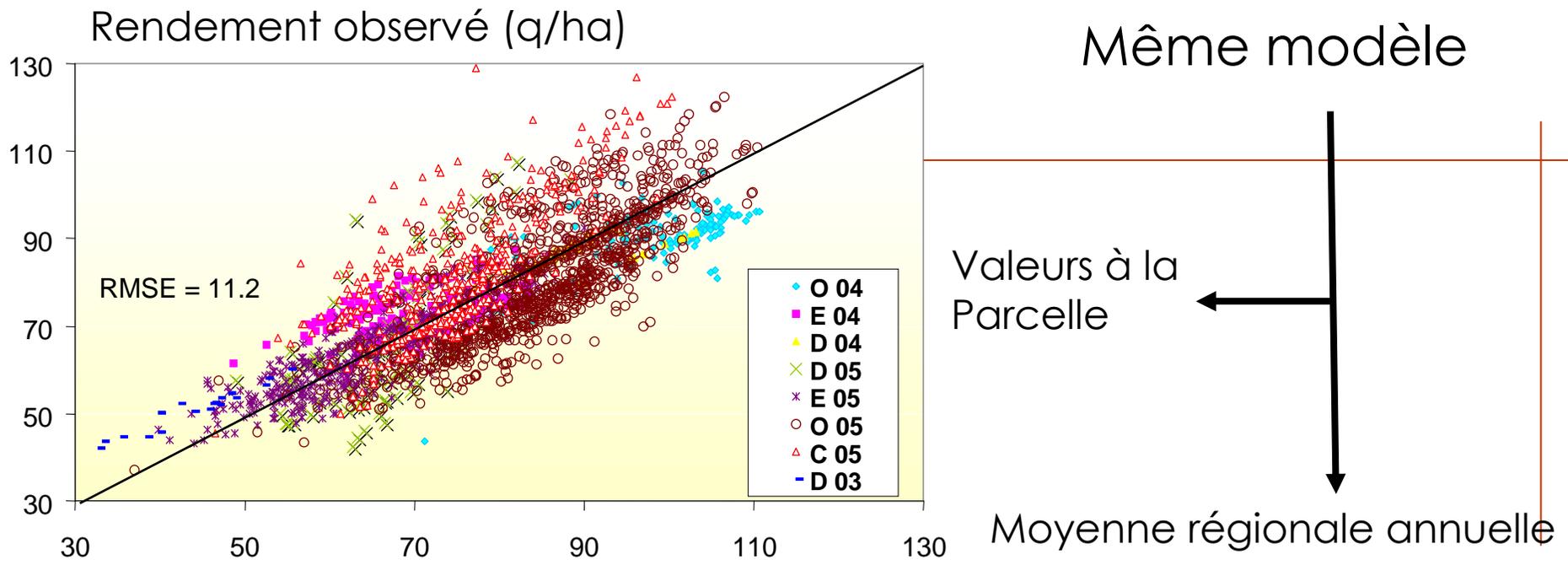


La traduction opérationnelle vers une utilisation plus locale n'est envisageable qu'avec le recours d'un expert disposant d'une base de références.



**Pour changer d'échelle : importance de l'élaboration de Modèles de « déclinaison » par catégorie de scénario type**

[ Paris 2006 ]

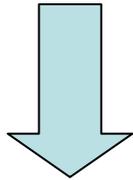


# Spécificités spatiales et spatialisation (interpolation) pour le zonage

- La tentation est grande de passer de la localisation à la spatialisation; Est-ce toujours possible ?
  - Cas des modèles où certaines variables d'entrée ont toutes chances d'avoir une localisation aléatoire (variété, précédent, W sol...)
  - Si nombre de parcelles insuffisants, peut on construire des parcelles fictives (basée sur enquêtes des pratiques...)

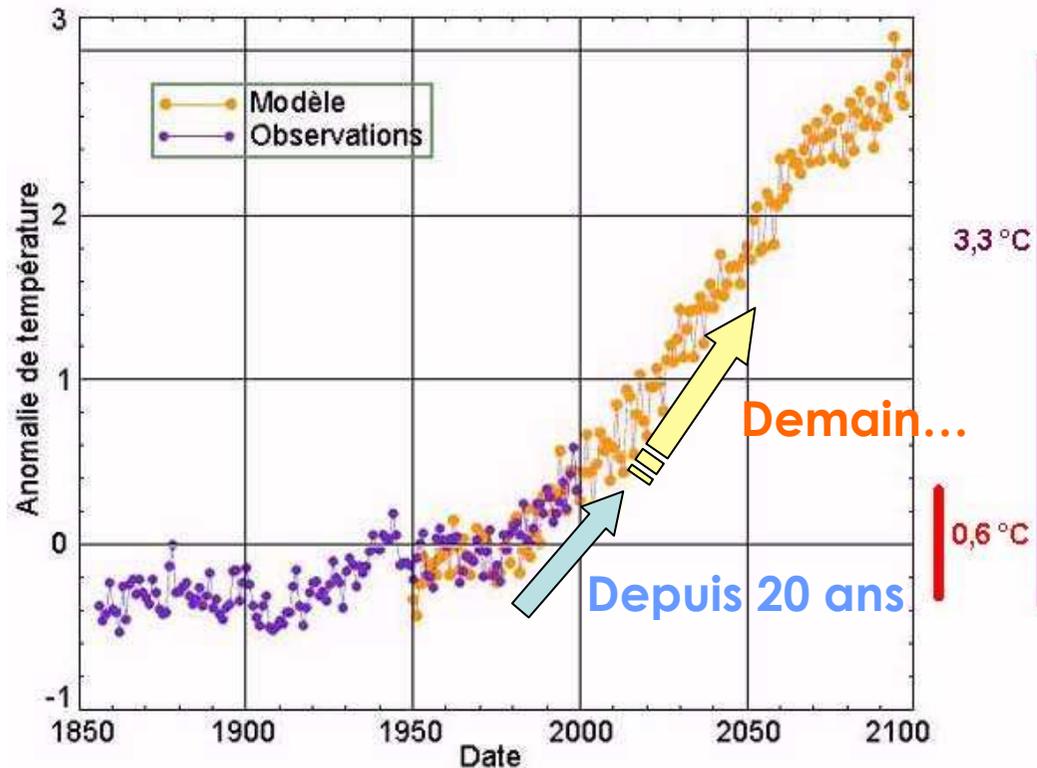
[ Paris 2006 ]

# Spécificité temporelle : le climat récent et futur, un réchauffement marqué



Faire évoluer  
nos méthodes  
de prévisions...

Variations de la  
température moyenne  
(en °C) en surface de  
l'hémisphère Nord



Source :  
Météo France

(Scénario B2)

[ Paris 2006 ]



ARVALIS  
Institut du végétal



[ journées « Modélisation pour la protection des cultures » ]

1

# Cas des modèles dynamiques à la parcelle basés sur une simulation de la nuisibilité

## Utilisateurs

l'agriculteur

## Objectifs

Ajuster le niveau de protection sur la base de modèles simulant le fonctionnement d'une plante malade (Septo Blé) ou seulement l'évolution des symptômes (Mildiou P de T)

## Echelle

parcellaire

**Types de données** : informations à la parcelle données par l'agriculteur, station météo sur le site ou proche ; Variables prédites au cours du temps par des modèles dynamiques.

[ Paris 2006 ]

1

# Cas des modèles dynamiques à la parcelle basés sur une simulation de la nuisibilité : **Spécificités spatiales**

- 1 modèle plante décrivant l'évolution de l'architecture de la plante est nécessaire pour certaines maladies, incluant la notion de distance entre organes
  - **Disponibilité, validation de tels modèles/ classiques ?**
- Quand la maladie se développe par foyers ou quand l'inoculum de départ est conditionné par son mode de répartition intra-parcellaire (ex: résidus) :
  - **Faut il subdiviser la parcelle en plusieurs sous-unités ?**
- Quand l'inoculum primaire de départ dépend des parcelles de voisinage (ex: septo blé, mildiou P de T...)
  - **Prise en compte des échanges d'informations entre les parcelles ? Avec quelles méthodes ?**

[ Paris 2006 ]

1

# Cas des modèles dynamiques à la parcelle basés sur une simulation de la nuisibilité : **Spécificités spatiales**

- Pour certains modèles (ex : mildiou P de Terre), les calculs requièrent le pas de temps horaire (Humidité et T° C) avec une acquisition des données climatiques à la parcelle
  - Il y a le plus souvent une seule station pour un ensemble de parcelles proches (< 7 kms)
    - Erreurs du modèle possible par manque de représentativité
      - Quelles méthodes pour bien localiser la ou les stations (utilisation de données Radar ?)
    - Sous estimation de la variabilité climatique intraparcellaire (effet notamment des creux sur l'humidité, des courants d'air)
      - Subdiviser la parcelle en plusieurs sous unités ?
      - Mais l'agriculteur est il prêt à moduler en fonction de zones ?

[ Paris 2006 ]

1

# Cas des modèles dynamiques à la parcelle basés sur une simulation de la nuisibilité : **Spécificités temporelles**

- Contraintes possibles entre la (les) date(s) de livraison du (des) conseil(s) et la performance de prédiction de la nuisibilité
  - **Quels niveaux d'explication de la nuisibilité globale en fonction du temps ou des stades de la culture ?**
    - **Contrainte : Conserver une compatibilité avec le caractère opérationnel des interventions**
  - **Coupler le modèle nuisibilité avec un modèle efficacité des produits**
    - Pour les stades précoces, réduire les ambitions offertes par le modèle ? N'utiliser ces modèles en stades précoces qu'en terme qualitatif : ajustement de type curseur d'une stratégie locale de référence ?
      - Quelles méthodes de test et de détection de règles de décision prenant en compte cette gestion « climatique » du risque

Remarques : la tolérance génétique et l'efficacité des fongicides (dérive, résistance), évoluent également temporellement (et spatialement) selon **leur rythme propre**.

[ Paris 2006 ]

## 2 Modèle d'estimation du risque de verse

|                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| <b>Utilisateurs</b> | l'agriculteur                           | le technicien  |
| <b>Objectifs</b>    | Optimiser la protection contre la verse | Connaître le risque de ses clients, support technique de contact |
| <b>Echelle</b>      | Intra parcellaire ou parcellaire        | Groupes de parcelles sur une même région                         |

**Types de données** : informations à la parcelle données par l'agri ou le technicien ; informations estimées à distance au niveau intra-parcellaire (SPOT) ; Variables prédites au cours du temps par modèle dynamique.

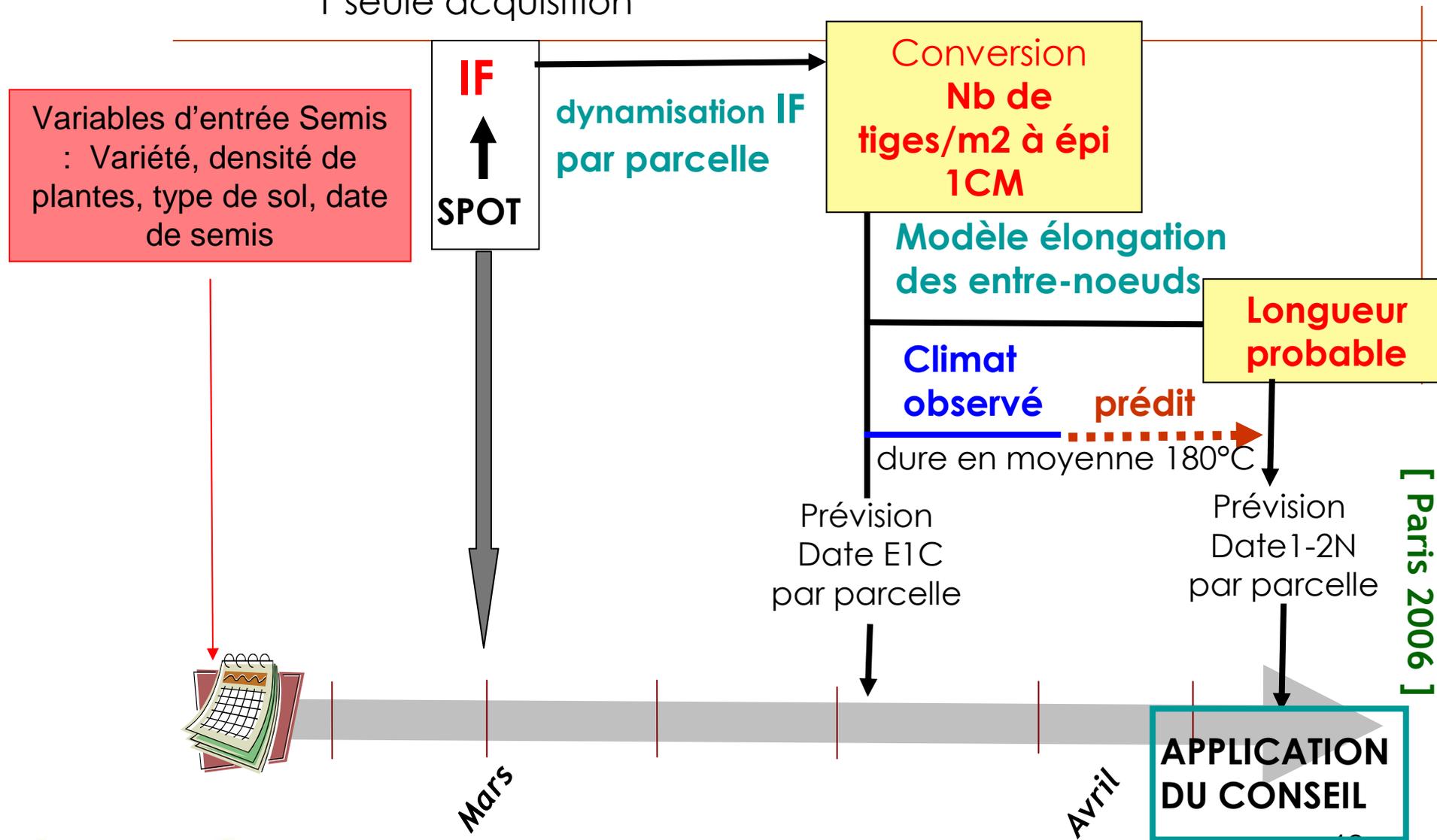
### Contraintes :

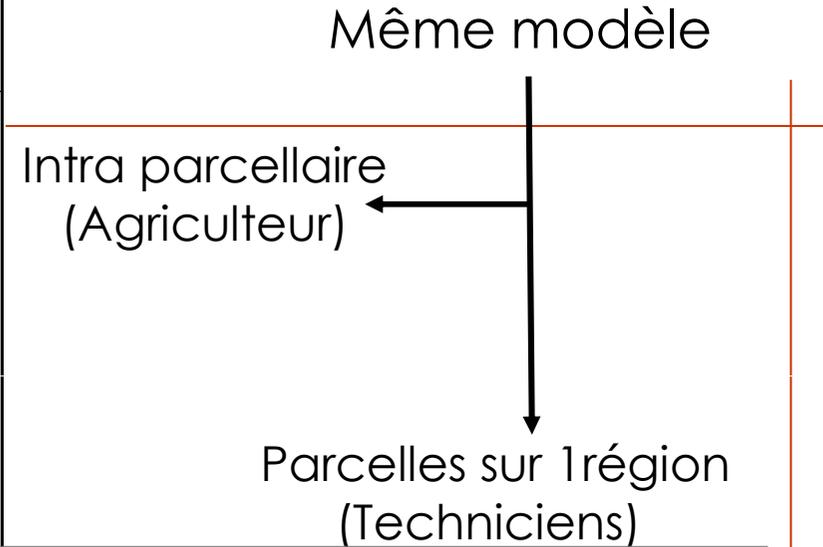
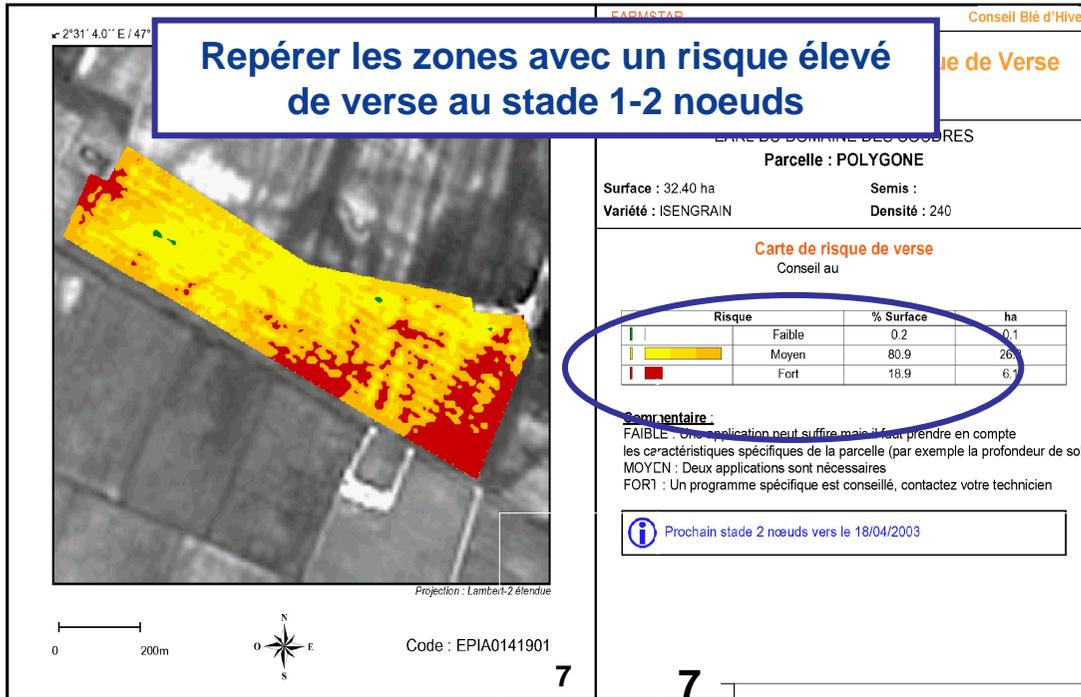
- respect des délais (applications efficaces et rentables < 1-2 nœuds); mise en œuvre sur des milliers de parcelles ;
- une image SPOT pour l'ensemble des parcelles ;
- estimation d'une variable clé doit être faite à 1 stade précis et éphémère.

[ Paris 2006 ]

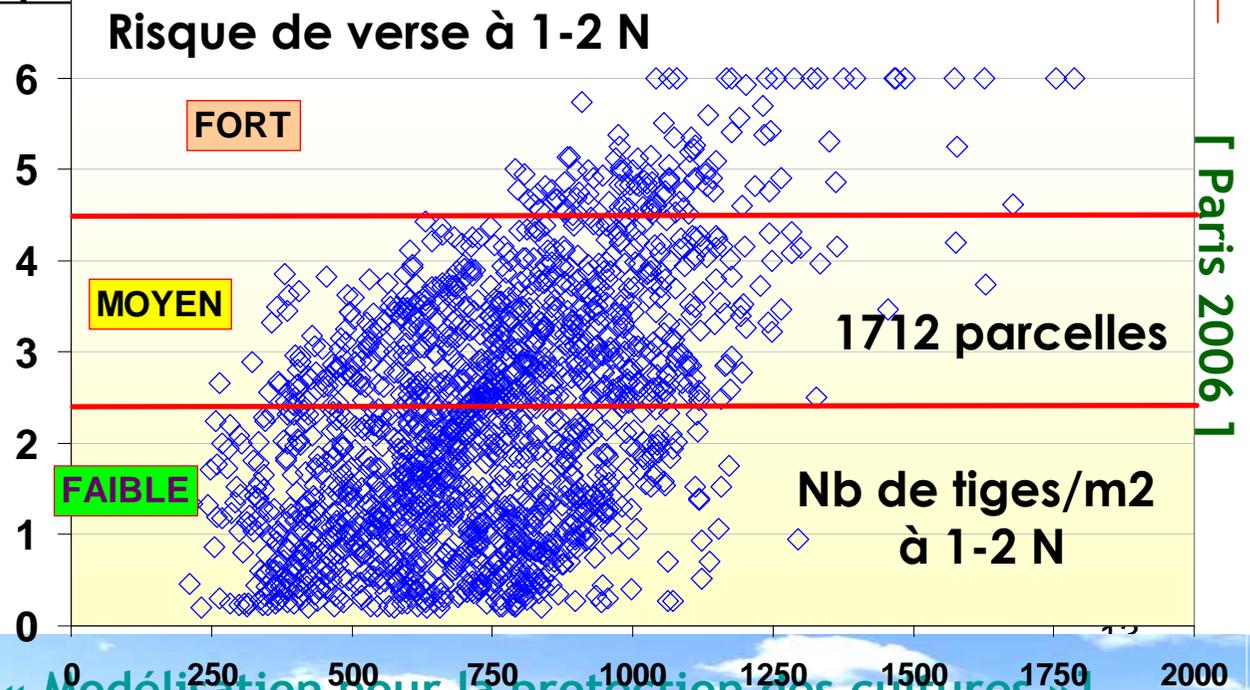
## 2 Estimation du risque de verse : principe du modèle

1 seule acquisition





Fortes variabilité des conditions Post EIC et des types de sol



## 2

# Estimation du risque de verse : *le nombre de tiges/m<sup>2</sup>, aspect temporel*

- Pour une seule scène SPOT, on fait autant d'estimations d'IF au stade E1C que de parcelles
  - **Notion importante de délai maximum entre date SPOT et date E1C prévue**
    - Analyse de sensibilité à la parcelle : (ce délai doit être  $\leq 200^\circ\text{C}$  jour) mais il faut rechercher un compromis prenant en compte la variabilité d'apparition de ce stade à l'échelle de la scène pour regrouper les dates de livraison (requiert une analyse par scène, pas de valeurs « recettes »)
- C'est le nombre de tiges qui nous intéresse, or nous dynamisons IF puis convertissons au lieu de convertir IF dès la date d'acquisition puis de dynamiser le nombre de tiges...
  - **modèles de tallage actuellement moins validés que ceux de IF... mais ce ne sont pas tout à fait les mêmes mécanismes qui sont mis en jeu...**

[ Paris 2006 ]

## 2

# Estimation du risque de verse : le nombre de tiges/m<sup>2</sup>, aspect spatial

- La date de conversion (IF -> Nb Tiges) est une date prédite par un modèle de développement dont la précision intrinsèque moyenne est de +/- 5 jours (pour ce stade, avec une station à la parcelle)
  - Quelle dérive de cette précision quand la station météorologique est relativement éloignée de la parcelle ? (si prévision, pas le même maillage du réseau de stations)
  - Et quels impacts en sortie ?
  - Intérêts d'avoir recours à des données météorologiques modélisées et spatialisées pour affecter à chaque parcelle, une « station virtuelle »
    - Evaluer cette plus-value potentielle en prenant en compte
      - Le niveau de précision du modèle,
      - La sensibilité des variables de sortie à une erreur de stade,
      - Les techniques alternatives de calage (observation d'1 stade proximal sur des parcelles de « calibration »).
        - » Quel dispositif (dimension, répartition) pour le recalage ?

[ Paris 2006 ]

## 2

# Estimation du risque de verse : *longueur des entrenoeuds, aspect temporel*

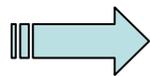
- Impossible de prendre en compte l'action du climat sur l'ensemble de la phase sensible car contrainte de date pour délivrer un conseil utile et utilisable par l'agriculteur
  - De nouveau, identifier le délai maximum entre date d'arrêt de prise en compte de la météo de l'année et la date 1-2N prévue
    - Analyse de sensibilité des différentes variables du modèle : le climat a un impact plus faible que le nombre de tiges et la variété sur l'élongation des entre-noeuds.
      - Mais attention aux déficits pluviométriques très précoces : très impactants et difficiles à prédire avec une fenêtre de prévision > 80° C jours.
        - » Faire en sorte d'avoir un minimum de parcelles avec délai > 80° C

[ Paris 2006 ]

## 2

# Estimation du risque de verse : élaboration de la variable finale, aspect spatial

- On utilise des variables dont le niveau d'échelle est différent :
  - Variables spatialisées au pixel : IF et donc Nombre de tiges/m<sup>2</sup>
  - Variables déclarées à l'échelle de la parcelle
    - dont certaines sont variables à l'échelle intra et influentes sur le risque verse : densité de plantes ; type de sol, en particulier la réserve utile.



Ce n'est pas une contrainte de blocage mais perte de sensibilité du modèle : à chiffrer

- densité de plantes et nb de tiges peuvent être partiellement liés : on se permet 1 ré-estimation de la densité si résultats « non cohérents » entre ces 2 variables sur une zone suffisamment grande. Corrections si gel : application d'un modèle construit l'année n sur la base d'observations sur des microparcelles.
- RU : travail en cours sur une estimation intra par inversion de modèle (depuis IF stade tardif)

[ Paris 2006 ]

# En guise de conclusion...

3

## Échelle spatiale

- Entre le modèle de recherche et de développement : pas la même échelle
- Disponibilité des modèles « architecture » pour une utilisation à grande échelle
- Inoculum primaire et base spatiale unitaire pour le modèle
- Recalage temporel : quel dispositif spatial
- Localisation optimale des stations météo automatiques
- Concept de stations « virtuelles »
- Evolution de l'efficacité des fongicides

## Echelle temporelle

- Prédiction et changement climatique (distribution non aléatoire)
- Prédiction : gérer le conflit entre précision et délai pour délivrer un conseil utilisable
- Introduction dans les modèles du recalage temporel des observations
- Evolution des sensibilités variétales
- Evolution de l'efficacité des fongicides

[ Paris 2006 ]



Pour progresser efficacement : hiérarchiser en identifiant les maillons les plus sensibles aux différents étapes