

# Évaluation et analyse d'incertitude des modèles en agronomie et pour l'élevage. Introduction et présentation des objectifs du projet.

Séminaire de restitution du projet CASDAR 2010-2013  
« Associer un niveau d'erreur aux prédictions  
des modèles mathématiques pour l'agronomie et l'élevage. »



MINISTÈRE  
DE L'ALIMENTATION,  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA PÊCHE

*avec la contribution financière du  
compte d'affectation spéciale  
«Développement agricole et rural»*

François Brun (ACTA), Daniel Wallach (INRA),  
David Makowski (INRA), François Piraux (Arvalis – Institut du Végétal)

**Pour mémoire ACTA, le réseau des instituts des filières animales et végétales, ce sont :**

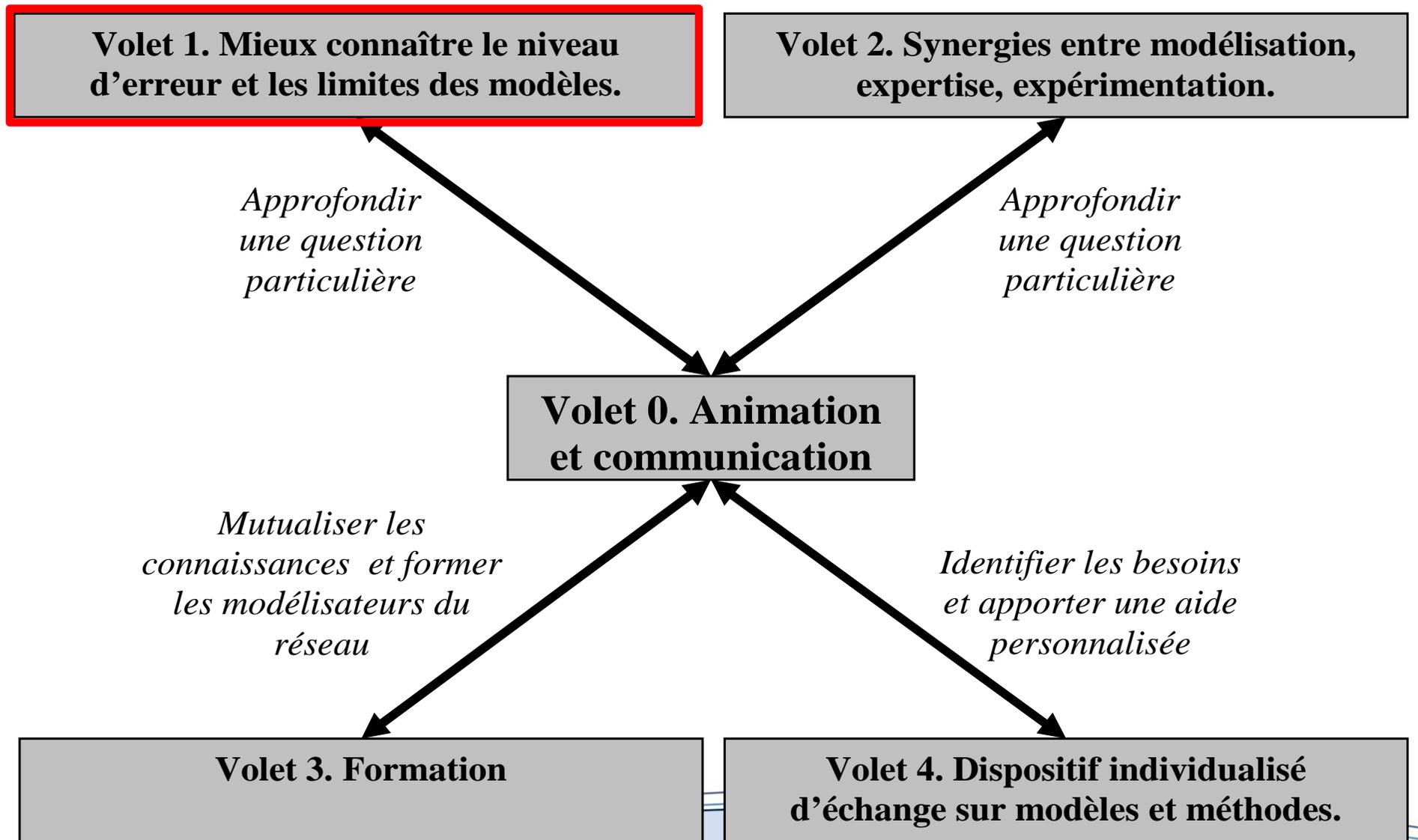
- 16 instituts techniques agricoles qualifiés dont une tête de réseau.
- Les outils professionnels de recherche appliquée et de transfert technologique au service des filières agricoles.
  - Une forte présence sur le territoire national avec près de 200 implantations en région.
  - Une force de 1100 ingénieurs et techniciens.
- Un budget de 168 millions d'euros en 2007 dédiés à la recherche agricole appliquée.

# RMT Modélisation et Agriculture

- **Objectif du réseau: Améliorer le développement et l'utilisation de modèles**
  - Aspects transversaux (approches, méthodes, outils)
  - Par l'organisation d'échanges, formations, projets
  - [www.modelia.org](http://www.modelia.org) et liste d'information
- **Animation: François Brun (ACTA), David Makowski (INRA), François Piraux (Arvalis)**
- **Partenariat**
  - Instituts Techniques Agricoles & INRA
  - Enseignement agricole

...avec une grande ouverture aux autres participants

# RMT Modélisation et Agriculture



**projet CASDAR 2010-2013**  
**« Associer un niveau d'erreur aux prédictions  
des modèles mathématiques pour  
l'agronomie et l'élevage. »**

# Modèles en agronomie et pour l'élevage.

- Font parties des **outils incontournables** pour les **chercheurs** et **ingénieurs du développement agricole**.
- Spécificité du domaine agricole :
  - **Modèle** = représentation simplifiée et formelle d'un système considéré.
  - **Agro-systèmes** = systèmes très complexes (avec des composantes physiques, biologiques, voire économiques et sociale) dont les déterminants ne sont pas forcément très bien connus.
  - les modèles sont utilisés pour prendre des **décisions importantes**, parfois avec des conséquences importantes (temps, financier, environnement)
- ⇒ **Importance de bien connaître le niveau de fiabilité des prédictions ou préconisations dérivées des modèles.**
  - ⇒ Pour les **concepteurs** : mesurer la qualité, déterminer l'intérêt ou la nécessité de leur amélioration et ainsi orienter leurs travaux.
  - ⇒ Pour **utilisateurs** : connaître le niveau de précision des modèles afin de prendre en considération cette information dans l'analyse ou la prise de décision.

# Connaître le niveau de fiabilité d'un modèle ?

- En cherchant à **comparer les résultats du modèle à des données issus d'observation**.
  - Implicitement, **plus de confiance dans les observations directes** du fonctionnement du système (expérimentation, réseau d'observation).
  - On cherche à **qualifier et quantifier les similarités entre les résultats du modèle et les observations**.
  - On ne valide jamais réellement un modèle, mais plutôt à déterminer le **niveau d'adéquation du modèle par rapport à la « réalité »**.

## ⇒ **Évaluation**

- En analysant **l'impact des incertitudes ou de la variabilité des facteurs d'entrée du modèle sur les résultats du modèle**.
  - **Sources d'incertitude:**
    - Incertitude liée à des manques de connaissance sur certain processus
    - Incertitude liée à une précision d'une mesure
    - Variabilité ou aléa (par exemple, climatique ou prix)
  - « **Propagation** » des incertitudes à travers la chaîne de modélisation.
  - On obtient une **distribution de probabilité des résultats**.
  - **Analyser les contributions** des différentes sources (« Analyse de sensibilité »)

## ⇒ **Analyse d'incertitude**

**...Toujours pour un objectif donné (↔ choix des variables)**

# Objectifs du projet

- A. Déterminer les besoins d'informations sur le niveau d'erreur et sa communication à destination des utilisateurs en fonction des différents cas d'utilisations et des types de modèles.
- B. Définir une démarche opérationnelle et généralisable pour estimer le niveau d'erreur de prédiction en fonction des besoins. Cela revient à proposer une démarche générale, les méthodes mobilisables et des détails d'application.
- C. Mettre en œuvre cette démarche avec plusieurs modèles de système utilisés pour le développement agricole.
- D. Mener une réflexion sur le lien entre mise à disposition de cette information sur le niveau d'erreur et l'utilisation de ces modèles.

# Le projet - Partenaires

## ➤ Partenaires

- ACTA
- Arvalis – Institut du végétal
- Institut de l'élevage
- CTIFL
- IFV
- CETIOM
- INRA Toulouse, Montpellier, Grignon, Clermont Ferrand, Rennes
- CIRAD
- Montpellier SupAgro
- APCA

## ➤ Compétences :

- Utilisateur de modèle
- Concepteur de modèle
- Méthodologie de la modélisation
- Statisticien

**=> Nombreuses expériences de modélisation**

# Organisation du projet

- Volet 1. Analyse des besoins et définition de la démarche opérationnelle.
- Volet 2. Mise en pratique de la démarche et des méthodes sur différents modèles de système.
- Volet 3. Synthèse concernant les pratiques d'évaluation et les indicateurs du niveau d'erreur. Conséquences pratiques sur les utilisations des modèles de système.
- + Articulations avec RMT Modélisation&Agriculture

## Volet 1. Analyse des besoins et définition de la démarche opérationnelle (12 mois)

- Analyser les besoins des utilisateurs et définir un ensemble de démarches applicables pour les différents cas d'utilisation.
- Recenser les besoins d'information sur la fiabilité des sorties de modèles en fonction des cas d'utilisation.
- Définir le cahier des charges avec, notamment, le type d'information et sa présentation à l'utilisateur.
- Définir la démarche pour évaluer le niveau d'erreur.
- Mettre en œuvre la démarche avec un modèle de système simplifié à titre d'exemple.

## Volet 2. Mise en pratique de la démarche et des méthodes sur différents modèles de système

1. modèle de bilan hydrique de la vigne (utilisé comme outil d'aide à la décision, pour le diagnostic et l'expertise).
2. modèle de bilan hydrique (utilisé comme outil d'aide à la décision) et modèle de production de biomasse (utilisé pour la prévision de rendement) de la canne à sucre à la Réunion.
3. modèle bio-décisionnel de culture du maïs (utilisé pour la recherche de stratégies optimales de conduite de l'irrigation en volume limité).
4. analyse de cycle de vie de l'exploitation laitière (utilisé pour faire un diagnostic des impacts environnementaux et identifier des systèmes innovants sur le plan environnemental).
5. modèles technico-économiques du blé tendre (utilisés pour l'optimisation économique des techniques culturales).
6. Outil de prévision des périodes favorables à l'installation et au développement de la rouille du poireau (utilisé pour la protection raisonnée des cultures).
7. modèle de fonctionnement de l'arbre couplé au développement d'un ravageur foliaire du pommier (utilisé pour la recherche d'architectures défavorables au ravageur et la prévision des impacts du changement climatique).
8. modèle de culture SUNFLO V1 – UMT Tournesol (utilisé pour la simulation de la réponse des variétés de tournesol à l'environnement et à la conduite de culture).
9. modèle de prévision du rendement de betterave sucrière - Prévivet
10. modèle de prévision de la Septoriose du blé - Septolis

## Volet 3

- Volet 3. Synthèse concernant les pratiques d'évaluation et les indicateurs du niveau d'erreur. Conséquences pratiques sur les utilisations des modèles de système. (12 mois)
  - Synthèse des méthodes applicables et des pratiques pour différents cas d'utilisation.
  - Synthèse des différentes méthodes d'évaluation des erreurs de prédiction
  - Synthèse des informations choisies pour indiquer le niveau d'erreur d'un modèle.
  - Réflexion sur les conséquences de la communication d'une information sur l'erreur de prédiction sur l'utilisation de modèles de système.

# Présentation du séminaire

- **Donner un aperçu des principaux résultats**
  - Sélection de travaux
- **Mener une réflexion collective sur les conséquences sur l'utilisation et la conception des modèles**
- **À destination d'un public plus large que les participants au projet**
  - Une quarantaine d'inscrit avec la moitié d'extérieur

# Présentation de la journée matin

10h00	Evaluation et analyse d'incertitude des modèles en agronomie et pour l'élevage. De quoi parle t'on ? Introduction pédagogique et présentation des objectifs du projet. François Brun (ACTA), Daniel Wallach (INRA), David Makowski (INRA), François Piraux (Arvalis – Institut du Végétal)
10h20	Vue d'ensemble des cas d'étude traité selon une grille commune (familles de méthodes). François Brun (ACTA)
10h40	Zoom. Quelle procédure pour calculer l'incertitude associée à des approximations des variables d'entrée d'un modèle de bilan hydrique de la vigne ? Duo Sébastien Roux (INRA) et Xavier Delpuech (IFV)
11h15	pause
11h30	Zoom. Estimation de l'incertitude dans les analyses de cycle de vie en élevage : difficulté lié aux nombres de paramètres et apport de l'analyse de sensibilité. Marion Ferrand (Institut de l'Elevage)
12h05	Zoom. Quelles incertitudes sur les prédictions de la biomasse aérienne et du bilan hydrique d'une culture de canne à sucre ? Philippe Letourmy (CIRAD) et Eric Gozé (CIRAD)
12h40	repas

# Après-midi

14h00	Zoom. Evolution des rendements de culture à différentes échelles : estimation des tendances passées et futures en tenant compte des incertitudes. David Makowski (INRA), Lucie Michel (ACTA-INRA), François Piraux (Arvalis – Institut du Végétal)
14h35	Zoom. Evaluation de l'incertitude lors de l'utilisation d'un modèle pour comparer les stratégies d'irrigation du maïs. Bernard Lacroix (Arvalis – Institut du Végétal) et François Brun (ACTA)
15h10	pause
15h30	Présentation des valorisations à disposition de la communauté François Brun (ACTA)
15h50	Discussion avec la salle. Quelles conséquences de la mise à disposition d'informations sur la fiabilité des modèles pour les utilisateurs ? Quel intérêt d'associer un niveau d'erreur aux modèles dans un processus de prise de décision ? Quelles conséquences sur la façon de faire et d'utiliser des modèles pour les Instituts Techniques Agricoles ? Animation : Jacques Wery (Montpellier SupAgro) et Philippe Debaeke (INRA)
16h30	Conclusion/Synthèse. Quels sont les bénéfices pour la communauté de ce projet CASDAR ?
17h00	fin