

# Action 1. Recensement et analyse des projets de modélisation aboutis ou en cours



# Situation du travail

## Le projet de modélisation

- Travaux sur la gestion de projet
  - Formation RMT sur le projet informatique
  - Projet HarmoniCA, Harmonised Modelling Tools for Integrated Basin Management
- ⇒ Spécificités des projets de modélisation du RMT (types d'utilisation, durées des projets)
- ⇒ Mobilisation de compétences très diverses, rarement mobilisables pour un même projet



# Objectif du travail

- Analyser les projets de modélisation des partenaires du RMT modélisation
  - déroulements
  - expériences
  - besoins
- Formaliser la démarche de modélisation
  - en prenant en compte la diversité des objectifs des projets de modélisation
  - en illustrant par les expériences des partenaires



# Démarche

- Constitution d'une grille d'enquête
  - **Proposition d'étapes** pour un projet de modélisation
  - Questions sur le **déroulement réel** du projet, **temps** et nombre de **personnes** impliquées
  - Questions sur les **méthodes** mises en œuvre pour chaque étape
- Les retours d'expérience
  - **22** retours d'enquête
  - **~10** expériences récoltés par ailleurs
  - On a une bonne représentation de la diversité des travaux de modélisation menés par les partenaires du RMT.



# Domaines représentés

Les modèles enquêtés dans le cadre du RMT couvrent une large gamme de domaines :

- protection des cultures
- systèmes de culture
- systèmes d'élevage
- impacts environnementaux

...



# Deux grands types de projet

- Des modèles pour **l'étude de scénario, outils de recherche en partenariat**
  - Modèle accompagnant un **programme de recherche**
  - Contenu scientifique assez **large**
  - Beaucoup d'effort sur la **conception** et l'**analyse** du modèle
  - Un processus de modélisation **plus itératif**
- Des modèles pour **le conseil, l'aide à la décision**
  - Modèle répondant à une **question pratique précise**
  - Contenu scientifique plus **ciblé**
  - Effort sur **l'évaluation** et la **diffusion** du modèle



# Modèles pour l'étude de scénarii

Source	Domaine	Institut	Projet de modélisation
enquête	C	CETIOM-INRA	Prévision du rendement et de la teneur en huile du colza d'hiver
enquête	C	CETIOM-INRA	SUNFLO, modèle de culture génotypique pour le tournesol
autres	C	INRA, ARVALIS	MODERATO, Outil d'aide à la conception de stratégies d'irrigation pour le maïs
enquête	T	INRA	PARIS. Etude des interactions alimentaires et spatiales entre un troupeau de ruminants et un couvert herbacé hétérogène
enquête	T	IE	Outil de Simulation et MOdélisation de Systèmes d'Elevages (OSMOSE)
enquête	T	INRA	SIMBAL. Etude des relations entre pratiques et performances zootechniques dans les élevages de bovins allaitants
autres	T	INRA	SEBIEN, Simulateur d'Elevages Bovins en Interaction avec l'Environnement
<b>enquête</b>	<b>MC</b>	<b>INRA-CETIOM</b>	<b>SIPPOM : Simulator for Integrated Pathogen POpulation Management</b>
autres	MC	INRA	GENESYSC et GENESYSB (GENe, SYStème de culture, Colza ou Betterave)
enquête	ET	INRA-ITA	MELODIE, Modélisation des Elevages en Langage Objet pour la Détermination de leur Impact Environnemental
enquête	EC	INRA-ITA	AZOSYSTEM, un outil de diagnostic des pertes d'azote à l'échelle pluriannuelle de la parcelle cultivée
enquête	E	IFIP	Modélisation des consommations énergétiques en chauffage et en ventilation dans les bâtiments d'élevage

=> Souvent développés par l'INRA, en collaboration avec les ITA



# Modèles pour le conseil

Source	Domaine	Institut	Projet de modélisation
enquête	M	ITV	Modélisation des maladies cryptogamiques de la vigne
enquête	M	CTIFL	Modèle thrips poireau, CTIFL
enquête	M	CTIFL	Modèle rouille poireau, CTIFL
<b>enquête</b>	<b>M</b>	<b>CTIFL</b>	<b>Mildiou laitue – modèle biologique</b>
enquête	M	CTIFL	Modèle alternariose carotte
enquête	M	CTIFL	Bactériose du Noyer
enquête	M	CTIFL	Modèle Oïdium du fraisier
enquête	M	CTIFL	Thrips californien du pêcher
enquête	M	CTIFL	Carpocapse du pommier
enquête	M	ARVALIS	Modélisation septoriose pour l'aide à la décision
autres	M	ACTA	ACTIV'+ limaces
enquête	T	IE	Simulateur de production d'un troupeau caprin (ATEC)
autres	T	INRA	INRAtion – PrévAlim, logiciel de rationnement pour ruminants
autres	C	ITB	IRRIBET
enquête	C	INRA-ITV	Logiciel de diagnostic de performance de parcelles viticoles à partir d'un bilan hydrique
enquête	E	IFIP	Développement d'un calculateur pour déterminer l'intérêt technico-économique de la méthanisation dans les différents systèmes de productions animales

=> Souvent développés par les ITA, avec une diffusion pour le conseil



# Analyse de la démarche de modélisation

- Deux exemples :
  - **SIPPOM (INRA/CETIOM) : un modèle pour l'étude de scénario**  
Objectif : Développer un outil permettant de représenter les effets des systèmes de culture et de leur agencement dans l'espace sur l'adaptation de populations pathogènes à des résistances spécifiques pour **hiérarchiser des stratégies de contrôle collectif** en fonction de **performances agronomiques, économiques et environnementales**.  
⇒ **Usage : analyse de stratégies**
  - **Mildiou laitue (CTIFL) : un modèle pour l'aide à la décision**  
Objectif : Proposer un modèle de suivi de la population de mildiou de la laitue **pour raisonner les traitements phytosanitaires** (justifier les traitements effectués, ne pas louper de traitement dans des cas de forte pression de maladie et, dans certaines conditions, gagner un traitement)  
⇒ **Usage : prise de décisions en cours de la culture**



# Vue d'ensemble

SIPPOM (INRA)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mise en place	***								
Conception du modèle					***	***			
Réalisation du logiciel						***	***		
Expérimentation	***				***	***	***	***	
Analyse et évaluation								***	
Utilisation								***	
Maintenance								***	***

⇒ Effort sur **l'expérimentation pour la construction** du modèle, la **conception du modèle** et la **réalisation du logiciel** (travail de thèse)

Mildiou Laitue (CTIFL)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
mise en place	***						
conception du modèle		***					
réalisation du logiciel			***				
Expérimentation			***				
Analyse et évaluation			***	***	***	***	***
Utilisation				***	***	***	***
maintenance				***	***	***	***

⇒ Effort sur **l'évaluation du modèle** et sa mise à disposition des **utilisateurs**



# Étape 1: mise en place

	SIPPOM	Mildiou Laitue
Objectif	Outils pour l'analyse de stratégies	Outils d'aide à la décision
Utilisateurs visés	Chercheurs, Ingénieurs ITA Utilisation pour des études	Conseillers, Producteurs Utilisation fréquente, en cours de campagne
Partenaires	INRA, CETIOM	CTIFL, INRA, SILEBAN, SERAIL
Historique	Certains modules existaient déjà	Expériences d'autres outils de prévision de maladie



# Étape 2: conception du modèle

	SIPPOM	Mildiou Laitue
Les variables d'états	Développement de la maladie État de la plante Fraction de gènes de résistance dans la population	Développement de la maladie
Les variables d'entrés	Données climatiques Organisation spatiale culture Structure génétique de la population de pathogène Paramètres économiques	Données climatiques Innoculum initial
Prise de décision	-	Recommandation de traitement à chaque nouvelle génération de production de spore
Origine des équations	Sous modèles existant Travail de couplage	bibliographie
Écriture informatique	Mathematica	Moteur de calcul EXCEL Interfaçage avec une application web (INOKI)



# Étape 3: estimation des paramètres

	SIPPOM	Mildiou Laitue
Paramétrage	Issus de la bibliographie, ou estimation à partir d'expérimentation dédiées	Issus de la bibliographie



# Étape 4: analyse et évaluation

	SIPPOM	Mildiou Laitue
Analyse de sensibilité	Sur les sous modèles	-
Évaluation	Difficile à expérimenter Évaluation des sous modèles	Expérimentation dédié Comparaison date prédite de libération des spores avec les pics de spores piégés, Efficacité des décisions (rendement et dégât)



# Étape 5: utilisation du modèle

	SIPPOM	Mildiou Laitue
Diffusion	Programme à installer	Application web accessible aux utilisateurs
Méthode d'utilisation	Formation des utilisateurs Utilisation pour des études	Utilisation en cours de campagne
Données pour l'utilisation	À renseigner par l'utilisateur, dans le format requis	Données météos disponibles Données de l'exploitation à renseigner (peu)
Modification du programme	L'utilisateur peut le modifier	L'utilisateur ne peut pas le modifier directement



# Étape 6: évolution du modèle

	SIPPOM	Mildiou Laitue
Évolution du modèle	<p>Le développement du modèle se poursuit</p> <p>Les modification du modèle sont fréquentes au cours du projet</p> <p>Itération principale : en cours de conception et d'écriture du modèle</p>	<p>Le développement du modèle est fini,</p> <p>Le modèle est modifié seulement si l'évaluation n'est pas satisfaisante</p> <p>Itération principale : évaluation - conception</p>



# Conclusion

- Deux modèles pour la protection des cultures
  - Des usages très différents
    - Étude de cas / Conseil directe
  - Un travail de modélisation assez différent
    - La conception du modèle
    - Le travail informatique
    - L'évaluation du modèle
- Vers une généralisation de la démarche ?
  - Globalement la même démarche
  - Les mêmes méthodes à disposition



# Généralisation

## 1. Mise en place du projet

- 1.1 Définir le problème et les objectifs
- 1.2 Expression des besoins en terme de modélisation et d'informatiques
- 1.3 Documentation du travail de modélisation

## 2. Organisation du projet

- 2.1 Évaluer les besoins en terme de personnel et de financement
- 2.2 Organiser le travail sur la durée du projet
- 2.3 Définir le partenariat

## 3. Conception du modèle (équations, concepts)

- 3.1 Modèle conceptuel
- 3.2 Choix d'un programme de modélisation
- 3.3 Choix d'une discrétisation (espace et temps)
- 3.4 Implémentation du modèle

## 5. Utilisation du modèle

- 5.1. Diffuser le modèle
- 5.2. Faire des simulations
- 5.3. Analyser et interpréter les résultats
- 5.4. Diffuser les résultats de simulation

## 4. Analyse du modèle

- 4.1 Analyse de sensibilité
- 4.2. L'analyse de l'incertitude du modèle
- 4.3. L'évaluation du modèle

## 4. L'estimation des paramètres



# Valorisation

- Document formalisant le déroulement d'un projet, avec les méthodes disponibles, illustré par les expériences
    - À destination des modélisateurs du réseau
    - Les aider à mener leurs projets de modélisation
    - Partager les expériences
  - Publication comparaison des deux types de modélisation
- ⇒ Implication de l'ensemble des partenaires pour ce travail

