

## **Séminaire « Utilisation de la modélisation pour les Instituts techniques agricoles des filières animales »**

**Le 22 novembre 2011 à Paris**

### **Compte rendu et suites à donner**

Organisation conjointe entre le RMT modélisation ([www.modelia.org](http://www.modelia.org)) et le réseau Atmosphère (Animation Transversale Modélisation Systémique du département PHASE).

Les présentations et le dossier des participants (avec notamment les résumés des interventions) sont disponibles sur [www.modelia.org](http://www.modelia.org) (avec enregistrement audio) :

<http://www.modelia.org/moodle/course/view.php?id=50>

Rédacteurs : François Brun, Florence Garcia-Launay, Jeanne Guégan, Carlos Lopez

### **Description et objectif du séminaire**

Ce séminaire avait pour objectif de faire un état des lieux des travaux collaboratifs de modélisation impliquant les Instituts Techniques Agricoles des filières animales et la recherche agronomique (INRA). Il visait notamment à identifier les facteurs de réussite de ces collaborations ainsi que les attentes des ITA et de l'INRA. En sortie du séminaire, nous cherchions à identifier les animations communes et les moyens à mettre en œuvre pour améliorer la pratique de la modélisation.

Le séminaire s'est déroulé en 3 parties :

**1) Identification des facteurs de réussite et des verrous : exemples et discussion**

**2) Nouvelles orientations de l'INRA et des ITA et futures collaborations**

**3) Les animations communes et les moyens à mettre en œuvre**

### **Comité d'organisation**

- RMT modélisation : François Brun (ACTA), David Makowski (INRA), François Piroux (ARVALIS – Institut du végétal)
- Atmosphère (INRA-PHASE) : Florence Garcia-Launay, Olivier Martin
- Instituts techniques agricoles des filières animales : Carlos Lopez (IDELE - Institut de l'Élevage), Michel Marcon, Alexia Aubry (IFIP – Institut du porc), Isabelle Bouvarel (ITAVI)
- Communication et logistique : Marie-Florence Arzeux, Marie-Christine Sela-Paternelle

### **Participants**

Le public était constitué pour l'essentiel d'ingénieurs des Instituts Techniques Agricoles des filières animales et de chercheurs ou ingénieurs modélisateurs de l'INRA-PHASE

33 présents (INRA-Université-AgroParisTech : 14, ACTA : 3, IDELE : 6, ARVALIS : 4, IFIP : 3, ITAVI : 2, UNCEIA : 1)

### **Programme**

Le séminaire était construit autour d'exposés courts et de plusieurs temps de discussion.

- Introduction à la journée : objectif et programme : David Makowski (INRA) et François Brun (ACTA, le réseau des instituts des filières animales et végétales)
- Deux types d'outil de modélisation pour le développement agricole dans les filières animales ? Daniel Wallach (INRA) et François Brun (ACTA)

#### **Partie I : Identification des facteurs de réussite et des verrous : exemples et discussion**

- MELODIE, impact environnemental des exploitations porcines et/ou bovins lait (IFIP-Institut du porc-IDELE-INRA) : points de vue croisés des partenaires. Le projet et le

## Utilisation de la modélisation pour les Instituts techniques agricoles des filières animales

modèle : Philippe Faverdin (INRA). Une utilisatrice : Sandrine Espagnol (IFIP-Institut du porc)

- SITEL, simulateur de troupeau en élevage laitier (IDELE-INRA) : Laure Brun-Lafleur (Institut de l'Élevage) et Philippe Faverdin (INRA).
- BEEFBOX, un outil de simulation des performances et des carcasses de jeunes bovins en engraissement (ARVALIS-Institut du végétal-IDELE-INRA) : Florence Garcia (INRA) et Alexis Ferard (ARVALIS-Institut du végétal)
- Une expérience des travaux de modélisation à l'Institut de l'Élevage : avancées et problèmes rencontrés : André Le Gall (Institut de l'Élevage)
- Transfert de polluants organiques persistants vers l'œuf de poule (ITAVI-INRA) : Agnès Fournier (INRA - URAFPA) et Angélique Travel (ITAVI)
- Prise en compte de la variabilité de la réponse individuelle au sein du modèle InraPorc qui simule la réponse du porc moyen à différentes conduites alimentaires (IFIP-Institut du porc-INRA) : Bertrand Vautier (IFIP-Institut du porc)

**Partie II : Nouvelles orientations de l'INRA et des ITA et futures collaborations**

- La modélisation dans le département PHASE de l'INRA : pourquoi et comment ? Jean-Baptiste Coulon (INRA) et Florence Garcia-Launay (INRA PHASE)
- Pratiques actuelles de modélisation dans les Instituts techniques agricoles des filières animales (IDELE-IFIP-Institut du porc-ITAVI) : Yvon Salaün (IFIP-Institut du porc)

**Partie III : Les animations communes et les moyens à mettre en œuvre**

- Les interactions entre modélisation et expérimentation dans les ITA des filières animales : Jeanne Guégan (ACTA)
- Synthèse des facteurs de réussite et des verrous ; pistes pour les animations communes : Carlos Lopez (Institut de l'Élevage)
- Discussion sur les suites à donner et conclusion

**Synthèse des verrous et des facteurs de réussite**

Attentes et besoins	
<p>+ Un contexte favorable ou sensible. (Environnement, développement durable [MELODIE, « InraPorcPop »], Levée des quotas, volatilité intrants alimentaires [SITEL], Risques alimentaires [ModPOP])</p> <p>+ Une convergence des attentes. (Données (ARVALIS) + modèle mécaniste (INRA) [BEEFBOX])</p>	
Les moyens	
<p>+ Une pluridisciplinarité des équipes, une complémentarité des compétences [MELODIE, SITEL, BEEFBOX, ModPOP, InraPorcPop]</p> <p>+ Des structures favorisant les échanges (UMT, RMT, pgm CASDAR, ATMOSPHERE) [MELODIE, SITEL, ModPOP, InraPorcPop]</p> <p>+ Un environnement informatique favorable [MELODIE, SITEL, ...]</p> <p>+ Thèses (CIFRE)</p> <p>+ Au moins une personne-ressource à temps plein [BEEFBOX, ModPOP, InraPorcPop]</p> <p>+ Proximité géographique [MELODIE, SITEL, InraPorcPop]</p>	<p>- Pérennité des moyens humains. Se donner les moyens de pouvoir utiliser les outils construits [MELODIE, BEEFBOX, InraPorcPop]</p>
Les modèles	
<p>+ Des échelles d'intérêt en cohérence avec les objectifs des projets [MELODIE, SITEL]</p> <p>+ Des couplages possibles (Modèles – Données ; Modèles – Modèles) [MELODIE, SITEL, BEEFBOX]</p> <p>+(- ?) Des modèles préexistants [BEEFBOX,</p>	<p>- Adéquation entre modèle et outil, quel compromis ? [MELODIE ...] ... cf. OUTIL</p> <p>- Maîtrise du couplage des sous-modèles [MELODIE, ...]</p> <p>- Non exhaustivité du modèle (mécanismes non connus) [ModPOP, ...]</p>

## Utilisation de la modélisation pour les Instituts techniques agricoles des filières animales

InraPorcPop] + capacité du modèle à évoluer [MELODIE, ...] + Diversité des sorties [MELODIE, ...] + (Associer un niveau d'erreur aux sorties du modèle) + (Modélisation, le seul outil [MELODIE, EV])	- Limite de validité des modèles [MELODIE, ModPOP ...] - Travail avec modèles dynamiques complexes [MELODIE, SITEL, ...] - Comportement du modèle difficile à explorer [MELODIE, ...] - Un grand nombre de sorties à synthétiser. Comment résumer de façon pertinente ? conséquences sur l'outil ? Quelle information venant du modèle intégrer dans l'outil ?...
<b>Les données et bases de connaissances</b>	
+ Existence de base de données et de références (référentiels, abaques, outils...) [MELODIE, SITEL, BEEFBOX, InraPorcPop]	- Qualité des données hétérogènes (sources diverses, problèmes de formats...), rareté des données utiles [BEEFBOX, ModPOP, InraPorcPop, ...]
<b>Les outils</b>	
+ Environnement informatique et ressources humaines suffisantes [MELODIE, SITEL, BEEFBOX, ...] + Définition claire des limites de l'outil [BEEFBOX]	- Passage du modèle à l'outil: passage critique ... [BEEFBOX, ...] (beaucoup de variables d'entrée à renseigner)... - Quel environnement informatique optimal? [MELODIE, SITEL, ...] - Temps de calculs non compatibles avec les contraintes de son utilisation (OAD) [SITEL ...] - Réalisation de l'outil: investissement en temps non négligeable [...] (connexions avec le modèle, le cahier des charges et les moyens) - Maintenance de l'outil [...]
<b>Les aspects contractuels</b>	
+/-Les problèmes de propriétés intellectuelles au niveau des données, des modèles, des outils ... [MELODIE, BEEFBOX, ...]	

## Eléments de discussion

### La complexité grandissante de modèle

Avec les différents exemples présentés, on fait le constat d'une complexité grandissante des modèles construits actuellement. Cette complexité a pour origine à la fois **le couplage de différents modèles** (ex. MELODIE, SITEL) afin de se placer à une échelle spatiale supérieure et pour aborder des questions pluridisciplinaires et la prise en compte de la **variabilité individuelle** (ex. InraPorcPop, SITEL) qui semble particulièrement importante à prendre en compte dans le cas de l'élevage. Ainsi, il est mis en avant que de plus en plus des modèles, qui même s'ils ont été construits dans un objectif précis, peuvent répondre à d'autres objectifs.

Une fois conçu le modèle constitue un **véritable « état de l'art » partagé entre les concepteurs** de ce que l'on connaît du système auquel on s'intéresse : c'est un point particulièrement positif de ce travail de modélisation.

Cette montée en complexité n'est pas sans poser question que cela soit technique (informatique), mais surtout scientifique : il faut désormais une **vraie réflexion sur l'exploration des résultats de simulation et des méthodes appropriées à ces modèles complexes, le besoin de synthèse des sorties**. Cette augmentation de la complexité doit aussi amener les concepteurs à **évaluer l'intérêt de la représentation choisie pour l'objectif fixé** dans le modèle afin d'éviter d'aller vers toujours plus de complexité, possible grâce aux moyens informatiques, mais réellement problématique d'un point de vue scientifique, puis opérationnel.

Il y a aussi un intérêt à avoir à disposition un certain nombre de modules sous une forme informatique appropriée afin de limiter les développements pour un nouveau projet.

### Les compétences et la pérennité des moyens humains

Il semble que les ingénieurs des ITA ne partagent pas encore suffisamment une culture commune de modélisation dynamique (masse critique en terme de personnes ressources et d'activité à

Utilisation de la modélisation pour les Instituts techniques agricoles des filières animales (atteindre ?) et une partie des personnes fortement impliquées dans la conception et l'utilisation sont des personnes recrutées dans le cadre de CDD, notamment de thèse. Quand le CDD se forme à la modélisation cela doit être l'occasion pour l'encadrant zootechnicien de se former suffisamment aux outils utilisés et produits afin de faciliter le passage de relais. La documentation accompagnant les modèles est encore souvent insuffisante. Il se pose réellement **la question d'une appropriation pérenne par les ITA des outils de modélisation** co-construits avec l'INRA.

### Passage à l'outil

Le passage d'un modèle et son simulateur (« cœur » ou « moteur ») à un outil utilisable en dehors du cercle des concepteurs n'est jamais automatique. Quelques pistes pour faciliter la lecture des résultats et fournir une information utile à l'agriculteur : la création d'indicateur à partir des sorties, la mise à l'échelle temporelle appropriée (flux annualisés), éviter les agrégations pour faciliter l'interprétation, ... Une autre possibilité est de construire des référentiels et abaques à partir de ces outils de modélisation qui seront plus faciles à utiliser.

Même s'il peut y avoir plusieurs outils différents à partir d'un même « cœur de modélisation », il faut **bien préciser l'objectif de chaque outil et la façon dont il sera utilisé** : il peut y avoir des profils d'utilisateurs très différents (utilisation par agriculteur *versus* utilisation par expert).

### La question de l'évaluation des modèles.

La question de l'évaluation quantitative et formelle des modèles pour l'élevage peut sembler secondaire pour certains modèles, mais cela semble lié à complexité du modèle. Il est difficile d'évaluer de manière exhaustive un modèle d'exploitation tel que MELODIE (variable non observable et pas de temps). Mais, quand c'est possible les sous-modèles doivent être évalués. Sinon, les modélisateurs vérifient essentiellement que les résultats ne sont pas aberrants et mobilisent leur expertise ou d'autres données pour vérifier la cohérence des résultats : cela pourrait aussi être profitable de mieux formaliser cette évaluation qualitative. La question de l'évaluation semble plus prépondérante lorsque l'outil vise à être plus largement diffusé, ainsi la question de l'évaluation semble plus formalisée dans le cadre de BeefBox que dans les autres exemples présentés.

Par ailleurs, lorsqu'on va coupler différents modèles on va embarquer les erreurs de chaque module, ainsi que dans les processus de décisions simulés par le modèle : cela devient assez difficile d'évaluer formellement le modèle dans son ensemble (dynamique + prise de décision).

Il faut aussi d'autres types d'expérimentation comme des expérimentations systèmes pour évaluer ces modèles. En effet, il devient difficile d'avoir de l'expérimentations factorielles combinant de manière exhaustive les facteurs, avec un suivi très complet du système.

### Expérimentation virtuelle

Ces outils sont souvent mis en avant pour réaliser des expérimentations *in silico*.

Un attendu des modèles de système dynamique est notamment la capacité de générer des résultats « surprenants » liés à l'apparition de propriétés émergentes. Visiblement, on a assez peu d'exemples concrets de « découverte » à partir de ces modèles. Un exemple, un peu négatif, est un phénomène de compensation qui fait que des mécanismes ayant des effets individuels assez forts, n'ont finalement plus beaucoup d'importance lorsqu'ils sont inclus dans un même système.

### Suites à donner

A notre disposition, on peut identifier les leviers d'action suivants : 1) **Favoriser les échanges** : Séminaires (RMT MODELIA, ATMOSPHERE...), 2) Identifier des besoins en **formation** auprès des chercheurs et ingénieurs, 3) apporter une **aide individualisée** (Dispositif Individualisé d'Échange sur Modèles et Méthodes – DIEMM, ...)

Utilisation de la modélisation pour les Instituts techniques agricoles des filières animales

Mais il faut aussi mentionner les **autres leviers du ressort de chaque institut ou projet, comme avoir des moyens en cohérence avec les objectifs du projet pendant la phase de développement et pour l'utilisation et la maintenance des outils produits ...**

### **Animation INRA-ITA « modélisation et élevage »**

Ce premier séminaire commun entre ITA et INRA sur modélisation et élevage nous semble avoir atteint son objectif pour favoriser les échanges sur ce sujet, sachant que thème par thème les acteurs en présence ont l'occasion de se rencontrer. On s'est aussi rendu compte d'un certain foisonnement des travaux de modélisation au sein de l'INRA : une partie n'est certainement pas connue des ITA. L'idée est de continuer les échanges à l'occasion de prochains séminaires, ateliers ou formation, mais en proposant des animations plus ciblées sur des sujets identifiés en 2012-2013.

**=> Plusieurs possibilités sont identifiées. Nous allons initier la réflexion et voir quels sont les sujets à mener en priorité.**

### **Autour du « passage d'un modèle à l'outil »**

Sous forme d'un séminaire pour partager expérience. Une possibilité est d'y joindre les éditeurs de logiciel pour avoir leur perception. A noter aussi la création de l'Association AFIA, association française d'informatique agricole (G. Waksman) qui peut être co-organisateur.

### **Propriété intellectuelle : la question des modèles, bases de données et logiciels.**

Il s'agit d'amener une information aux ingénieurs et chercheurs pour les sensibiliser à cette question de la propriété intellectuelle pour les objets particuliers que sont les modèles, les bases de données et les logiciels. Il y a aussi la question soulevée du développement par des non permanents.

On peut solliciter : les services compétents INRA, mais aussi d'autres personnes (travail sur les licences RECORD : Nathalie Rouse/Chantal Bailly). A noter aussi la relance de l'AFIA (Association Française Informatique Agricole) qui pourrait co-organiser cela avec nous.

**=> Organiser une journée séminaire-information « passage d'un modèle à l'outil : expériences, réflexions et propriété intellectuelle ». Courant 2012 ?**

### **Exploitation des sorties des modèles**

Avec les modèles de système complexe, l'utilisateur fait face une difficulté pour l'analyse des résultats. Il n'y a pas de formation possible (car personne n'a vraiment la solution), par contre plusieurs groupes de modélisation se pose des questions similaires, autant en animal qu'en végétal. Ressources, pour des exemples : Mélodie + thèse Grégoire Talbot (méthode RYD).

**=> Organiser un atelier d'échange d'expériences et de discussion, ayant pour objectif de dégager des éléments pour une démarche commune afin de faciliter. Courant 2012 ?**

### **Exploration de modèles**

Il existe déjà des formations complètes sur l'exploration de modèle (Réseau MEXICO : reseau-mexico.fr) et une prochaine formation de quelques jours sera organisée courant 2012. Mais on pourrait les mobiliser pour construire une formation plus réduite (1 journée par exemple) sur la définition de scénarios et l'élaboration de plan d'expérience virtuel (ressources : Olivier Théron pour scénario, Hervé Monod pour plan d'expérience)

**=> Prendre contact avec des personnes ressources et approfondir la réflexion sur l'organisation d'une telle formation (pas avant 2013).**

### **Outils et plateformes de modélisation**

On peut prévoir une présentation des différentes possibilités et notamment de la plateforme RECORD (choix INRA de différents départements dont PHASE).

Utilisation de la modélisation pour les Instituts techniques agricoles des filières animales

**=> A discuter avec RECORD notamment, mais attendre que le déploiement intra-INRA notamment au sein du département PHASE soit plus avancé.**

### **Comment on communique à partir des résultats d'un modèle ?**

La question de la communication des résultats de simulation à des utilisateurs finaux est importante et pourrait aussi faire l'objet d'une réflexion de notre part. Deux pistes : mieux sensibiliser les utilisateurs à ce qu'est un modèle (pédagogie) et associer des indicateurs de fiabilité (d'incertitude) sur les sorties proposées (transparence).

**=> Continuer cette réflexion.**

### **Autres activités déjà prévues dans le cadre du RMT modélisation**

Formation « introduction aux méthodes mathématiques et statistiques pour les modèles dynamiques en agronomie et pour l'élevage ». Automne 2012 (à confirmer).

<http://www.modelia.org/moodle/course/view.php?id=49>

Séminaire « Bien poser sa problématique agronomique à l'aide de la modélisation conceptuelle ». Courant 2012 (à préciser, avec Laurent Pérochon notamment)