

Séminaire « Modélisation pour la protection raisonnée »

Le 21 mai 2008, au CTIFL à Paris

Compte rendu

Organisation conjointe entre le RMT modélisation et le réseau PIC/PI INRA.

Animé par Jean-Noël Aubertot (INRA, EA) et Hervé Escriou (ITB)

L'ensemble des présentations est disponible sur www.modelia.org (avec enregistrement audio) :
<http://www.modelia.org/moodle/course/view.php?id=27>

Rédacteurs : François Brun, Jean-Noël Aubertot, Hervé Escriou

Description et objectif du séminaire

L'objectif de cette rencontre est de faire le point sur la modélisation pour la protection raisonnée et de favoriser les échanges méthodologiques sur cette question entre les participants.

Le séminaire s'est déroulé en 3 parties :

1) Point sur les travaux passés et en cours sur la protection raisonnée, à l'INRA, à la PV, et dans les structures du développement ;

2) Analyse détaillée d'un exemple concret : cas du modèle «mildiou de la laitue» présenté par le CTIFL. L'intérêt de cet exemple est de pouvoir comparer deux approches : l'une est basée sur la connaissance du cycle biologique du champignon pathogène responsable de la maladie ; l'autre est basée sur une approche statistique. De plus, il permettra d'illustrer l'incorporation de données temps réel pour recalibrer le modèle.

3) Réflexion collective à partir de l'exemple présenté sur des questions méthodologiques génériques. L'objectif de la réflexion est d'identifier quelques questions prioritaires et de proposer des moyens à mettre en œuvre pour y répondre. A titre illustratif, voici des exemples de question qui pourraient être posés :

- peut-on améliorer la manière dont les modèles sont utilisés pour raisonner les traitements phytosanitaires ?
- si oui, comment faire ?
- comment mieux prendre en compte les états de peuplement dans ce type de modèle ?
- comment la notion de risque est-elle intégrée dans ce type de modèle ?
- peut-on tirer partie des prévisions météorologiques avec ce type de modèle ?
- si oui, comment faire ?
- quels sont les usages possibles, imaginés et réalisés de ces modèles ?

Outre les échanges entre les participants, une sortie attendue de cette rencontre est la rédaction d'un rapport synthétique faisant état des réflexions développées au cours du séminaire et proposant des pistes pour explorer les questions prioritaires qui auront été identifiées.

Tour de table :

Agnès Champeil (ITB)	champeil@itbfr.org
Alice Couteux (ACTA)	Alice.Couteux@acta.asso.fr
André Chabert (ACTA)	Andre.Chabert@acta.asso.fr
Aurélien Radix (CTIFL)	radix@ctifl.fr
Bertrand Leger (INRA/CEMAGREF)	Bertrand.Leger@bordeaux.inra.fr
Christophe Roubal (DRAF-PACA)	Christophe.Roubal@agriculture.gouv.fr
David Gouache (ARVALIS)	d.gouache@arvalisinstitutduvegetal.fr
François Brun (ACTA)	francois.brun@toulouse.inra.fr

François Lecompte (INRA, EA)	francois.lecompte@avignon.inra.fr
Hervé Escriou (ITB)	herve.escriou@itbfr.org
Jacques Rouzet (DGAL)	jacques.rouzet@agriculture.gouv.fr
Jean-François Samie (CTIFL)	samie@ctifl.fr
Jean-Noël Aubertot (INRA,EA)	Jean-Noel.Aubertot@toulouse.inra.fr
Jérôme Vibert (CTIFL)	vibert@ctifl.fr
Marie Gosme (INRA)	marie.gosme@gmail.com
Michel Maquere (INRA)	Michel.Maquere@rennes.inra.fr
Nicolas Munier-Jolain (INRA)	munierj@dijon.inra.fr
Olivier Naud (CEMAGREF)	olivier.naud@montpellier.cemagref.fr
Simon Clara (CTIFL)	clara@ctifl.fr
Stéphane Lemarié (INRA)	lemarie@grenoble.inra.fr
Vincent Cellier (INRA)	Vincent.Cellier@epoisses.inra.fr

Programme :

9h30-9h40	JN Aubertot	Accueil et introduction
9h40-10h20	H Escriou et al.	Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par les instituts techniques
10h20-10h40	N Munier-Jolain	Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la recherche. Exemple 1 : Decid'herb
10h40-11h00	O Naud & B Léger	Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la recherche. Exemple 2 : processus opérationnel de décision pour la protection phytosanitaire, cas de la vigne
11h00-11h20	S Lemarié	Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la recherche. Exemple 3 : travaux en économie
11h20-11h40	J Rouzet	Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la Protection des Végétaux
11h40-12h00	C Roubal	Validation de modèles discussion et exemples: EVA et Tordeuses
13h30-15h30	S Clara	Analyse détaillée d'un modèle : cas du modèle «mildiou de la laitue» développé par le CTIFL
15h30-17h00	Tous	Réflexion collective sur l'identification des questions prégnantes sur la modélisation pour la protection raisonnée et sur les pistes pour y répondre

Eléments de discussion

1. JN Aubertot Accueil et introduction

2. H Escriou. Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par les instituts techniques

Illustration avec les travaux menés par l'ITB.

Q. JN Aubertot : Y a-t-il un a priori/ une préférence dans le choix des formalismes mécanistes versus /statistiques ?

R. H Escriou : Non. Mais il y a la contrainte des entrées devant être facilement accessibles qui est très forte pour les modèles opérationnels.

3. N Munier-Jolain. Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la recherche. Exemple 1 : Decid'herb

Le concept de « seuil d'intervention » est non adapté au problème de gestion des adventices (effet d'accumulation pluriannuel, ...). DECID'Herb est un système expert. Le formalisme adopté est une arborescence logique faisant appel à la logique floue. C'est la méthode interactive de Van Der Potten (Université Paris Dauphine) qui a été utilisée. DECID'Herb n'est pas un outil de prévision à long terme (comme l'est FLORSYS développé dans la même équipe).

Q. O Naud : Est-il nécessaire de maintenir DECID'HERB ?

R N Munier Jolain : Oui. Le système expert doit être maintenu pour tenir compte de l'évolution des connaissances et des techniques. L'outil en lui-même nécessite également une maintenance informatique de manière à rester opérationnel.

Q. Comment valide-t-on un système expert ?

R. On ne sait pas.

4. O Naud & B Léger. Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la recherche. Exemple 2 : processus opérationnel de décision pour la protection phytosanitaire, cas de la vigne

Travaux développés dans le cadre de la thèse de B Léger. Travail passé d'O. Naud en recherche sur le machinisme agricole, ce qui explique certaines méthodologies.

Q. JN Aubertot : Le consensus sous-jacent n'est-il pas source d'erreur ?

R. B Leger : Pour étudier la sensibilité des sorties aux connaissances introduites dans le système, il faudrait un modèle de développement épidémique combiné à un modèle de développement de la plante, ces modèles ne sont pas disponibles.

Q. J Rouzet : Quels sont les utilisateurs de cet outil ?

R. O Naud : Pour l'instant, ce sont des Chambres d'Agriculture qui utilisent ce système.

5. S Lemarié. Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la recherche. Exemple 3 : travaux en économie

Dans cet exposé, les questions relatives à l'évaluation multicritère ne sont pas abordées. Un seul critère sera pris en compte : la performance économique au travers d'un indicateur simple tel que la marge brute. Le modèle utilisé est très simple. C'est en fait la procédure d'optimisation qui est intéressante.

Q. Quid de la question de l'aversion au risque ?

R. S Lemarié : Il y a beaucoup de travaux mais pas forcément dans ce domaine.

Q. F Lecompte : Y a-t-il une réflexion sur la prise en compte du coût environnemental pour la société dans ce type d'approche ?

R. S Lemarié : il existe des travaux en économie sur les ressources en propriété commune, mais les approches présentées ne portent, à ma connaissance, que sur un unique critère économique (la marge brute).

6. J Rouzet. Modélisation pour la protection raisonnée : approches développées par la Protection des Végétaux

7. C Roubal. Validation de modèles discussion et exemples: EVA et Tordeuses.

Une question importante à se poser lorsque l'on développe un modèle est l'identification de l'utilisateur. Il existe notamment une demande forte des utilisateurs quant à la facilité de mise en œuvre des modèles car ils disposent de peu de temps pour rédiger les bulletins d'avertissement.

8. S Clara. Analyse détaillée d'un modèle : cas du modèle «mildiou de la laitue» développé par le CTIFL

Cet exposé est différent des autres car il s'agit d'effectuer un exercice de décorticage d'un modèle. L'intervention se veut interactive, elle sert de support à un jeu de question-réponse (durée : 1h30-2h00).

Q. : Combien de traitements sont effectués au cours d'un cycle cultural ?

R. S Clara : Il y a en moyenne 5 traitements sur 40 jours, avec un délai avant récolte de 15 à 20 jours.

Q. : Quel outil informatique utilisez-vous ?

R. S Clara : Le moteur de calcul est implémenté sous Excel : la mécanique est moins lourde, notamment pour les tests.

Q. : Avez-vous réalisé une analyse de sensibilité du modèle ?

R. S Clara : Non. Par rapport à d'autres travaux de modélisation, nous sommes moins pointus sur certains aspects : nous n'avons pas effectué d'analyse de sensibilité. Par ailleurs, les paramètres biologiques n'ont pas été recalculés en 2007.

Q JN Aubertot : Quelle est la forme de conservation du parasite ?

R. S Clara : Le champignon se conserve sur les déchets de la culture précédente ou sur les laitues en culture. Comme il y a une production de laitue tout au long de l'année, l'inoculum n'est jamais limitant ! En fait, la forme de conservation de ce parasite obligatoire demeure mal identifiée.

Présentation de BREMCAST, modèle à points DSV

Il s'agit d'un modèle pré-existant. Des professionnels (SILEBAN/SERAIL) nous ont demandé d'améliorer l'ergonomie de l'outil. L'outil est basé sur un croisement empirique entre différents critères pour donner le DSV du jour avant cumul. La feuille de calcul XLS où le calcul est réalisé est présentée.

Q. F Lecompte : quelle philosophie, sachant que c'est la phase d'inoculum initiale qui est à éviter et là on renseigne l'apparition d'inoculum.

R : pas forcément observation, mais risque de présence dans la zone de la parcelle.

Q. JN Aubertot : Quelle est la résolution temporelle des données climatique ? Dans certaines colonnes, des minutes apparaissent...

R : Le pas de temps des données climatiques est l'heure, mais le temps est parfois exprimé en minutes pour les calculs.

Remarque de F. Lecompte : Même s'il n'y a pas d'infection, si les conditions météorologiques sont très favorables, le DSV continue de s'accumuler. Il est difficile d'utiliser ce genre de modèle tant que l'on ne sait pas prévoir l'arrivée de l'inoculum primaire.

Présentation du modèle biologique

Il existe ici une procédure de recalage.

Remarque C Roubal : le mildiou du melon est une maladie explosive. Par exemple, on se donne deux cycles sans mildiou dans la zone avant de recaler le modèle. Une attente par rapport au RMT modélisation est de mieux connaître les techniques d'assimilation des données temps réel.

9. Réflexion collective sur l'identification des questions prégnantes sur la modélisation pour la protection raisonnée et sur les pistes pour y répondre

Evaluation de la qualité prédictive

Si la validation a été pensée avant, elle est plus efficace. Ainsi, le choix de variables de sortie facilement mesurables aide grandement à la validation des modèles. On peut citer par exemple la sortie « logarithme du nombre de tache par hectare » pour le mildiou (C Roubal).

Outre la question de la validation des modèles, la question de la robustesse et du domaine de validité se pose également (J Vibert). Le conseil doit être adapté à l'agriculteur (et à sa charge de travail notamment, C Roubal). Il y a aussi des questions juridiques en lien avec la validation : on assume une responsabilité lorsqu'on fournit un OAD (C Roubal).

Aspects méthodologiques-statistiques

Il y a un intérêt pour les questions relatives à l'évaluation, et à l'estimation des paramètres. En pratique on a des contraintes, et des jeux de données incomplets. C'est certes une question générique, mais plus prégnante pour les maladies, car les essais produits sont assez incomplets. Nous souhaiterions valoriser ces essais en utilisant des modèles (D. Gouache).

Sur l'exploitation des données temps réel, il faut noter la tenue d'un séminaire sur ce sujet le 16 juin 2008 dans le cadre du RMT modélisation.

Changement d'échelles

Lorsqu'on change d'échelle (parcelle à région), on passe aussi à un problème de prévision/gestion de plusieurs maladies/agresseurs. Il existe des cas où une maladie A empêche ou limite l'apparition d'une maladie B (H Escriou). Il existe quelques travaux dans le cadre du REX ENDURE sur la représentation des dommages engendrés par bioagresseurs multiples (JN Aubertot).

La question des besoins pilote souvent celle des échelles (S Clara).

Formalisation de la décision

Il y a un intérêt pour modéliser/formaliser le processus de décision. Par exemple, chez Arvalis, il existe un réseau d'ingénieurs qui participent au processus de décision et à l'élaboration de règles de décision, mais il demeure difficile de formaliser l'ensemble du processus de décision (D Gouache).

Un modèle décisionnel nécessite une procédure de validation spécifique (N Munier-Jolain).

Il y aurait certainement intérêt à adopter une approche de co-conception pour cette question (M Gosme).

Expertise

La place de l'expertise dans ces modélisations est posée (J Vibert). L'expertise présente des limites simplement de par l'existence de trous de connaissance. Par exemple, les experts ne sont pas d'accord sur l'effet de l'azote sur les maladies foliaires (D. Gouache).

Au niveau de la PV, il existe des connaissances locales qui ne sont pas exploitées dans un outil intégré car elles n'ont pas de portée nationale. Ces connaissances sont en fait intégrées lors de l'élaboration du bulletin/du conseil (C Roubal).

La question de la responsabilisation de l'expertise est posée : il faut des garde-fous juridiques et informatiques (C Roubal).

Réseau d'observation et données

Au sujet des Avertissements Agricole, la reprise en main par un réseau d'observation pose la question de l'échantillonnage (aspects économiques et représentativité des observations) Il faudrait des clefs méthodologiques pour dimensionner ce réseau (H Escriou).

Une utilisation des modèles peut justement permettre de mieux raisonner l'échantillonnage (J Vibert). Il faut aussi se poser la question des dates et de la fréquence des observations (O Naud).

Produits phytosanitaires : modélisation de l'efficacité, ...

Groupe Modélisation pour la protection des cultures

Comment prendre en compte dans la modélisation la rémanence et les effets des produits sur la maladie ? (O Naud). Il serait intéressant d'approfondir le fonctionnement des produits sur la maladie (H Escriou).

Comment modélise-t-on le risque découlant de la variabilité de l'efficacité des produits ? Par exemple, un agriculteur peut prendre le risque d'effectuer une impasse en désherbage s'il dispose d'une possibilité de rattrapage (N Munier-Jolain).

Les ITA ont un rôle de préconisation des variétés et des produits. Chez Arvalis, les données des essais variétés-produits sont centralisées dans une base de donnée (D Gouache).

Conclusion : choix final des thèmes à approfondir.

La problématique de ce groupe de travail doit être centrée sur les modèles biologiques modélisés ou à modéliser, les aspects purement méthodologiques à portée générique (méthodes pour l'estimation des paramètres, utilisation de données temps réel, méthodes pour l'évaluation de la qualité prédictive, ...) sont en dehors du champ d'activité de ce groupe de travail et sont de toutes façons abordés par d'autres groupes.

La valeur ajoutée de la thématique « Modélisation pour la protection des cultures » doit être d'aborder, comme l'a fait le CTIFL, le cœur des modèles :

- comment représenter le cycle biologique du bioagresseur ?
- quel est le formalisme qui a été retenu et pourquoi ?
- quels sont les moyens qui ont été mis en œuvre pour l'estimation des paramètres (quels jeux de données ont été utilisés ?, des dires d'expert ont-ils été mobilisés ?...)

Le groupe de travail doit être une opportunité pour les participants d'enrichir leur culture de la modélisation en confrontant leurs expériences à d'autres constructions de modèles, d'autres manières de "mettre en équation". De plus, il y a également à partager sur la manière de constituer les jeux de données idoines, que ce soit pour l'estimation des paramètres ou pour l'évaluation de la qualité prédictive et/ou de la qualité décisionnelle.

Finalement, cinq sujets principaux ont suscité l'intérêt des participants, et **cinq pourront faire l'objet d'approfondissements dans le cadre du groupe de travail RMT modélisation/réseau PIC/PI.**

- ➔ La formalisation du processus de décision. Comment représenter la décision ? Il y a un aspect générique et cela rejoint une demande allant dans le même sens lors d'un séminaire sur les systèmes d'élevage (15 octobre 2007). **Ce n'est pas pour l'instant un thème du RMT modélisation, mais cela pourrait l'être prochainement. Ce thème est cohérent avec l'axe 3 du réseau PIC/PI et les sciences humaines et sociales pourraient contribuer à enrichir la réflexion.**
- ➔ Les questions relatives à l'estimation des paramètres, l'évaluation de la qualité prédictive des modèles, l'évaluation de leur qualité décisionnelle, et les méthodes statistiques pour la modélisation en général suscitent un vif intérêt. Pour l'estimation des paramètres, il y a des aspects génériques, mais un point particulier est le cas de valorisation de données pour la modélisation qui n'ont pas été collectés pour cela (cas des essais produits*variétés) : quelles méthodes d'optimisation choisir ? Par ailleurs, il semble intéressant de traiter à part l'évaluation de la qualité prédictive et de la qualité décisionnelle des modèles pour la protection des cultures. Un séminaire intitulé « modèle et données temps réel » a été organisé dans le cadre du RMT modélisation le 16 juin 2008 (<http://www.modelia.org/moodle/course/view.php?id=20>). **Le groupe « modélisation pour la protection des cultures » pourra traiter de manière spécifique la question de l'évaluation des modèles pour la protection des cultures.**
- ➔ **Existe-t-il des formalismes mieux adaptés que d'autres à un type de cycle biologique donné ? Existe-t-il des règles générales ? Quel est l'avis sur la question des malherbologues, des épidémiologistes botaniques, des entomologistes ?**

- ➔ La plupart des modèles utilisés pour la protection des cultures font appel à des variables d'entrée météorologiques. Cependant, il est parfois nécessaire d'avoir recours à l'extrapolation de mesures. **Dans ce cas, quelle méthode utiliser ?** De même, il peut être opportun de modéliser certaines variables climatiques ou micro-climatiques (durée d'humectation, température du sol, température de certains organes, ...). **Quelles sont alors les outils et les méthodes disponibles ?**
- ➔ **Enfin, la question des changements d'échelle pourra également être traitée dans le cadre de ce groupe.**

Par ailleurs, signalons pour mémoire deux autres thèmes importants, mais qui ont été jugés moins prioritaires que les cinq précédents pour ce groupe de travail.

- ➔ Cohérence des observations portant sur les bioagresseurs. Comment quantifier la justesse et la précision des mesures portant sur les pressions biotiques ? Cela dépasse peut être un peu le cadre du RMT modélisation. Le réseau INRA PIC/PI a déjà une action relative à ces questions (axe 2 du réseau PIC/PI). La réflexion conduite au sein du réseau PIC/PI sur ce sujet sera ouverte aux ITA, aux CA et à la PV (cf. le séminaire méthodologique sur la caractérisation des pressions biotiques tenu le 19 mai 2008). **Dans le cadre du groupe de travail « Modélisation pour la protection des cultures », les réflexions autour de ce thème seront uniquement suivies.**
- ➔ **Aucun exemple de développement de modèle purement statistique pour la protection des cultures n'a été présenté lors de ce séminaire. Il serait intéressant de présenter un exemple (réussite ou échec) de cette approche lors d'un prochain séminaire.**