

## **Enjeux informatiques face aux objectifs de transfert et valorisation des résultats de modélisation**

Date : **30 janvier 2009**

Version finale du document produite au titre de **délivrable du RMT** et diffusée sur le site internet <http://www.modelia.org> .

### *Historique (versions antérieures du document) :*

- **Rédaction** : Rapport produit par Nathalie Rousse (INRA, département MIA, UR BIA), ingénieur informatique du RMT. Ce rapport a été discuté en réunion le 4 septembre 2008 entre les informaticiens Marie-Hélène Charron-Moirez (INRA, département EA, UMR AGIR), Laurent Pérochon (INRA, département PHASE, UMR URH), Hélène Raynal (INRA, département EA, unité BIA, projet RECORD) et les animateurs et ingénieurs du RMT, François Piraux (ARVALIS) et Daniel Wallach (INRA, département EA, UMR AGIR), François Brun (ACTA, UMR AGIR) et Nathalie Rousse. Ce rapport a bénéficié de la relecture de Marie-Hélène Charron-Moirez.

**Version datée du 14 novembre 2008** : Version provisoire soumise au comité de pilotage du RMT, où il reste à demander pour l'annexe « 7. » relecture et accord de la part des personnes et projets cités (avant version définitive en tant que délivrable).

- **Version datée du 3 décembre 2008** : Version provisoire en diffusion restreinte pour relecture. Liste des personnes auxquelles cette version du document a été remise pour validation de ce qui est exprimé, à leur sujet ou au sujet de leur projet, dans les exemples et illustrations de l'annexe « 7. » : Jacques Agabriel (INRA), Frédérique Angevin (INRA), Christine Baratte (INRA), Jacques-Eric Bergez (INRA), Véronique Biarnès (UNIP), Christian Bockstaller (INRA), Nadine Brisson (INRA), Pierre Casadebaig (CETIOM), André Chabert (ACTA), Pascal Champciaux (INRA), Luc Champolivier (CETIOM), Xavier Chardon (INRA, IE), Marie-Hélène Charron-Moirez (INRA), Nathalie Colbach (INRA), François De Coligny (INRA), Philippe Debaeke (INRA), Christian Debord (IFV), Pascal Denoroy (INRA), Pascal Dubrulle (INRA), Michel Duru (INRA), Hervé Escriou (ITB), Jean-Christophe Fabre (INRA), Philippe Favardin (INRA), Frédéric Garcia (INRA), Arnaud Gauffreteau (INRA), Nathalie Grandgirard (INRA), Marie-Hélène Jeuffroy (INRA), François Lafolie (INRA), Xavier Lebris (ARVALIS), Jean Lieven (CETIOM), Chantal Loyce (AgroParisTech), Roger Martin-Clouaire (INRA), Nathalie Moitrier (INRA), Nicolas Moitrier (INRA), Nicolas Munier-Jolain (INRA), Jean Noblet (INRA), Laurent Pérochon (INRA), Jean-Claude Poupa (INRA), Hélène Raynal (INRA), Marc Raynal (IFV), Raymond Reau (CETIOM), Jean-Pierre Rellier (INRA), Dominique Ripoche (INRA), Jean-François Samie (CTIFL), Alain Valancogne (INRA), Jaap Van Milgen (INRA), Jérôme Vibert (CTIFL).

## Table des matières

1	Introduction .....	3
1.1	Objet de l'étude.....	3
1.2	Champ de l'étude .....	3
1.3	Méthode et contexte de l'étude .....	4
1.4	Documents référencés.....	5
2	Développer et exploiter un outil logiciel .....	6
2.1	Présentation, description .....	6
2.2	Développer et exploiter soi-même un outil logiciel.....	6
2.2.1	Equipe incomplète, équipe non pérenne.....	7
2.2.2	Construction de l'outil .....	7
2.2.3	Exploitation de l'outil.....	7
2.2.4	Visibilité des outils logiciels.....	7
2.3	Faire en sorte que <i>les autres</i> développent et/ou exploitent un outil logiciel .....	9
2.3.1	Construction de l'outil .....	9
2.3.2	Exploitation de l'outil.....	10
3	Spécificités d'un logiciel de transfert en modélisation.....	11
3.1	Développer un outil adapté à un besoin de la profession agricole.....	11
3.2	Développer un outil dans le contexte de la modélisation.....	12
3.2.1	Etat logiciel du modèle informatique résultant du travail de modélisation .....	12
3.2.2	Préparer le modèle pour les outils .....	13
4	Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle.....	13
5	Le modèle informatique .....	14
5.1	Construction du modèle informatique.....	14
5.1.1	Ingénierie du développement d'applications logicielles.....	14
5.1.1.1	Fonction de responsable informatique .....	16
5.1.1.2	La qualification logicielle .....	17
5.1.2	Moyens humains informatiques.....	19
5.1.2.1	Statut temporaire des ressources humaines informatiques.....	19
5.1.2.2	Manque de ressources humaines informatiques.....	19
5.2	Moyens de développement informatique facilitant le travail de modélisation .....	21
5.3	Expertises et spécialistes informatiques.....	21
5.3.1	Présentation, description.....	21
5.4	Le modèle s'inscrit dans la durée.....	21
5.5	Utilisation du modèle informatique en l'état .....	21
6	Conclusion.....	24
7	Annexe : Exemples, illustration .....	26
8	Annexe : schémas .....	35
9	Annexe : transmettre une culture informatique .....	39
10	Annexe : Glossaire .....	40

# 1 Introduction

## 1.1 Objet de l'étude

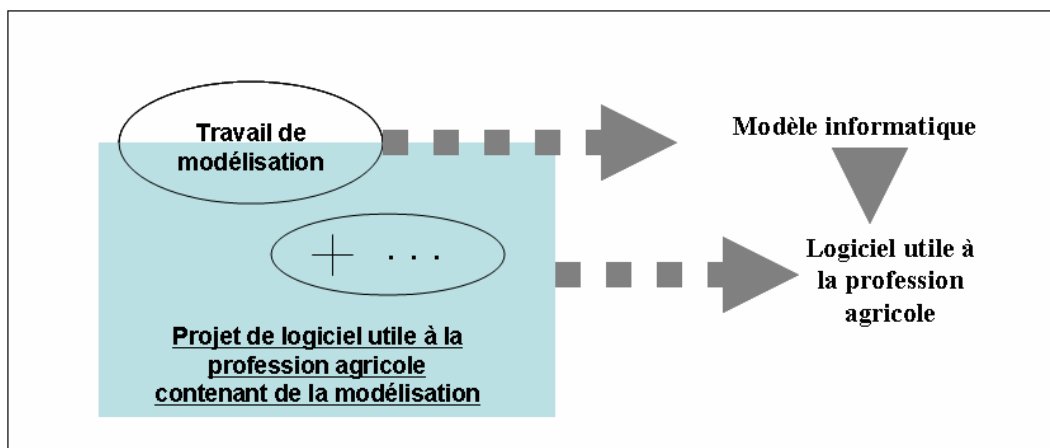
Cette étude a été effectuée dans le cadre du RMT « Modélisation et Logiciels d'intérêt commun appliqués à l'Agriculture ». Elle s'inscrit dans la mission de **favoriser la réalisation et la diffusion de logiciels issus des travaux de modélisation**, avec comme optique le **transfert** des résultats de modélisation vers la **profession agricole** dans l'intérêt de membres du RMT (**INRA, ACTA, ICTA...**).

Porteuse du regard du **métier de l'ingénierie informatique**, cette étude présente des **enjeux informatiques** face aux objectifs de **transfert et valorisation des résultats de modélisation** : les difficultés rencontrées et questions soulevées, des moyens d'y répondre et ceux actuellement mis en œuvre dans le RMT ou ailleurs.

Les **éléments d'information et d'analyse** qui sont apportés par cette étude au sujet du **contexte du transfert et de la valorisation des résultats de modélisation** sont susceptibles d'intéresser différentes sortes de lecteurs, qu'il s'agisse d'acteurs de projets de modélisation et de projets de production d'outils logiciels (commanditaires, membres des équipes de développement aux métiers divers, utilisateurs de modèles et d'outils logiciels), de décideurs, d'observateurs externes...

## 1.2 Champ de l'étude

Un projet de **logiciel qui soit utile à la profession agricole et contenant de la modélisation** s'appuie sur un **travail de modélisation** qui, en fonction des circonstances, est effectué en amont et/ou dans le projet. Cette étude a pour centre d'intérêt **le travail informatique qu'il faut engager, à côté du travail de modélisation, pour aboutir à un logiciel utile à la profession agricole**. On sera également amené à parler du travail informatique inclus dans le travail même de modélisation correspondant au modèle informatique.



**Travail de modélisation** : Le travail de modélisation couvre les activités qui consistent à inventer et engendrer un modèle, allant de la création du modèle à sa validation en terme scientifique<sup>1</sup>. Ce travail (référéncé [TT\_0001]) fait appel à des compétences de **thématicien** (théorie des objets et phénomènes modélisés) et de **modélisateur** (théories et formalismes de modélisation, méthodes spécifiques de la modélisation<sup>2</sup>). Dans cette étude, on considère qu'il est fait de la modélisation à partir du moment où le travail effectué engage **une part de réflexion et d'analyse en terme de modélisation**, qu'il

<sup>1</sup> Concevoir le modèle, le créer, mettre au point, paramétrer, analyser, évaluer, valider...

<sup>2</sup> Analyse de sensibilité, calibrage, estimation de paramètres...

s'agisse à un bout de la chaîne de créer ou modifier certains traitements de modélisation composant le modèle, ou bien à l'autre bout de la chaîne de repenser la validation en terme scientifique. [Voir X.101 en annexe « 7. »](#). Le travail de modélisation pris en considération dans cette étude est un travail de modélisation **susceptible de transfert vers la profession agricole dans l'intérêt de membres du RMT (INRA, ACTA, ICTA...)**<sup>3</sup>. Cette caractérisation met l'accent sur la finalité du transfert<sup>4</sup> plutôt que sur les conditions dans lesquelles le travail de modélisation est exercé<sup>5</sup>.

**Autonomie du transfert** : Dans cette étude on prend en considération la situation où le logiciel de transfert est **remis à des tiers pour usage**. D'autres que ceux qui l'ont construit peuvent faire usage du logiciel indépendamment de ses constructeurs. Ainsi, les propos du rapport ne sont pas toujours valables dans un cas de transfert se limitant à ce que seuls les constructeurs du logiciel fournissent des résultats obtenus en faisant fonctionner le logiciel dont l'usage leur serait réservé.

### 1.3 Méthode et contexte de l'étude

Cette étude a été effectuée par Nathalie Rousse (ingénieur informatique du RMT « Modélisation et Logiciels d'intérêt commun appliqués à l'Agriculture ») et discutée en réunion le 4 septembre 2008 entre des informaticiens ayant manifesté leur intérêt à ce sujet (Marie-Hélène Charron-Moirez, Laurent Pérochon, Hélène Raynal) et les animateurs et ingénieurs du RMT (François Piraux et Daniel Wallach, François Brun et Nathalie Rousse)<sup>6</sup>.

Les éléments soulevés dans cette étude se rapportent à des situations observées par Nathalie Rousse durant ses activités au sein de la plate-forme<sup>7</sup> puis du RMT, qui ne permettent pas de quantifier le degré auquel sont répandus les verrous ici identifiés.

Le contexte qui a été majoritairement observé est celui de l'INRA. En effet lors des collaborations INRA-ICTA, l'activité informatique est souvent effectuée au sein de l'INRA. [Voir X.104 en annexe « 7. »](#). D'autre part parmi les différentes circonstances<sup>8</sup> dans lesquelles Nathalie Rousse a eu l'occasion de connaître des projets, la consultance informatique a été un moyen privilégié. Or en règle générale l'INRA faisait partie des projets approchés en consultance car les personnes qui ont sollicité Nathalie Rousse en consultance étaient soit des personnes INRA pour des projets menés avec ou sans ICTA, soit des personnes ICTA pour des projets menés avec l'INRA.

Tout au long du rapport, le terme « **modélisateur** » sera employé génériquement pour désigner la personne de l'équipe qui détient le savoir en modélisation, qui a la responsabilité globale du projet (chercheur, ingénieur du développement, chef de projet...) face à l'informaticien détenteur du savoir informatique (il est question ici de rôles pouvant dans la pratique être portés par un même individu. [Voir X.105 en annexe « 7. »](#)).

Le rapport est construit de la manière suivante. Au fil des différents points abordés, chaque fois qu'il est question d'une activité informatique celle-ci est présentée : dans un encadré et référencée par un code [ TI\_xxx ] (les codes [ TC\_xxx ] et [ TT\_xxx ] se rapportant eux à un travail autre qu'informatique). Cette évocation du **travail informatique** engagé sert de base pour soulever des

---

<sup>3</sup> Remarque : l'influence que peut avoir le RMT sur ce travail de modélisation varie selon que ses acteurs (modélisateurs, commanditaires...) font ou non partie du RMT.

<sup>4</sup> qui est de servir au développement agricole dans l'intérêt de membres du RMT.

<sup>5</sup> Le travail de modélisation peut être effectué par divers acteurs en recherche et développement agricoles (INRA, ICTA, ACTA, autres organismes publics de recherche, sociétés privées, coopératives...) pour diverses finalités et sous diverses conventions et organisations (projet de recherche plus ou moins appliquée, projet de développement, projet européen...) [Voir X.102 en annexe « 7. »](#) ; dans certains projets de recherche et développement le travail de modélisation est effectué dans le double objectif d'avancer dans la recherche et aussi de valoriser le résultat de modélisation sous la forme d'un outil. [Voir X.103 en annexe « 7. »](#).

<sup>6</sup> Voir 1<sup>ère</sup> page du rapport.

<sup>7</sup> Plate-forme INRA-ACTA-ICTA de 2003 à 2006.

<sup>8</sup> Consultance informatique exercée auprès des équipes de modélisation, enquête menée en 2003 sur la plate-forme INRA-ACTA-ICTA, divers contacts professionnels, enquête RMT [Réf. F], documents référencés en « 1.4. », etc.

**verrous**. A chaque verrou, il est associé une ou plusieurs **solutions**, et il est donné un certain nombre de **moyens pour parvenir** à chaque solution, avec parfois des exemples de **réponses actuellement existantes** mises en œuvre au niveau du RMT ou ailleurs. Par ailleurs, afin de commencer le rapport par l'aspect principal (outil logiciel) il a été choisi de placer la partie « 5. Le modèle informatique » à la fin du rapport, ce qui conduira tout au long du rapport à faire des reports vers cette dernière partie. Enfin, le rapport est jalonné d'exemples (« X.n ») qui sont rassemblés en annexe « 7. » à laquelle le lecteur est renvoyé.

## 1.4 Documents référencés

Réf. A	Rapport de la thèse « Modéliser en agronomie et concevoir des outils en interaction avec de futurs utilisateurs : le cas de la modélisation des interactions génotype-environnement et de l'outil DIAGVAR » de Lorène Prost avec pour Directeur de thèse Marie-Hélène JEUFFROY et Codirecteur de thèse Marianne CERF
Réf. B	Document « Projet de référencement et de valorisation des développements internes » de Violaine Louvet (CNRS), URL <a href="http://www.projet-plume.org/files/Projet%20Valorisation%20Logiciels%20V1.pdf">http://www.projet-plume.org/files/Projet%20Valorisation%20Logiciels%20V1.pdf</a>
Réf. C	Article « Autour de la valorisation de logiciels développés dans un laboratoire de recherche » de Teresa Gomez-Diaz (Institut Gaspard_Monge, Université Paris-Est), URL <a href="http://www.projet-plume.org/files/Dev_log_IGM.pdf">http://www.projet-plume.org/files/Dev_log_IGM.pdf</a>
Réf. D	Documents « Rapport sur le développement logiciel à l'INRIA » et « Contribution à la réflexion sur le développement logiciel à l'INRIA, rapport et recommandations », Eric Gautrin, Bernard Martin, décembre 2002. <a href="http://sedre.loria.fr/presentation/0303Rapport-Dev.ppt">http://sedre.loria.fr/presentation/0303Rapport-Dev.ppt</a> . <a href="https://wiki-sop.inria.fr/wiki/pub/Ce/EvaluationRealisation/mission-gautrin-martin.pdf">https://wiki-sop.inria.fr/wiki/pub/Ce/EvaluationRealisation/mission-gautrin-martin.pdf</a>
Réf. E	Des fiches et des logiciels modelia, relatifs à la mission de favoriser la réalisation et la diffusion de logiciels issus des travaux de modélisation, sont diffusés sur le site modelia <a href="http://www.modelia.org">http://www.modelia.org</a> du RMT « Modélisation et Logiciels d'intérêt commun appliqués à l'Agriculture » à la rubrique « Ingénierie d'un projet informatique ». Les fiches (fiches d'informations, fiches de synthèse, de recommandations...) traitent de thèmes d'ingénierie de projet informatique, génie logiciel, méthodologie de développement, technologies informatiques, pour la plupart produites par Nathalie Rousse (INRA, ingénieur du RMT) et dont beaucoup pointent des informations et travaux externes au RMT.
Réf. F	Enquête sur le déroulement de projets de modélisation, en cours ou terminé. Enquête effectuée dans le cadre de l'action « Action 1. Recensement et analyse des projets de modélisation » du RMT « Modélisation et Logiciels d'intérêt commun appliqués à l'Agriculture », menée par François Brun (ACTA, ingénieur du RMT) auprès des partenaires du RMT. <a href="http://www.modelia.org">http://www.modelia.org</a>
Réf. G	Document « Plate-forme RECORD - Spécifications non Fonctionnelles », <a href="http://record.toulouse.inra.fr/avantprojet/SpecNonFonct.pdf">http://record.toulouse.inra.fr/avantprojet/SpecNonFonct.pdf</a>
Réf. H	Document « CAPSIS - Etude générale » de François de Coligny, mai 1999, <a href="http://coligny.free.fr/textes/etudeGenerale.htm">http://coligny.free.fr/textes/etudeGenerale.htm</a>
Réf. I	La partie « Annexes » du document « Cahier des charges » du projet Betha. Ce document est accessible sur le site modelia <a href="http://www.modelia.org">http://www.modelia.org</a> à partir de la fiche modelia « Illustrations, exemples de documents rédigés sur certains projets »
Réf. J	Compte rendu (exposé et débats) de l'exposé « Mathématiques et modélisation » de Claude Lobry (INRIA, Univ. Sophia-Antipolis - SAPA) à la 5ème session (06/11/03) des ateliers AME, URL <a href="http://www.driv.ird.fr/realisations/ame/pdf/session5.pdf">http://www.driv.ird.fr/realisations/ame/pdf/session5.pdf</a>
Réf. K	Document « Utilisation des modèles pour l'aide à la conception et à l'évaluation d'innovations techniques en production végétale : bilan et perspectives » écrit dans le cadre du séminaire système de culture innovant de mars 2008.

## 2 Développer et exploiter un outil logiciel

### 2.1 Présentation, description

Le logiciel utile à la profession agricole et contenant de la modélisation est regardé ici comme un produit logiciel qu'il s'agit, comme tout logiciel classique, de développer puis d'exploiter. Autant le modélisateur peut être enclin à s'investir dans l'informatique lorsqu'il s'agit de faire de la modélisation<sup>9</sup>, autant il cherche a priori plus systématiquement la compagnie d'informaticiens lorsqu'il s'agit de produire l'outil logiciel utile à la profession agricole, du fait que le développement informatique s'éloigne alors du cadre des travaux de modélisation pour se rapprocher d'un processus « industriel » par exemple lorsqu'il s'agit de travailler l'interface et la robustesse du logiciel ou de passer en phase d'exploitation (diffusion, distribution, maintenance). Voir X.201 en annexe « 7. ».

#### Travail informatique généré [TI\_cns\_otl] :

Le travail de construction de l'outil logiciel relevant de compétences informatiques en développement d'applications logicielles inclut la fonction de responsable informatique et celle de développeur informatique. Ces fonctions sont portées par un nombre variable d'individus, le responsable informatique pouvant en même temps endosser le rôle du (d'un des) développeur(s) informatique(s). Voir schéma « Fonctions des informaticiens en développement d'applications logicielles » en Annexe « 8. ». La démarche de développement logiciel requerra d'autant plus de rigueur et savoir-faire en ingénierie informatique que l'ambition est de produire et diffuser un produit finalisé et non pas de développer un prototype/démonstrateur à usage interne. Ceci accentue l'importance de la fonction de responsable informatique<sup>10</sup> et de la qualification logicielle<sup>11</sup>.

#### Travail informatique généré [TI\_xpl\_otl] :

Le travail d'exploitation de l'outil logiciel : Une fois que le logiciel est construit et prêt à servir, en plus de s'en occuper parce qu'il continue d'évoluer, le fait de le remettre à des tiers induit de nouvelles activités logicielles dont l'ampleur dépend du mode et de l'échelle de diffusion du logiciel. On distingue dans les activités d'exploitation une mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs »<sup>12</sup> en grande partie de nature généraliste et non spécifique du domaine applicatif, et une mission « maintenance, gestion applicative »<sup>13</sup> requerrant la connaissance et maîtrise du contenu applicatif du logiciel.

Pour aboutir à des outils logiciels, il faudra trouver les moyens pour les réaliser soi-même ou alors susciter l'initiation de projets d'outils par d'autres acteurs et ainsi compter sur des acteurs externes pour l'exploitation et peut-être aussi la construction des outils.

### 2.2 Développer et exploiter soi-même un outil logiciel

Voir schéma « Production soi-même d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation » en Annexe « 8. ».

<sup>9</sup> Travail de modélisation correspondant au modèle informatique (voir « 1.2. Champ de l'étude »). Voir « 5.1. Construction du modèle informatique »

<sup>10</sup> Voir « 5.1.1.1. Fonction de responsable informatique »

<sup>11</sup> Voir « 5.1.1.2. La qualification logicielle »

<sup>12</sup> Mission « diffusion, distribution et relation utilisateurs » : mise en place et administration de l'espace de diffusion du logiciel, installation du logiciel et assistance matérielle, formation des utilisateurs, contact utilisateurs (recueil des questions, remontées d'anomalies, demandes d'évolutions), assistance applicative de premier niveau (réponse aux questions générales et acheminement vers la mission « maintenance, gestion applicative » des questions s'adressant à un spécialiste de l'application).

<sup>13</sup> Mission « maintenance, gestion applicative » : modification du logiciel (maintenances corrective et évolutive), mise en place et administration de l'espace de maintenance du logiciel en cours d'exploitation, réponse aux questions applicatives des utilisateurs, traitement des remontées d'anomalies, étude des demandes d'évolutions.

## 2.2.1 Equipe incomplète, équipe non pérenne

**Verrou)** Il arrive qu'un projet d'outil ne soit pas mené à son terme, faute de disposer de moyens humains informatiques pérennes pour la construction et/ou l'exploitation. Le risque de manquer de personnel pour, une fois que le logiciel a été développé, le maintenir et diffuser au cours du temps, existe notamment dans le cas d'un financement par projet, par nature de durée délimitée. **Voir X.202 en annexe « 7. »**. La plupart du temps les outils aboutis et utilisés correspondent aux équipes possédant un informaticien de statut permanent : **Voir X.203 en annexe « 7. »**. **Voir X.204 en annexe « 7. »**. **Voir X.205 en annexe « 7. »**.

**Verrou.Solution)** Ne pas initier un projet d'outil logiciel s'il n'est pas entrevu de solution pour pourvoir les postes relatifs au travail de construction et au travail d'exploitation de l'outil logiciel (voir [TI\_cns\_otl] et [TI\_xpl\_otl] en « 2.1 »).

## 2.2.2 Construction de l'outil

**Verrou)** Il arrive sur un projet d'outil logiciel qu'il **manque des moyens humains informatiques** pour le **travail de construction de l'outil logiciel**.

**Verrou.Solution)** Comme ce verrou existe à l'identique pour le travail de construction d'un modèle informatique, voir les solutions en « 5.1.2.2. Manque de ressources humaines informatiques ».

**Ces solutions engendrent comme travail/fonction informatiques [ TI\_cnsotl\_mut ] :**

**Informaticiens sur des projets de mutualisation, offrant des services ou en tant que personnes ressources au bénéfice des informaticiens en développement d'applications chargés de la construction de l'outil : analogue à [ TI\_cnsmod\_mut ] en « 5.1.2.2. » sauf qu'ici il s'agit de l'outil logiciel.**

En particulier la solution d'« **économiser des développements lors de la construction de l'outil logiciel** » se traduit ici par l'action de capitalisation et mutualisation consistant à **préparer des modèles sous forme favorable à la réutilisation logicielle**. Voir « 4. Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle ». **Voir X.206 en annexe « 7. »**.

En supposant qu'on ait développé un logiciel utile à la profession contenant de la modélisation et qu'il soit prêt à servir, il s'agit ensuite de l'exploiter.

## 2.2.3 Exploitation de l'outil

**Verrou)** Il arrive sur un projet d'outil logiciel qu'il **manque des moyens humains informatiques** pour le **travail d'exploitation de l'outil logiciel** une fois que celui-ci a été développé.

**Verrou.Solution)** **Faciliter/alléger la tâche des informaticiens chargés de l'exploitation de l'outil logiciel ; mutualisation sous forme de services et de personnes ressources satellites des informaticiens chargés de l'exploitation de l'outil logiciel**. Il s'agit de décharger les informaticiens de certaines tâches généralistes et mutualisables propres à l'exploitation logicielle, qui ne sont en rien spécifiques de projets d'outils de modélisation, de sorte que leur investissement consiste à apprendre à se servir de services qui leur sont directement fournis et non pas à mettre en place eux-mêmes ces services ; il s'agit également de les entourer de spécialistes auxquels ils puissent s'adresser plutôt que d'assumer eux-mêmes tous les volets de l'exploitation logicielle.

**Ceci engendre comme travail/fonction informatiques [ TI\_xplotl\_mut ] :**

**Informaticiens sur des projets de mutualisation au bénéfice des informaticiens chargés de l'exploitation de l'outil, leur offrant des services ou en tant que personnes ressources :**  
L'activité de diffusion pourrait s'appuyer sur une infrastructure commune à plusieurs projets qui, déployée et administrée par une équipe dédiée, serait mise à la disposition de tous ceux qui s'occupent de diffusion pour alléger leur charge. Il en est de même par rapport à l'activité de

maintenance. Ces infrastructures offriraient des outils de génie logiciel, comme ceux que procure une forge<sup>14</sup>, facilitant la mise en œuvre de tâches telles que gérer les versions diffusées, suivre les bugs, communiquer avec les utilisateurs. En ce qui concerne les fonctions de personnes ressources, ceux qui diffusent et maintiennent le logiciel pourraient être soutenus par un ingénieur qualité informatique qui les accompagnerait en terme d'**assurance de la qualité informatique**. De plus, des personnes ressources spécialistes de connaissances et savoir faire propres au contexte de la distribution logicielle pourraient servir d'appui aux équipes de mise en oeuvre de l'exploitation, pour des aspects comme les aspects **juridiques** (choix de licences, contrats...), le **partenariat** et les relations aux entreprises (par exemple si la distribution est confiée à une société de distribution).

Par rapport à cette solution, en terme d'infrastructures communes pour la diffusion et la maintenance, il existe actuellement des forges (MULCYBER, SourceSup)<sup>15</sup> qui répondent à des situations qui ne couvrent pas l'ensemble des membres du RMT. Voir X.207 en annexe « 7. ».

En terme de personnes ressources, il existe côté INRA l'UCPI pour les aspects juridiques, les adjoints chargés du partenariat et INRA Transfert pour le partenariat et les relations aux entreprises (voir la fiche modelia « Dispositif mis en place à l'INRA pour le Partenariat et la Valorisation » [Réf. E] ). En terme d'« Assurance de la qualité informatique », voir « 4.2.2.2. La qualification logicielle ».

**Verrou.Solution) Faire de la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs » un poste à part entière ; globaliser la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs ».** Au lieu que les informaticiens en développement d'applications chargés de construire l'outil logiciel n'assument ensuite eux-mêmes entièrement l'exploitation du logiciel, il s'agirait de **créer une équipe de mise en œuvre de l'exploitation du logiciel assumant la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs »** aux côtés de l'équipe de construction du logiciel qui assumerait elle la mission « maintenance, gestion applicative » porteuse de la valeur ajoutée scientifique, dans la continuité du développement. Les contours du travail de ceux qui prennent alors en charge la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs » peuvent varier par rapport à la mission « maintenance, gestion applicative » par exemple s'ils effectuent en partie la maintenance corrective. De plus, regrouper les équipes de mise en œuvre de l'exploitation des logiciels dans un pôle dédié à la diffusion et distribution permettrait de mutualiser et de centraliser la compétence en la matière.

Voir schéma « Exploitation du logiciel – environnement humain » en Annexe « 8. ».

Voir X.212 en annexe « 7. ».

## 2.2.4 Visibilité des outils logiciels

**Verrou)** En aval du processus de construction et d'exploitation de l'outil logiciel, on peut se demander si les outils logiciels produits sont suffisamment affichés en vue de favoriser leur utilisation.

**Verrou.Solution) Afficher les outils logiciels pour les faire connaître à des utilisateurs potentiels.**

**Ceci engendre comme travail en communication [TC\_usr\_otl] :**

**Affichage des outils logiciels pour les faire connaître à des utilisateurs potentiels.**

Il existe actuellement des moyens d'affichage d'outils logiciels qualifiés : le projet PLUME<sup>16</sup> qui concerne des développements internes suffisamment aboutis et utilisés et son projet connexe RELIER<sup>17</sup> qui lui vise les logiciels qui ne sont pas forcément ni suffisamment aboutis, ni utilisés par d'autres que leur auteur.

<sup>14</sup> Voir Forge en annexe « 10. ». Voir la fiche modelia « Forge » [Réf. E]

<sup>15</sup> Voir MULCYBER, SourceSup et Forge en annexe « 10. ». Voir la fiche modelia « Forge » [Réf. E]

<sup>16</sup> Voir PLUME en annexe « 10. ». Voir fiche modelia « Promouvoir les Logiciels Utiles Maîtrisés et Economiques dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche, le Projet PLUME » [Réf. E].

<sup>17</sup> Voir RELIER en annexe « 10. ». Voir fiche modelia « Espace de référencement de logiciels développés dans des laboratoires de recherche, le Projet RELIER » [Réf. E].



## 2.3 Faire en sorte que *les autres* développent et/ou exploitent un outil logiciel

### 2.3.1 Construction de l'outil

Voir schéma « Production par d'autres d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation » en Annexe « 8. ».

Pour externaliser la construction de l'outil logiciel, à moins de disposer d'un budget permanent de financement d'une sous-traitance, la difficulté consiste à trouver des acteurs (sociétés, organismes divers) prêts à initier eux-mêmes des projets d'outils qu'ils produiraient en vue de les exploiter. On peut alors se demander comment susciter l'intérêt de ces acteurs et en particulier des sociétés privées, comment rendre séduisante l'idée de lancer des projets d'outils logiciels contenant de la modélisation. [Voir X.208 en annexe « 7. »](#).

Ces questions ne se posent pas de la même manière dans toutes les disciplines (domaine animal, domaine végétal...) car elles dépendent de la nature des relations entre les différents acteurs (recherche, développement, sociétés privées...) du domaine. On trouve des partenariats public-privé très fructueux ([voir X.209 en annexe « 7. »](#)), mais le risque d'accusation de concurrence déloyale rappelle que les intérêts peuvent aussi diverger.

**Verrou) Difficulté à intéresser des acteurs susceptibles d'investir dans des projets d'outils logiciels ; faible implication/intérêt d'acteurs externes.** Le fait que peu d'acteurs investissent dans la production d'un outil en vue de l'exploiter peut en partie s'expliquer par le fait que les outils logiciels de modélisation représentent de faibles parts de marché. Mais le coût dissuasif de développement de l'outil entre également en jeu et peut-être que sa diminution pourrait permettre dans une certaine mesure de « rentabiliser » le projet d'outil malgré le faible nombre d'utilisateurs potentiels.

**Verrou.Solution) Mettre le modèle susceptible d'être à l'origine d'outils à la disposition d'acteurs susceptibles de lancer des projets d'outils.** Le modèle susceptible d'être à l'origine d'outils est le modèle informatique résultant du travail de modélisation<sup>18</sup>, dans un état plus ou moins retravaillé (sous forme de modèle qualifié<sup>19</sup> voire même sous forme favorable à réutilisation logicielle<sup>20</sup>). [Voir X.210 en annexe « 7. »](#). Il s'agirait de le remettre, en amont de tout projet d'outil, à ceux qui pourraient l'incorporer dans leurs applications logicielles. Le mettre à la disposition de tiers implique un travail d'exploitation logicielle propre au modèle informatique lui-même.

**Ceci engendre comme travail/fonction informatiques [TI\_xpl\_mod] :**

Le travail d'exploitation du modèle informatique susceptible d'être à l'origine d'outils : analogue à [TI_xpl_otl] « travail d'exploitation de l'outil logiciel » sauf qu'ici il s'agit du modèle informatique et que le destinataire de la diffusion logicielle compte incorporer le modèle dans un outil (appeler le modèle informatique dans un autre logiciel) et non pas le faire tourner en l'état.
---

Les verrou et solutions sont analogues à ceux du paragraphe « 2.2.3. Exploitation de l'outil » sauf qu'ici il s'agit du modèle informatique.

**Verrou.Solution) Visibilité auprès des acteurs susceptibles d'investir dans des projets d'outils.** En plus de le mettre à disposition, il s'agira d'afficher le modèle susceptible d'être à l'origine d'outils, afin de le faire connaître aux acteurs qui seraient prêts à produire et exploiter des outils à base de modélisation.

**Ceci engendre comme travail en communication [ TC\_axt\_mod ] :**

Affichage des modèles informatiques susceptibles d'être à l'origine d'outils à la vue des acteurs susceptibles d'investir dans des projets d'outils.
--

<sup>18</sup> Voir « 1.2. Champ de l'étude »

<sup>19</sup> Voir « 5.1.1.2. La qualification logicielle »

<sup>20</sup> Voir « 4. Modèle sous forme favorable à réutilisation logicielle »

Il existe actuellement plusieurs moyens d'affichage de modèles informatiques qualifiés : des portails d'offres de technologies en vue de transfert de la recherche publique au secteur privé <sup>21</sup>, la lettre de l'INRA pour les entreprises "En direct des labos" publiée par la DPE <sup>22</sup>, les animations proposées par la société ACTA Informatique telles que les colloques AgriMMedia <sup>23</sup> offrant des opportunités d'échanges et de rencontres au sein de la profession agricole (voir à ces sujets la fiche modelia « Accompagnement sur un projet informatique (Comment trouver un partenaire pour la valorisation et le transfert logiciel ? Quelles sources d'informations pour connaître les acteurs informatiques, les rencontrer, échanger avec eux ?) » [Réf. E] ). Le projet RELIER <sup>24</sup>.

**Verrou.Solution) Préparer des modèles informatiques sous forme favorable à la réutilisation logicielle** pour faciliter leur incorporation dans des outils et ainsi espérer séduire des acteurs susceptibles de lancer des projets d'outils contenant de la modélisation : On vient de parler de « modèle susceptible d'être à l'origine d'outils » comme étant le modèle informatique résultant du travail de modélisation <sup>25</sup> dans un état plus ou moins retravaillé. En fait, une fois le modèle informatique développé dans le cadre du travail de modélisation, il reste à fournir un effort conséquent pour aboutir à un outil logiciel utile à la profession. Préparer le modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle consisterait à travailler le modèle informatique en vue de préparer le travail qui s'en suit pour aboutir à un outil logiciel qui sans cela risquerait d'être dissuasif. Voir « 4. Modèle sous forme favorable à réutilisation logicielle ». [Voir X.211 en annexe « 7. »](#).

### 2.3.2 Exploitation de l'outil

Voir schéma « Production soi-même avec d'autres d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation » en Annexe « 8. ».

En supposant construit un logiciel utile à la profession et qu'il soit prêt à servir, il s'agit ensuite de l'exploiter. On a vu dans les activités d'exploitation d'un outil logiciel <sup>26</sup> que la mission « maintenance, gestion applicative » requerrait la connaissance et maîtrise du contenu applicatif du logiciel. Il est sans doute plus facile d'externaliser la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs » moins liée au domaine applicatif et en grande partie de nature généraliste. Ainsi lorsqu'il s'agit d'externaliser l'exploitation d'un outil logiciel qu'on a construit soi-même, ceci incite à confier à un acteur de la distribution des activités de la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs » tout en gardant en interne la mission « maintenance, gestion applicative » porteuse de la valeur ajoutée scientifique assumée elle par l'équipe interne de développement du logiciel. A moins de disposer d'un budget permanent de financement d'une sous-traitance, la difficulté consiste à trouver un acteur intéressé d'investir dans un partenariat, et surtout de parvenir à un montage où cet acteur d'une manière ou d'une autre obtient un retour sur investissement <sup>27</sup>. [Voir X.212 en annexe « 7. »](#).

**Verrou) Difficulté à externaliser le travail d'exploitation de l'outil logiciel ; faible implication/intérêt de partenaires externes.**

**Verrou.Solution) Trouver moyen d'intéresser un partenaire externe pour qu'il s'investisse dans l'exploitation de l'outil logiciel.** Etant donnée la faible « rentabilité » des outils logiciels de

---

<sup>21</sup> Comme la page Web « Offres Technologiques » d'INRA Transfert, les portails nationaux du réseau CURIE et d'OSEO ou le projet européen Trans2tech. Voir la fiche modelia « Dispositifs d'accompagnement sur un projet informatique » [Réf. E]. Voir INRA Transfert, CURIE, OSEO, Trans2tech en annexe « 10. ».

<sup>22</sup> Voir DPE en annexe « 10. »

<sup>23</sup> Voir AgriMMedia en annexe « 10. »

<sup>24</sup> Voir RELIER en annexe « 10. ». Voir fiche modelia « Espace de référencement de logiciels développés dans des laboratoires de recherche, le Projet RELIER » [Réf. E].

<sup>25</sup> Voir « 1.2. Champ de l'étude »

<sup>26</sup> Voir [TI\_xpl\_otl] en « 2.1. ».

<sup>27</sup> En fonction de l'accord partenarial (licence d'exploitation...), peut-être que la société de distribution vendra certains des services de distribution : formation, installation, assistance... La société de distribution peut être intéressée de distribuer le logiciel si cela lui ouvre des opportunités de vente d'autres produits aux utilisateurs (vente d'un logiciel ou de services complémentaires...).

modélisation, on peut se demander si sans une part d'auto-financement il n'est pas vain de chercher un partenaire prêt à prendre en charge la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs ». Peut-être que la négociation avec un partenaire potentiel aurait plus de chance d'aboutir si elle portait sur une activité de taille conséquente. Il serait alors plus opportun de s'allier à un partenaire pour monter un pôle d'activité en diffusion et distribution pour un ensemble d'outils logiciels plutôt que d'essayer de trouver une solution au niveau de chaque projet d'outil logiciel un à un, ce qui prolonge l'idée de pôle dédié à la diffusion et distribution développée en « 2.2.3. ».

**Verrou.Solution) Visibilité auprès des potentiels partenaires en exploitation des outils.** Une fois l'outil logiciel construit et prêt à servir, il s'agira de l'afficher afin de le faire connaître à des partenaires potentiels qui seraient prêts à s'investir dans l'exploitation logicielle (diffusion, distribution).

**Ceci engendre comme travail en communication [TC\_axt\_otl] :**

**Affichage des outils logiciels à la vue des partenaires potentiels en exploitation des outils.**

Il existe actuellement plusieurs moyens d'affichage d'outils logiciels qualifiés : analogue à [TC\_axt\_mod] en « 2.3.1. » sauf qu'ici il s'agit de l'outil logiciel.

## 3 Spécificités d'un logiciel de transfert en modélisation

### 3.1 Développer un outil adapté à un besoin de la profession agricole

Ce paragraphe s'appuie sur la thèse de Lorène Prost [ Réf. A ]. Voir aussi la fiche modelia « Démarche de conception participative » [Réf. E] qui repose sur cette thèse.

**Travail généré, non spécifiquement informatique [TT\_0002] :**

**Connaissances et savoir faire spécifiques en développement d'outils utiles à la profession agricole :** Les projets de développement d'outils utiles à la profession agricole font appel à des compétences dans des disciplines du champ des **sciences de la conception**, des **sciences sociales** comme l'ergonomie. Pour parvenir à des outils qui soient utilisables et utilisés, ces projets nécessitent une connaissance et prise en compte du monde du **développement agricole**, du contexte dans lequel travaillent les utilisateurs potentiels et les bénéficiaires de l'outil<sup>28</sup>. Ces projets reposent sur une **démarche de développement spécifique et complexe à mettre en oeuvre**<sup>29</sup> par rapport à laquelle il existe différentes approches<sup>30</sup>. Le travail d'élaboration de l'outil peut inclure du travail de **modélisation** consistant en l'adaptation du travail de modélisation qui est à l'origine de l'outil ou bien en la production de connaissances scientifiques nouvelles, dans lequel les utilisateurs potentiels seront peut-être impliqués (co-conception).

Voir **X.301** en annexe « 7. ».

**Verrou) Le développement d'un outil adapté à un besoin de la profession agricole est un processus complexe, long et coûteux, mettant en jeu plusieurs disciplines, mobilisant de nombreuses compétences.** La démarche de développement, par son caractère participatif et itératif, mobilise une équipe multi-compétences. A partir du moment où le travail de modélisation est imbriqué dans le processus de construction de l'outil, le modélisateur reste impliqué dans la construction de

<sup>28</sup> Analyse des pratiques et projets des acteurs : par exemple que font-ils, pourquoi le font-ils, quelles marges de manoeuvre ont-ils pour faire autrement, conditions nécessaires à l'introduction de l'usage de l'outil, raisons de réticences possibles, conséquences de son implantation...

<sup>29</sup> Démarche participative ; implication des utilisateurs dans le processus d'élaboration de l'outil ; le besoin auquel l'outil répond émerge d'une co-conception entre les différents acteurs (modélisateurs agronomes et ergonomes, utilisateurs potentiels) ; le processus itératif de co-construction peut reposer sur un prototype d'outil évolutif... Voir la fiche modelia « Démarche de conception participative » [Réf. E].

<sup>30</sup> Voir la fiche modelia « Démarche de conception participative » [Réf. E]. Voir SIMARDEV en annexe « 10. » pour la méthode SIMARDEV en cours de développement ...

l'outil. Par ailleurs une équipe sans les connaissances et savoir faire décrits en [TT\_0002] risque d'adopter une démarche de développement inappropriée (non participative, non itérative). Or développer des outils sans interaction suffisante avec les utilisateurs visés risque de conduire à des outils inutilisés. De plus sous-estimer l'ampleur et la complexité de la tâche de développement peut conduire à des développements beaucoup plus longs que prévus, des abandons de projets en cours de route.

**Verrou.Solution) En amont de ces projets d'outils complexes :** Pour l'(les) informaticien(s) du projet d'outil, il s'agit de participer au projet en tant que membre de l'équipe multi-compétences : voir « 2.2.2. Construction de l'outil ». Ces projets d'outils relèvent du domaine en devenir de la recherche participative dans le secteur agricole et sans plus approfondir à leur sujet, on peut s'intéresser à ce qui pourrait être fait du point de vue informatique en amont de ces projets pour faciliter leur tâche. **Voir X.302 en annexe « 7. ».** Il s'agirait alors de **préparer des modèles informatiques sous forme favorable à la réutilisation logicielle**, ce qui n'est bien évidemment pas toujours applicable. La question serait alors de savoir s'il existe des cas où cette préparation est possible et quelles seraient les caractéristiques des outils correspondants : voir « 4. Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle ».

**Verrou.Solution) En dehors de ces projets d'outils complexes :** Par ailleurs, les besoins en outils de la profession agricole sont divers et tous les outils ne correspondent pas à la description qui en est faite au niveau de [TT\_0002] et du verrou. Il existe des outils, d'une certaine manière plus simples. En particulier parmi les facteurs simplificateurs d'un projet d'outil, il y aurait le fait que sa production ne requière pas de savoir faire en modélisation car alors le projet d'outil rentrerait à la portée d'acteurs informatiques non spécialistes en modélisation, ce qui augmenterait ses opportunités/possibilités de lancement. On peut faire l'hypothèse que des sociétés informatiques non expertes en modélisation pourraient alors se montrer intéressées d'investir dans ces projets d'outils. Ainsi quand il s'agit de **préparer des modèles informatiques sous forme favorable à la réutilisation logicielle**, il serait intéressant de savoir préparer un modèle tel que la production d'un outil le contenant ne requière pas de savoir faire en modélisation : voir « 4. Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle ».

## 3.2 Développer un outil dans le contexte de la modélisation

### 3.2.1 Etat logiciel du modèle informatique résultant du travail de modélisation

**Verrou)** Il arrive que **le modèle informatique résultant du travail de modélisation soit inabouti du point de vue logiciel**, ce qui complique la tâche de quelqu'un qui souhaiterait l'incorporer dans un outil. Si le modèle informatique a été construit sans suivre l'ensemble des règles du métier logiciel alors il se peut que sa qualification logicielle<sup>31</sup> n'ait pas été effectuée. **Voir X.303 en annexe « 7. ».** Or le modèle non qualifié reste inabouti et inexploitable, et il ne peut pas être considéré comme un logiciel à part entière car il manque pour cela des informations et garanties à son sujet. Faute de disposer des éléments de qualification, quelqu'un qui tenterait d'incorporer dans un outil un modèle non qualifié pourra, pour comprendre le modèle existant et le maîtriser au point d'être capable de le reprendre : observer le comportement du modèle en l'exécutant, décortiquer le code informatique pour pallier à l'éventuel manque de documentation, tester et vérifier lui-même le modèle pour pallier à l'éventuelle absence de procédures de test. **Voir X.304 en annexe « 7. ».** En fait celui qui tentera de reprendre un modèle non qualifié devra effectuer lui-même la qualification du modèle développé par quelqu'un d'autre a posteriori, ce qui est bien plus fastidieux que de le qualifier en cours de création, pour un niveau de qualité et de fiabilité moindre. **Voir X.305 en annexe « 7. ».** On parle parfois de « s'approprier » le modèle alors qu'en fait il s'agit d'en terminer le développement. Ce travail risque d'être recommencé/répété par plusieurs personnes chacune de leur côté. Voir aussi « 5.1.1.2. La qualification logicielle ».

---

<sup>31</sup> Voir « 5.1.1.2. La qualification logicielle ».

**Verrou.Solution)** N'envisager d'incorporer un modèle dans un outil qu'à condition qu'il soit qualifié.

Un moyen y contribuant est une **sensibilisation préventive** à la qualification logicielle, exercée en amont des projets. Ceci entre dans les objectifs de la formation visant à transmettre une culture informatique : voir annexe « 9. ».

### 3.2.2 Préparer le modèle pour les outils

**Verrou)** Si le modèle n'a pas spécialement été préparé pour être incorporé dans des outils, alors une fois que le modèle informatique a été développé au cours du travail de modélisation et même s'il est qualifié, il reste à fournir un effort conséquent pour aboutir à un outil logiciel utile à la profession (voir « 4. Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle »).

**Verrou.Solution)** Préparer des modèles sous forme favorable à la réutilisation logicielle pour faciliter leur incorporation dans des outils. Voir « 4. Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle ».

D'une part cette préparation induirait un travail informatique supplémentaire, dans lequel les équipes de modélisation se lanceront ou non en fonction des moyens humains informatiques dont elles disposent et de leur motivation à préparer le terrain pour les développements futurs d'outils logiciels (qui ne rapporte rien dans l'immédiat). Voir X.302 (modèle MAPOD) en annexe « 7. ».

**Ceci engendre comme travail informatique [TI\_def\_cap] :**

**Concevoir/définir le modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle :** analyser le modèle informatique existant, son architecture, les parties présentant un potentiel de réutilisation, étudier comment extraire les traitements qui pourraient être incorporés dans des outils, travail de reprise et de réécriture avec tests logiciels et documentation associés...

**Ceci engendre comme travail informatique [TI\_cns\_cap] :**

**Travail de construction du modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle :** analogue à [TI\_cns\_otl] « travail de construction de l'outil logiciel » sauf qu'ici il s'agit du modèle informatique sous forme favorable à la réutilisation logicielle et que celui-ci a vocation à être appelé dans un autre logiciel (outil) et non pas à être exécuté en l'état.

Les verrou et solutions sont analogues à ceux du paragraphe « 2.2.1. Construction de l'outil ».

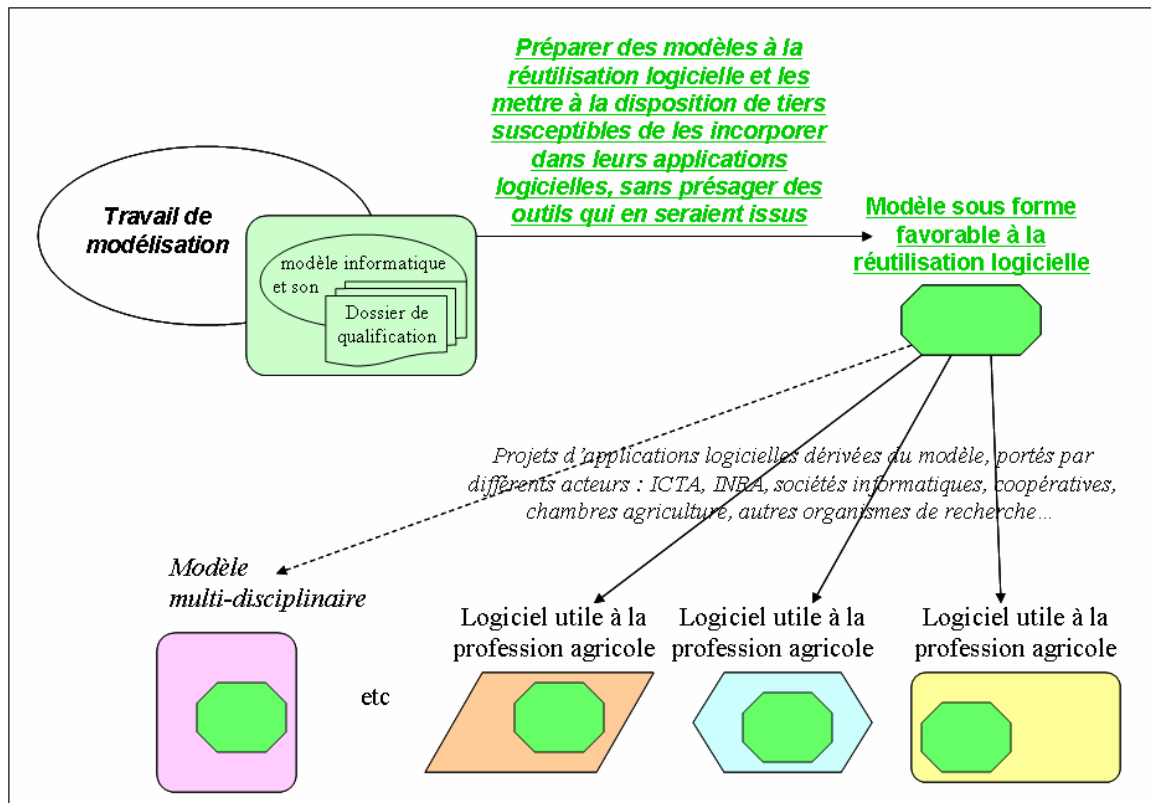
D'autre part, l'objectif de produire des outils destinés à la profession agricole s'inscrit dans un contexte plus global de modélisation, où le modèle résultant du travail de modélisation est susceptible ensuite d'évoluer par rapport à différents objectifs, et peut alors exister dans différents logiciels : le logiciel de poursuite du travail de modélisation, d'autres travaux de modélisation, plusieurs outils utiles à la profession... Voir X.306 en annexe « 7. ». Voir X.205 en annexe « 7. ». La question se pose alors de savoir comment le développement d'une forme favorable à la réutilisation logicielle cohabiterait avec les différents autres développements relatifs au modèle. En particulier, on peut s'interroger sur les points communs entre la réutilisation logicielle du modèle dans des travaux de recherche en modélisation et dans des outils destinés à la profession. Voir X.307 en annexe « 7. ».

## 4 Modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle

**Le modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle est obtenu en travaillant le modèle informatique résultant du travail de modélisation, en vue de préparer le travail qui s'en suit pour aboutir à un outil logiciel.** Une fois le modèle informatique développé dans le cadre du travail de modélisation, il reste à fournir un effort conséquent pour aboutir à un outil logiciel utile à la profession. En effet lors du travail de modélisation, le modèle informatique a été construit avec une

finalité de modélisation<sup>32</sup> et l'employer dans un outil logiciel dont les finalités sont différentes<sup>33</sup> nécessitera de l'adapter<sup>34</sup>. Mais l'effort qu'il faut alors fournir n'est a priori pas complètement spécifique de l'outil considéré et il y a sans doute matière à effectuer un travail générique de préparation du modèle informatique issu du travail de modélisation, qui ne serait pas lié à un outil particulier et pourrait faciliter ensuite le développement de tout outil à partir du modèle. Voir X.309 en annexe « 7. ».

Préparer le modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle constitue un effort de **capitalisation** qui peut être considéré comme **une étape du transfert** car sous cette forme le modèle est susceptible d'être incorporé dans plusieurs outils destinés à la profession (même si dans l'immédiat il ne correspond à aucun outil).



Une **démarche** de valorisation de la modélisation consisterait à **préparer des modèles à la réutilisation logicielle et les mettre à la disposition de tiers susceptibles de les incorporer dans leurs applications logicielles, sans présager des outils qui en seraient issus**<sup>35</sup>.

Cette démarche n'étant pas systématiquement applicable, elle ne permet pas de progresser dans la manière de mener tout projet d'outils. L'adopter signifierait commencer par s'attacher à dégager des conditions propices à la préparation du modèle pour réutilisation logicielle et à la production d'outils, pour ensuite privilégier ces situations particulières de valorisation des modèles.

<sup>32</sup> Par exemple l'environnement informatique dans lequel il est programmé est choisi pour faire la modélisation : ModelMaker facilitant notamment l'analyse de sensibilité, Vensim... Voir X.308 en annexe « 7. »

<sup>33</sup> Par exemple objectif de diffusion...

<sup>34</sup> Analyser le modèle informatique existant, son architecture, les parties utiles à l'outil, étudier comment récupérer les traitements qui seront incorporés dans l'outil, travail de reprise et de réécriture avec tests logiciels et documentation associés... Voir X.308 en annexe « 7. ». Voir STICS en X.210 en annexe « 7. »

<sup>35</sup> Il ne s'agit pas de produire un outil contenant le modèle mais de favoriser la production ultérieure de plusieurs outils contenant le modèle en préparant sa réutilisation logicielle.

Cette approche soulève comme questions :

- Existe-t-il des cas où cette démarche est applicable et lesquels ?
- Que peut signifier préparer des modèles à cette réutilisation ? Quelles sont les caractéristiques des outils qui en sont issus ?
  - Qu'est-ce qu'un modèle sous forme facilitant cette réutilisation logicielle<sup>36</sup>, est-il possible d'en préparer (en termes de conception, forme informatique...) et comment, jusqu' où aller dans la préparation<sup>37</sup> ?
  - Est-il possible de préparer un modèle pour que la production d'un outil le contenant ne requière pas de savoir faire en modélisation<sup>38</sup> ?
- Une offre logicielle de modélisation « clé en main » (prête à l'emploi) permettrait-elle de susciter l'intérêt de potentiels acteurs en production et distribution logicielles<sup>39</sup> ?
- Un modèle pouvant exister dans différents logiciels<sup>40</sup>, quelle place une forme facilitant la réutilisation logicielle trouve-t-elle parmi les autres logiciels basés sur le modèle ? En particulier, quels points communs entre la réutilisation logicielle dans des travaux de recherche et dans des outils destinés à la profession<sup>41</sup> ?

Voir aussi paragraphes « 2.2.2. Construction de l'outil », « 2.3.1. Construction de l'outil », « 3.1. Développer un outil adapté à un besoin de la profession agricole », « 3.2.2. Préparer le modèle pour les outils ».

## 5 Le modèle informatique

Voir schéma « Travail de modélisation » en Annexe « 8. »

Dans ce qui précède on est parti du principe qu'il résultait du travail de modélisation un modèle informatique qualifié, même s'il a été mentionné que ce n'était pas toujours le cas<sup>42</sup>. Dans ce paragraphe, on va revenir sur le travail informatique inclus dans le travail de modélisation et aboutissant au modèle informatique.

### 5.1 Construction du modèle informatique

#### 5.1.1 Ingénierie du développement d'applications logicielles

**Travail informatique généré [ TI\_cns\_mod ] :**

**Informaticien en développement d'applications logicielles :** Mettre le modèle sous forme informatique relève de compétences informatiques en développement d'applications logicielles, ce qui inclut la fonction de responsable informatique et celle de développeur informatique. Ces

<sup>36</sup> A priori des objets livrables prêts à être réutilisés dans diverses applications logicielles, une offre logicielle « clé en main » répondant à des critères comme la clarté de l'offre (expression claire du service offert par le modèle : entrées, sorties, traitements effectués...), la simplicité de mise en œuvre de la réutilisation (l'appel dans un autre logiciel n'oblige pas à se plier à de lourdes contraintes), etc.

<sup>37</sup> Trouver le juste équilibre dans l'effort de préparation qui servira à la production des outils sans empiéter sur la préparation spécifique de chaque outil. [Voir X.310 en annexe « 7. »](#)

<sup>38</sup> S'il ne mobilise pas une équipe multi-compétences, alors le projet d'outil rentre à la portée de sociétés informatiques non spécialistes en modélisation.

<sup>39</sup> Sans l'investissement desquels certains produits logiciels issus des travaux de modélisation ne pourraient voir le jour.

<sup>40</sup> Logiciel de poursuite des travaux de modélisation, d'autres travaux de modélisation, plusieurs outils utiles à la profession...

<sup>41</sup> Par rapport aux objectifs, aux usages, au profil des développeurs, à leur environnement de développement informatique, leurs préoccupations (modélisation, interopérabilité, diffusion...).

<sup>42</sup> Voir « 3.2.1. Etat logiciel du modèle informatique résultant du travail de modélisation »

fonctions sont portées par un nombre variable d'individus, le responsable informatique pouvant en même temps endosser le rôle du (d'un des) développeur(s) informatique(s). Voir schéma « Fonctions des informaticiens en développement d'applications logicielles » en Annexe « 8. ».

Dans son travail de modélisation<sup>43</sup>, il se peut que le modélisateur ait recours à un informaticien en développement d'applications logicielles auquel il confiera tout ou partie du développement informatique du modèle. Voir X.501 en annexe « 7. ». Il se peut aussi que le modélisateur prenne lui-même en charge une part variable du travail informatique, ce qui dépend de ses compétences informatiques et de son choix de s'impliquer ou non dans les activités informatiques. Voir X.502 en annexe « 7. ». Un facteur qui peut l'inciter à se débrouiller sans informaticien est qu'il existe actuellement des environnements de développement<sup>44</sup> pour la modélisation permettant de programmer sans nécessairement avoir de connaissances pointues en informatique. Voir X.503 en annexe « 7. ». Cependant le modélisateur qui n'aurait pas suivi de formation, initiale ou complémentaire, au métier d'informaticien risque de travailler sans suivre l'ensemble des règles du métier logiciel.

### 5.1.1.1 Fonction de responsable informatique

**Verrou)** Il arrive qu'il ne soit **pas donné sa juste place à la fonction de responsable informatique** alors laissée vacante ou négligée dans le travail de modélisation. Ceci peut avoir comme conséquences en terme de gestion de projet informatique, une vision à court terme et un manque de recul sur les projets, un engagement dans des entreprises dont on n'a pas les moyens, l'abandon des projets en cours de route, tandis qu'en terme technique il peut arriver que les choix de solutions informatiques<sup>45</sup> soient faits sans une réelle analyse informatique du contexte et sans être fondés sur des arguments informatiques<sup>46</sup>. Voir X.505 en annexe « 7. ». Voir aussi « 5.4. Le modèle s'inscrit dans la durée » et « 5.1.2.1. Statut temporaire des ressources humaines informatiques ».

**Verrou.Solution)** Systématiser la **présence sur tout projet informatique d'un responsable informatique en mesure d'exercer sa fonction.**

Un moyen y contribuant est une **sensibilisation préventive des modélisateurs**, exercée en amont des projets, visant à faire évoluer les pratiques<sup>47</sup> afin qu'ils accordent à la fonction de responsable informatique sa juste place sur les projets. Ceci entre dans les objectifs de la formation visant à transmettre une culture informatique : voir annexe « 9. ».

Par rapport à cette solution, une issue est de **s'appuyer pour exercer la fonction de responsable informatique sur une structure de soutien** : Celui qui assume la fonction de responsable informatique peut se mettre en situation favorable de l'exercer en rejoignant un cadre balisé de développement lui servant d'accompagnement tel que les plates-formes. Voir X.506 en annexe « 7. ». Un tel cadre le met dans une situation pré-réfléchie qui peut lui éviter de se lancer dans de mauvais choix en méconnaissance de cause car il bénéficie de la réflexion<sup>48</sup> qui a été menée lors de la mise en place du cadre lui-même. En suivant une démarche balisée, il peut éviter d'oublier de traiter des questions informatiques du ressort du responsable informatique. De tels cadres/structures d'accompagnement sont particulièrement utiles et intéressants pour le modélisateur qui prend lui-même en charge la fonction de responsable informatique sans être informaticien de métier.

<sup>43</sup> Voir « 1.2. Champ de l'étude ».

<sup>44</sup> Voir « Outil adapté aux besoins scientifiques » dans la fiche modelia « Les choix informatiques à faire pour développer un modèle » (partie « Choix techniques informatiques » des pages 25 à 31) [Réf. E].

<sup>45</sup> Choix d'outil de développement, de langage de programmation informatique...

<sup>46</sup> Comme la pérennité, interopérabilité, réutilisation, aspect diffusion...

<sup>47</sup> Evolution des pratiques pour qu'un projet informatique ne soit pas lancé sans responsable informatique, et si ce rôle est joué par quelqu'un d'autre que le modélisateur : que le responsable informatique soit impliqué suffisamment tôt dans le projet (les réflexions menées en début de projet incluent des éléments informatiques et les décisions prises ont des impacts sur les aspects informatiques), que le poste informatique soit défini comme intégrant la mission de responsable informatique avec des délais conformément à cette charge et un profil conforme à la fonction.

<sup>48</sup> Réflexion d'interopérabilité, réutilisation etc.



**Verrou.Solution) Assurance « Gestion de projet informatique »** : Il pourrait être créé un **système consultatif informatique** composé d'informaticiens permanents<sup>49</sup> auquel seraient systématiquement soumis tous les projets comportant une part de développement logiciel. Le système consultatif, qui ne remplacerait en rien la présence d'un responsable informatique sur le projet, apporterait aux projets qu'il suit des avis et avertissements d'experts, ce qui pourrait permettre d'éviter de s'engager dans de mauvaises voies et de faire de mauvais choix par méconnaissance des contraintes et des enjeux informatiques. Le système consultatif serait particulièrement utile et intéressant dans le cas des projets ne disposant pas d'un informaticien permanent chargé de la fonction de responsable informatique<sup>50</sup>, et pourrait par ailleurs donner du poids aux dires de l'informaticien d'un projet qui se retrouve souvent seul représentant de son métier sur le projet loin de ses pairs (isolé en tant qu'informaticien). De plus une telle organisation aiderait à améliorer la visibilité d'ensemble des activités logicielles, centraliser la connaissance et maîtriser les projets. Elle aiderait à choisir des solutions informatiques tenant compte de ce qui se fait sur d'autres projets, pourrait ouvrir des opportunités de mutualisation et réutilisations.

### 5.1.1.2 La qualification logicielle

*Le travail de qualification dont il est question dans ce paragraphe fait partie du travail [ TI\_cns\_mod ] d'« informaticien en développement d'applications logicielles » présenté en « 5.1.1. ». Il lui est ici consacré un paragraphe du fait de l'enjeu essentiel de la qualification en terme de valorisation.*

#### **Travail informatique généré [TI\_klt\_mod] :**

**Informaticien en développement d'applications logicielles - aspect méthodologie** : pour pouvoir considérer qu'un modèle informatique existe en tant que logiciel, en plus de le programmer il est nécessaire d'effectuer dessus le travail de qualification grâce auquel le modèle informatique sera accompagné du nécessaire pour qu'un tiers sache quoi en attendre et comment l'utiliser, l'exploiter. La qualification logicielle relève du métier du développement logiciel, est essentiellement de nature méthodologique, a pour enjeu la qualité informatique du logiciel produit<sup>51</sup>. Concernant en particulier la documentation et les tests, elle implique un travail de formalisation : caractérisation, définition de procédures de test et de livraison, conditions d'utilisation, aspects opératoires... Qualifier le modèle (autrement dit en faire un logiciel) est un préalable à son utilisation/exploitation, un point de passage incontournable avant d'envisager sa valorisation, sans quoi le modèle reste inabouti et inachevé.

Voir **X.507** en annexe « 7. ».

**Verrou MAJEUR)** Au cours du travail de modélisation, il arrive que le **travail de qualification logicielle du modèle informatique** ne soit **pas entièrement effectué ou mené à son terme**. Voir **X.508** en annexe « 7. ». Or la non qualification empêche viabilité et fiabilité du modèle informatique dont elle met en péril la capacité d'évolution et la qualité<sup>52</sup>. La non qualification du modèle informatique est un obstacle majeur à son utilisation et sa valorisation.

**Verrou.Solution)** Systématiser la pratique de la **qualification logicielle du modèle informatique** lors du travail de modélisation.

<sup>49</sup> A une échelle susceptible de se situer entre l'institut et le laboratoire ou autre.

<sup>50</sup> Alors qu'au bout du compte il incombe souvent à un informaticien permanent de s'occuper du projet, par exemple quand il prend la relève d'un informaticien temporaire.

<sup>51</sup> L'enjeu d'une qualification logicielle n'est pas de parvenir à un logiciel d'une qualité extrême mais de renseigner sur les conditions dans lesquelles le logiciel a été développé et sur le résultat produit, d'apporter des informations et garanties qui sont le reflet de l'état effectif du logiciel (*le contraire de la « boîte noire »*).

<sup>52</sup> D'une part la reprise du modèle non qualifié par d'autres développeurs que celui qui l'a créé est extrêmement difficile et coûteuse (au point que le successeur puisse préférer tout recommencer), d'autre part il sera difficile au cours du temps d'apporter la garantie que le modèle n'est pas dégradé au fur et à mesure de ses évolutions/modifications (ce à quoi servent les tests de non régression inclus dans les procédures de qualification logicielle).

Un moyen y contribuant est une **sensibilisation préventive** à la méthodologie logicielle, exercée en amont des projets, visant à faire évoluer les pratiques<sup>53</sup> afin que la qualification logicielle soit prise en compte sur le projet. Ceci entre dans les objectifs de la formation visant à transmettre une culture informatique : voir annexe « 9. ».

Le moyen qui serait à la hauteur de ce verrou majeur serait de mettre en place **un système d'assurance de la qualité informatique**, composé d'une équipe d'ingénieurs qualité informatique, pour accompagner en méthodologie logicielle les projets informatiques dans leur démarche de qualification logicielle.

**Ceci engendre comme travail informatique [TI\_klt\_mut] :**

**Ingénieur qualité informatique** : il a une mission de suivi des projets (revues...) ainsi qu'une mission de mutualisation telle que la production d'un plan et de procédures qualité informatique communs. Certains développeurs informatiques sauraient exploiter ces instruments pour alléger leur tâche mais d'autres ne sauraient en tirer profit sans aide pour s'en servir. C'est pourquoi l'ingénieur qualité informatique mènerait de plus des actions incitatives et pro-actives auprès des projets en vue de professionnaliser et répandre la pratique de la qualification logicielle. Ceci impliquerait un accompagnement approfondi des projets de charge conséquente (aide, formation) et d'efficacité dépendant de la légitimité et reconnaissance de son rôle.

Faute de structure dédiée à l'assurance de la qualité informatique, une issue est de **s'appuyer pour effectuer la qualification logicielle sur une structure de soutien** : En effet, la tâche de qualification logicielle peut être facilitée en travaillant dans un cadre/une structure de développement balisé qui accompagne en méthodologie et guide dans la démarche qualité. Voir X.509 en annexe « 7. ». D'une certaine manière, on peut considérer que le RMT fait fonction de « structure de soutien » pour les projets informatiques de modélisation<sup>54</sup>. D'un côté on peut voir les « structures de soutien » comme un palliatif à l'inexistence d'une structure globale dédiée à l'assurance de la qualité informatique, mais d'un autre côté on peut aussi les considérer comme la manière appropriée d'organiser le système d'assurance qualité, si l'on privilégie la part de qualification logicielle spécifique de chaque domaine applicatif. L'assurance qualité est alors confiée à diverses petites structures répondant chacune à un contexte particulier (en terme de discipline/thématique, concepts de modélisation...) et correspondant à une communauté limitée. Toutefois cette solution est moins performante que celle d'une structure globale en terme de mutualisation et elle présente un risque d'hétérogénéité entre méthodes de qualification logicielle mises en œuvre par chaque structure de soutien, avec risque de recouvrement entre leurs publics<sup>55</sup>. Enfin, les possibilités actuelles de recours à des structures de soutien existantes paraissent sous-dimensionnées par rapport aux difficultés constatées en qualification logicielle.

Parce que la qualification logicielle est coûteuse en charge, une difficulté consiste à amener les équipes à y consacrer du temps. Un système consultatif informatique en assurance « Gestion de projet informatique » (voir « 5.1.1.1. ») pourrait jouer un rôle incitatif en ce sens. Mais surtout, des initiatives qui procureraient **certains services aux projets de modélisation à la condition en échange qu'ils effectuent la qualification logicielle** pourraient servir à répandre de bonnes pratiques en qualification logicielle, par exemple : des projets d'affichage de modèles informatiques et outils logiciels qualifiés, des projets de mutualisation (forge, infrastructure de diffusion...) pour les logiciels qualifiés. Il pourrait aussi être institué un **label modélisation**, qui serait attribué aux modèles qualifiés. La labellisation informerait sur les modèles et constituerait pour l'utilisateur un gage des conditions dans

<sup>53</sup> Evolution des pratiques pour systématiser la pratique de la qualification logicielle, et en particulier dans le cas où le développement logiciel est sous-traité (contrat CDD, contrat avec une société prestataire informatique) que la demande de qualification logicielle soit explicite dans le contrat (procédure de recette, livrables en terme de documentation) et son exécution suivie.

<sup>54</sup> Des fiches modelia [Réf. E] se rapportent à la qualification logicielle (trames de documents, exemples de documentation de projets comme RECORD ou Betha, exemple de tests informatiques dans le cas du logiciel portageMM2CPP, etc), des projets ont été conseillés et accompagnés dans le cadre des consultances, une formation (voir annexe « 9. ») a été organisée.

<sup>55</sup> Projet RECORD, projet CAPSIS, projet qualité au niveau du réseau RIEA...

lesquelles un modèle a été développé et du résultat produit, ce qui pourrait jouer en faveur de la valorisation des modèles. Pour concrétiser la labellisation, il faudrait commencer par élaborer une échelle de labels (caractérisant le niveau de qualité informatique du modèle) puis faire passer les procédures de labellisation, ce qui peut être considéré comme un prolongement des missions du système d'assurance de la qualité informatique. Si la labellisation, de signification connue et partagée de tous, parvenait à un niveau de réputation reconnu, alors l'enjeu d'obtenir la labellisation pourrait être un facteur de motivation à effectuer la qualification logicielle des modèles informatiques.

## 5.1.2 Moyens humains informatiques

### 5.1.2.1 Statut temporaire des ressources humaines informatiques

**Verrou)** Il arrive que le développement du modèle informatique soit effectué par des **personnes de statut temporaire** <sup>56</sup>, notamment si les financements sont obtenus par projet. **Voir X.510 en annexe « 7. »**. Or il arrive que les particularités/spécificités de cette situation ne soient pas prises en compte. De plus, le fait que des informaticiens se succèdent sur un même projet informatique n'est pas sans conséquence sur le logiciel résultant <sup>57</sup>.

**Verrrou.Solution)** Adapter la méthode de travail et l'organisation sur le projet au fait que des informaticiens temporaires participent au développement du modèle informatique lorsque c'est le cas.

Un moyen y contribuant est une **sensibilisation préventive** exercée en amont des projets, visant à faire évoluer les pratiques pour avoir recourt aux postes informatiques temporaires en connaissance de cause, pour donner moyen d'évaluer ce qui peut en être attendu et de mesurer si on est en situation d'en tirer profit, pour éviter de s'engager dans un investissement « à perte » (temps et argent). Ceci entre dans les objectifs de la formation visant à transmettre une culture informatique : voir annexe « 9. ».

D'autre part la résolution des verrous relatifs au **responsable informatique** et à la **qualification logicielle** débloquerait les problèmes rencontrés quand on a recours à des informaticiens de statut temporaire : voir les solutions de ces verrous en « 5.1.1.1. » et « 5.1.1.2. ». En particulier, la présence d'un responsable informatique au côté de développeurs informatiques de statut temporaire <sup>58</sup> est essentielle et un système consultatif informatique en assurance « Gestion de projet informatique » s'avèrerait particulièrement utile pour le suggérer si besoin. **Voir X.511 en annexe « 7. »**. D'autre part la qualification logicielle du modèle informatique devra être mise en œuvre de manière particulièrement rigoureuse et exigeante (commande et livraison logicielles, documentation, traçabilité...) afin de permettre que soit repris le travail de l'informaticien temporaire parti. Dans certains cas, par exemple si l'informaticien temporaire est stagiaire, il ne suffit pas d'attendre de l'informaticien une démarche professionnelle mais de la lui apprendre et de le guider. **Voir X.512 en annexe « 7. »**.

### 5.1.2.2 Manque de ressources humaines informatiques

**Verrou)** Il arrive que lors du travail de modélisation il **manque des moyens humains informatiques** pour le **travail de construction du modèle informatique**. Le modélisateur qui voudrait avoir recours

---

<sup>56</sup> Stagiaires, Contrat à Durée Déterminée, thèse...

<sup>57</sup> En terme de qualité informatique, lorsqu'un logiciel est développé par une succession d'individus, quel que soit le soin porté à son développement, il y a inévitablement dégradation du logiciel à chaque changement d'informaticien parce que personne ne connaîtra jamais un logiciel mieux que son créateur. De plus intervenir sur une durée courte avec des délais serrés risque d'obliger à des compromis et impasses (documentation, tests...). Par ailleurs l'entrée dans le projet de chaque nouvel intervenant a un coût non négligeable et incompressible (prendre connaissance du passé du projet, s'approprier sa fonction...).

<sup>58</sup> A la tête de l'équipe logicielle composée des développeurs informatiques temporaires se succédant sur le projet, ce responsable informatique a un rôle conséquent d'encadrement et pilotage. Il découpe le logiciel en lots qui puissent être confiés aux informaticiens temporaires et suit leurs travaux. Voir schéma « Fonctions des informaticiens en développement d'applications logicielles » en Annexe « 8. ».

à un informaticien en développement d'applications logicielles n'en a pas toujours la possibilité. Voir [X.513 en annexe « 7. »](#).

A part **augmenter la capacité en informaticiens en développement d'applications**<sup>59</sup>, il s'agirait de **mieux tirer profit des informaticiens en développement d'applications actuels en améliorant les conditions dans lesquelles ils exercent leur travail, en facilitant leur tâche.**

**Verrou.Solution) Mutualisation sous forme de services et personnes ressources satellites des informaticiens en développement d'applications** chargés de la construction du modèle. Il s'agit de décharger les informaticiens en développement d'applications actuels de certaines tâches généralistes et mutualisables propres à l'activité de développement logiciel, qui ne sont en rien spécifiques des projets de modélisation, de sorte que leur investissement consiste à apprendre à se servir de services qui leur sont directement fournis et non pas à mettre en place eux-mêmes ces services ; il s'agit également de les entourer de spécialistes auxquels ils puissent s'adresser plutôt que d'assumer eux-mêmes tous les volets du développement.

**Ceci engendre comme travail/fonction informatiques [TI\_cnsmod\_mut] :**

**Informaticiens sur des projets de mutualisation au bénéfice des informaticiens en développement d'applications chargés de la construction du modèle, leur offrant des services ou en tant que personnes ressources :** L'activité de développement logiciel pourrait s'appuyer sur une infrastructure de développement logiciel commune à plusieurs projets telle qu'une forge<sup>60</sup> qui, déployée et administrée par une équipe dédiée, serait mise à la disposition de ceux qui développent pour alléger leur charge grâce aux outils de génie logiciel qu'elle procure (gestion des versions, suivi des bugs, mise en place des tests logiciels, développement à plusieurs...). Ou encore le fait de pouvoir s'appuyer sur un plan et des procédures qualité logicielle existantes éviterait à l'informaticien en développement d'applications d'avoir à les reconstruire sur son propre projet.

En terme d'infrastructure commune de développement logiciel telle qu'une forge<sup>61</sup> : voir « 2.2.3. », ou encore « tous les développements RECORD bénéficieront d'un service de type Forge »<sup>62</sup>.

En terme de plan et procédures qualité logicielle sur lesquels s'appuyer : voir le « système d'assurance de la qualité informatique » en « 5.1.1.2. La qualification logicielle ».

**Verrou.Solution) Economiser des développements lors de la construction du modèle informatique** au cours du travail de modélisation.

Un moyen pour cela serait de monter **des projets logiciels communs de mutualisation** sur lesquels pourraient s'appuyer les projets spécifiques, qui favoriseraient la réutilisation, l'économie de développement sur le projet, les collaborations : voir paragraphe suivant « 5.2. Moyens de développement informatique facilitant le travail de modélisation ». Voir [X.514 en annexe « 7. »](#).

Un autre moyen serait de **privilégier sur chaque projet la capitalisation en préparant le modèle pour les outils** (voir « 3.2.2. »). Un système consultatif informatique en assurance « Gestion de projet informatique » (voir « 5.1.1.1. ») pourrait inciter à cette stratégie de capitalisation gagnante à long terme malgré son surcoût immédiat.

**Verrou.Solution) Pour que les informaticiens en développement d'applications actuels fassent face aux évolutions rapides et constantes des technologies informatiques, faciliter la communication et les échanges entre informaticiens (retours d'expérience...) ainsi que leur formation.**

<sup>59</sup> Notamment en responsables informatiques de statut permanent sur les projets où les développeurs informatiques sont de statut temporaire.

<sup>60</sup> Voir Forge en annexe « 10. ». Voir la fiche « Forge » [Réf. E]

<sup>61</sup> Voir Forge en annexe « 10. ». Voir la fiche « Forge » [Réf. E]

<sup>62</sup> Extrait du document RECORD [ Réf. G ]

Par rapport à cette solution, il existe actuellement des initiatives pour échanger et se rencontrer entre informaticiens, déployées à différentes échelles selon différents critères de regroupement : liste de discussion informatique « Programmation »<sup>63</sup>, groupe « Programmation et agriculture »<sup>64</sup>, réseau régional « COMPIL »<sup>65</sup>, projet PLUME<sup>66</sup>, réseau RIEA<sup>67</sup>, rôle naissant des CATI, projets de collaboration entre informaticiens (voir **X.514** en annexe « 7. »).

## 5.2 Moyens de développement informatique facilitant le travail de modélisation

Il se peut que le modélisateur se débrouille seul en informatique parce qu'il préfère rester autonome dans son travail de modélisation et ne pas dépendre d'un informaticien. Voir **X.515** en annexe « 7. ». Le modélisateur qui fait le choix de programmer lui-même ne demande pas à disposer d'informaticiens mais de moyens de développement facilitant sa propre tâche. Cette demande existe également dans d'autres contextes (voir notamment en « 5.1.2.2. »).

**Verrou)** Il arrive qu'il manque des moyens facilitant la modélisation. Voir **X.516** en annexe « 7. ».

**Verrou.Solution)** Investir dans des projets de mutualisation facilitant de faire de la modélisation (projets communs, mutualisation, centres de ressources)

**Ceci engendre comme travail/fonction informatiques [TI\_mod\_mut] :**

**Informaticiens sur des projets de mutualisation facilitant de faire de la modélisation :** Une action de mutualisation peut consister à développer un logiciel commun<sup>68</sup> susceptible de servir à plusieurs projets de modélisation, à la disposition desquels il est mis pour alléger leur charge. Une mutualisation peut également se situer au niveau de la définition de formalismes communs, de formats standards. Les projets de mutualisation peuvent être des projets thématiques, liés aux spécificités des disciplines. Il peut être nécessaire de produire plusieurs logiciels de mutualisation, chacun adapté à certains destinataires<sup>69</sup>, certaines finalités<sup>70</sup>.

Voir **X.517** en annexe « 7. ».

## 5.3 Expertises et spécialistes informatiques

### 5.3.1 Présentation, description

**Travail informatique généré [ TI\_spc\_mod ] :**

**Informaticien spécialiste d'un domaine informatique :** Le modélisateur peut avoir besoin d'un informaticien spécialiste d'un domaine informatique, d'une technologie, d'une méthode : calcul scientifique, SIG, bases de données, Systèmes Multi-Agents.... Le travail de ces informaticiens spécialistes d'un domaine informatique se fait très en lien avec la thématique scientifique

<sup>63</sup> Voir « Programmation » en annexe « 10. ». Voir la fiche modelia « Liste de discussion informatique Programmation » [Réf. E].

<sup>64</sup> Voir « Programmation et agriculture » en annexe « 10. ». Voir la fiche modelia « Groupe Programmation et agriculture » [Réf. E].

<sup>65</sup> Voir COMPIL en annexe « 10. ». Voir la fiche modelia « Réseau COMPIL » [Réf. E].

<sup>66</sup> Voir PLUME en annexe « 10. ». Voir la fiche modelia « Promouvoir les Logiciels Utiles Maîtrisés et Economiques dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche, le Projet PLUME » [Réf. E].

<sup>67</sup> Voir RIEA en annexe « 10. »

<sup>68</sup> Le logiciel de mutualisation peut être un élément constitutif de l'environnement de développement (outil de construction, outil de mise au point...), un logiciel applicatif réutilisable qui sera appelé par le logiciel du projet, un logiciel applicatif auquel le logiciel du projet sera relié... Le logiciel de mutualisation peut être remis sous différentes formes (un exécutable, une bibliothèque informatique...).

<sup>69</sup> En fonction du niveau de compétence informatique de ceux à qui le logiciel de mutualisation est destiné (développeurs informatiques maîtrisant des langages informatiques perfectionnés, modélisateurs qui ne sont pas familiers de la programmation informatique...), la solution informatique retenue pour le logiciel de mutualisation est plus ou moins complexe d'usage, ergonomique...

<sup>70</sup> En termes d'ergonomie, de facilité d'usage, de pérennité, interopérabilité etc

considérée. Chaque discipline aura ses spécificités.

## 5.4 Le modèle s'inscrit dans la durée

### Travail informatique généré [TI\_grd\_mod] :

**Gardien logiciel du modèle informatique** : Une fois que le modèle informatique a été développé et qu'il existe sous forme de logiciel qualifié, le fait même qu'il existe implique que **quelqu'un s'occupe du modèle informatique durant son existence**. Il s'agit de suivre le modèle informatique (maintenance corrective) et de le faire évoluer (maintenance évolutive). Que le modèle soit remis à des tiers ou qu'il reste à usage interne, il s'agit également de servir de correspondant logiciel à ceux qui se renseignent à son sujet. Cette personne détient et centralise la connaissance autour du modèle informatique (historique...). Notamment le fait de recenser quels logiciels contiennent (ou pourraient contenir) le modèle informatique permet d'en tenir compte dans les orientations données au projet du modèle informatique.

**Verrou**) Il arrive qu'**une fois que le modèle informatique a été développé il n'y ait plus personne pour s'en occuper au niveau informatique**, d'autant plus dans la situation où le modèle informatique a été développé par un informaticien de statut temporaire (voir aussi verrou en « 5.1.2.1. »).

**Verrou.Solution**) Désigner systématiquement sur tout projet informatique quelqu'un qui s'occupe du logiciel une fois celui-ci développé. Ne pas initier un projet informatique si aucune solution n'est trouvée pour savoir qui s'occupera du logiciel une fois celui-ci développé. Par certains aspects, le rôle [TI\_grd\_mod] de la personne qui s'occupe du logiciel une fois celui-ci développé peut être rapproché de celui du responsable informatique (voir aussi verrou en « 5.1.1.1. »). Les fonctions remplies par le responsable informatique et celui qui s'occupe du logiciel durant son existence sont à rapprocher de la notion de « **correspondant logiciel** »<sup>71</sup> qui argumente de la « nécessité d'avoir au niveau d'un laboratoire [...] avec des développements informatiques un correspondant logiciel » qui « participe à l'élaboration du plan de logiciels du laboratoire et à son suivi » et qui « gère les listes de logiciels produits au laboratoire », ou encore de celle de « **correspondant développement interne** »<sup>72</sup> donnée dans le projet RELIER<sup>73</sup>.

## 5.5 Utilisation du modèle informatique en l'état

La valorisation du modèle informatique dont il a été question en « 2. » à « 4. » consistait à développer et utiliser un outil logiciel qui contienne le modèle informatique et qui soit utile à la profession. Dans ce paragraphe, on va considérer le cas où l'outil logiciel de transfert serait le modèle informatique lui-même, qui serait mis à la disposition de tiers souhaitant l'utiliser pour répondre à une question de la profession agricole<sup>74</sup>. On regarde la situation où il s'agit de se servir du modèle informatique exactement dans l'état dans lequel il se trouve une fois développé lors du travail de modélisation. Il n'est question ici ni de reprendre le développement logiciel pour adapter le modèle informatique<sup>75</sup> ni d'effectuer du travail de modélisation supplémentaire<sup>76</sup>.

Tout d'abord, il arrive que **le modèle informatique soit livré à son utilisateur alors qu'il n'est pas qualifié**. Or le modèle non qualifié n'est pas prêt à être utilisé en l'état par des tiers et celui qui en fait usage risque de mal l'employer faute d'informations et garanties à son sujet. Voir aussi « 5.1.1.2. La qualification logicielle ». Pour éviter cela, la solution consiste, en tant que tiers utilisateur du modèle informatique, à **s'assurer que les éléments de qualification sont bien livrés par celui qui fournit le modèle informatique** (évitant la boîte noire non renseignée). Un moyen y contribuant est une

<sup>71</sup> Voir document [ Réf. C ]

<sup>72</sup> Voir document [ Réf. B ]

<sup>73</sup> Voir RELIER en annexe « 10. ». Voir fiche modelia « Espace de référencement de logiciels développés dans des laboratoires de recherche, le Projet RELIER » [Réf. E].

<sup>74</sup> Voir « Autonomie du transfert » au « 1.3 »

<sup>75</sup> Il s'agirait alors d'une construction d'outil contenant le modèle informatique : voir « 2. » à « 4. » à ce sujet.

<sup>76</sup> Par exemple nouveau paramétrage, nouvelle validation en terme scientifique...

**sensibilisation préventive** à la qualification logicielle, exercée en amont des projets. Ceci entre dans les objectifs de la formation visant à transmettre une culture informatique : voir annexe « 9. ».

Ensuite, le fait d'exploiter le modèle informatique engendre un **travail informatique d'exploitation du modèle informatique**<sup>77</sup>. Or il arrive qu'il **manque des moyens humains pour le travail d'exploitation du modèle informatique en l'état** une fois que celui-ci a été développé. Les solutions à ce verrou sont analogues à celles du paragraphe « Exploitation de l'outil » en « 2.2.3. » et « 2.3.2. », avec en particulier comme travail généré un **travail informatique sur des projets de mutualisation au bénéfice des informaticiens chargés de l'exploitation du modèle informatique, leur offrant des services ou en tant que personnes ressources**<sup>78</sup> et un **travail en communication d'affichage des modèles informatiques à la vue des partenaires potentiels en exploitation des modèles**<sup>79</sup>.

Puis on peut se demander si les modèles informatiques existants ne seraient pas plus utilisés s'ils étaient **plus affichés pour les faire connaître à des utilisateurs potentiels**. Ceci engendre un **travail en communication d'affichage des modèles informatiques pour les faire connaître à des utilisateurs potentiels**. Comme moyens existants d'affichage des modèles informatiques qualifiés : le projet RELIER paraît a priori plus approprié que le projet PLUME<sup>80</sup> car le modèle informatique qualifié, bien qu'apte à être remis à des tiers, n'est pas forcément à un stade très avancé en terme de finalisation ; dans le passé il existait sur le site modelia des pages recensant des modèles, projets et logiciels en modélisation (qui ne sont plus mises à jour) ; dans le futur peut-être le système d'information du projet européen EPIAGRI<sup>81</sup>.

Cependant, **souvent le modèle informatique en l'état n'est pas adapté au transfert auprès de la profession**. Construit dans le cadre du travail de modélisation, a priori il ne répond pas directement aux contraintes et exigences requises pour son usage par la profession, et une adaptation ou autre<sup>82</sup> est souvent nécessaire, requérant soit de reprendre le développement logiciel pour adapter le modèle informatique soit d'effectuer du travail de modélisation supplémentaire. [Voir X.518 en annexe « 7. »](#). [Voir X.519 en annexe « 7. »](#).

Finalement, comparé à la quantité existante de travaux de modélisation, les modèles informatiques qui en sont issus sont peu utilisés en l'état par des tiers pour répondre aux questions de la profession agricole. Ceci s'explique peut-être en partie par le manque de moyens informatiques pour l'activité d'exploitation des modèles et par le manque de visibilité des modèles informatiques existants, mais a priori ces raisons restent secondaires par rapport au point sans doute le plus bloquant qui est que généralement le modèle informatique en l'état n'est pas adapté au transfert auprès de la profession. Son transfert auprès de la profession passera plutôt par le développement d'un outil utile à la profession le contenant. S'il fallait valider cette hiérarchisation des verrous, le fait d'afficher et rendre visible les modèles informatiques qualifiés permettrait de confirmer ou infirmer le non intérêt porté, autant par les utilisateurs que les partenaires potentiels, à la question d'utiliser les modèles informatiques en l'état.

---

<sup>77</sup> Analogue à [TI\_xpl\_otl] « travail d'exploitation de l'outil logiciel » sauf qu'ici il s'agit du modèle informatique.

<sup>78</sup> Analogue à [TI\_xplotl\_mut] sauf qu'ici il s'agit du modèle informatique.

<sup>79</sup> Analogue à [TC\_axt\_otl] sauf qu'ici il s'agit du modèle informatique.

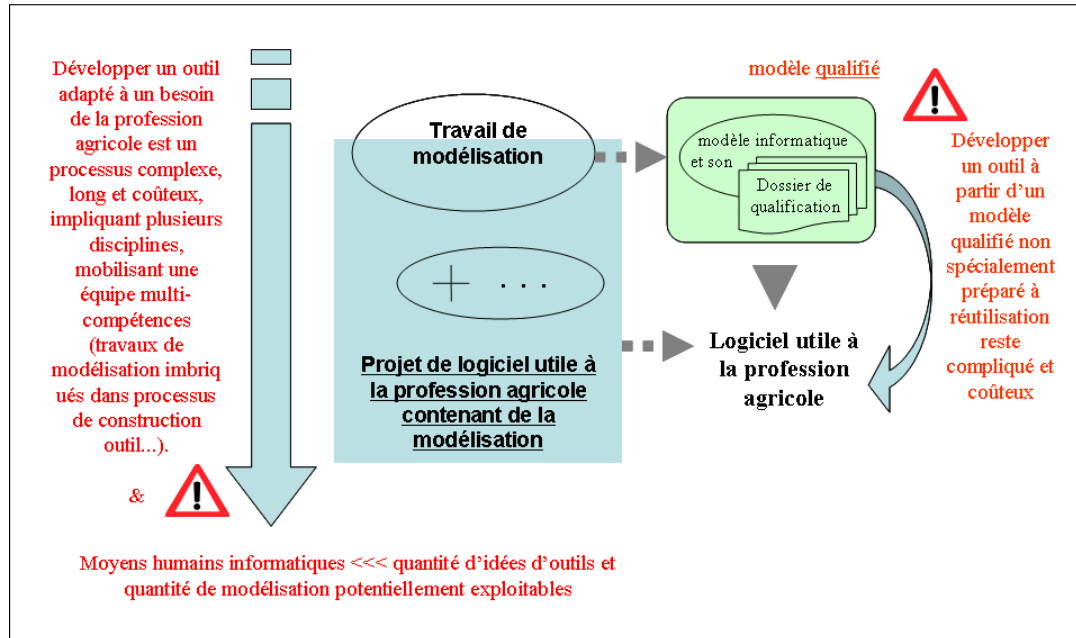
<sup>80</sup> Voir PLUME et RELIER en annexe « 10. ». Voir fiches modelia « Promouvoir les Logiciels Utiles Maîtrisés et Economiques dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche, le Projet PLUME » et « Espace de référencement de logiciels développés dans des laboratoires de recherche, le Projet RELIER » [Réf. E].

<sup>81</sup> Voir EPIAGRI en annexe « 10. »

<sup>82</sup> Fonctionnalités et traitement à adapter, forme non adaptée à la diffusion, manque d'ergonomie, de robustesse...

## 6 Conclusion

Schéma de synthèse des verrous qui ont été évoqués :



En comparaison de la quantité d'idées d'outils et de modélisation potentiellement exploitable, il existe a priori très peu d'outils logiciels finalisés utiles à la profession contenant de la modélisation. Beaucoup de projets d'outils avortent pour diverses raisons (outil inadapté au besoin, manque de moyens pour toute la durée du développement, absence de moyens d'exploitation...). Le coût et la complexité de production d'outils destinés à la profession conduisent à s'interroger sur ce qui pourrait être effectué en amont des projets d'outils en vue de les faciliter, au lieu de raisonner en production d'outils un à un et de bout en bout (construction + exploitation).

C'est pourquoi sur la mission RMT de **favoriser la réalisation et la diffusion de logiciels issus des travaux de modélisation**, il est proposé de s'intéresser à la **démarche de valorisation qui consisterait à préparer des modèles à la réutilisation et les mettre à la disposition de tiers susceptibles de les incorporer dans leurs applications logicielles, sans présager des outils qui en seraient issus** (voir « 4. »). Afin d'ancrer la démarche dans la réalité du contexte de la modélisation, il serait intéressant de l'**instancier dans un cas de projet concret**. Le projet **RECORD** semblerait pour cela particulièrement approprié car la plate-forme informatique RECORD de modélisation et simulation servant à mettre au point des systèmes de cultures est un lieu de construction des modèles dans le souci de réutilisabilité et de qualification logicielles. La **qualification logicielle** du modèle informatique étant identifiée comme l'enjeu majeur en amont de sa valorisation, le projet RECORD permettrait de traiter à son échelle cette question et plus globalement les **bonnes pratiques informatiques sur les travaux de modélisation en vue de leur transfert** (voir « 5.1.1.1. », « 5.1.1.2. », annexe « 9. »).

Par ailleurs l'étude évoque, sans aucune exhaustivité, diverses sortes de mutualisation (voir « 2.2.2. », « 2.2.3. », « 5.1.2.2 », « 5.2. » et « 5.5. »).

Pour terminer, il ressort des documents [ Réf. B ] du CNRS et [ Réf. D ] de l'INRIA que les questions et verrous évoqués dans le rapport présentent certaines similitudes avec les situations d'autres organismes de recherche. Voici quelques éléments de retours d'expériences relevés du document [



Réf. B ] de Violaine Louvet, concernant la réutilisation des logiciels développés dans les laboratoires de recherche et leur mise à la disposition de tiers :

- « Les codes développés dans les laboratoires de recherche servent essentiellement de support aux publications. Ils ne sont donc pas exploitables directement de façon aisée car pas développés pour. »
- « Le partage du travail : il n'est pas toujours facile pour un chercheur de faire la démarche de donner les sources de ses codes, sur lesquels il a passé beaucoup de temps. »
- « La réutilisabilité du logiciel : les codes de recherche ne sont pas développés dans le but d'être utilisés par d'autres. Leur publication suppose donc un gros travail de documentation des sources, voire d'écriture d'interfaces utilisateurs. »
- Afficher son logiciel dans un espace dédié implique de dégager un « temps consacré au dépôt : il faut s'investir un minimum pour savoir ce qu'il faut faire, où il faut se connecter, regarder la documentation, obtenir un login, déposer le logiciel et en assurer un minimum de suivi. »
- « La rentabilité de l'investissement : si les chercheurs ne sont pas motivés pour déposer les logiciels, cela peut en partie être dû au fait qu'ils n'en voient pas l'utilité et la rentabilité. »
- « Un des points cruciaux est la valorisation de la production scientifique autre que les publications. Si cette idée se développe, les chercheurs seront plus incités à développer des codes de qualité réutilisables facilement. Leur valorisation sera alors plus axée code qu'idée scientifique. [...]. D'autre part, les laboratoires seront aussi plus enclins à donner des moyens pour aider les développements logiciels. »

# ANNEXES

## 7 Annexe : Exemples, illustration

**X.101.** : Travail de modélisation engageant une part de réflexion et d'analyse en terme de modélisation :

- Dans le projet « Carpocapse du pommier » (entre CTIFL, INRA, CEHM), à partir du modèle résultant d'une thèse INRA sur la résistance du carpocapse : conception et réalisation du modèle hébergé dans la plate-forme INOKI, et évaluation par expérimentations en plein-champ (voir précisions en X.301.).
- Dans le projet CTIFL « Thrips californien du pêcher », à partir de bibliographie : conception, réalisation et évaluation du modèle hébergé dans la plate-forme INOKI.
- Travail de paramétrage et d'évaluation d'un modèle existant, pour un contexte sortant de la gamme des situations dans lesquelles le modèle a été établi (travaux de paramétrage du modèle STICS).
- Travail de modélisation lié à l'agencement de différents modèles, et nouvelle validation scientifique associée (agencement/intégration de plusieurs modèles dans le projet MELODIE).

**X.102.** : Travail de modélisation effectué par divers acteurs sous diverses conventions et organisations :

- Projets impliquant des ICTA et INRA : projets CAS DAR, co-financement de thèses...
- Travaux de recherche INRA peut-être avec d'autres organismes de recherche : projet INRAtion, projet européen SEAMLESS (impliquant notamment INRA, Université de Wageningen, CIRAD, Cemagref...), projet SEVE (impliquant INRA, CNRS, CNRM)...
- Projets CTIFL en partenariat avec SILEBAN, FREDON, SERAIL, Hortis, CEHM...
- Projets IFV en partenariat avec la société SESMA.
- ...

**X.103.** : Projets avec double objectif d'avancer dans la recherche et de valoriser le résultat de modélisation sous la forme d'un outil :

- Projet CAS DAR « Effet des systèmes de production sur les populations de nématodes nuisibles aux grandes cultures : recherche de méthodes pratiques de diagnostic et de gestion des risques » (ACTA, ARVALIS-Institut du végétal, CETIOM, ITB, INRA, LNPV, Chambres d'Agriculture, Champagne-céréales, Nouricia, Jouffray Drillaud, BayerCropScience).
- Projet CAS DAR « Aide à la décision de la lutte contre les adventices » (CETIOM, ACTA, ITB, ITL, ARVALIS-Institut du Végétal, CRA Bourgogne, INRA).
- Projet européen SIGMEA incluant le développement d'une base de données, d'une plate-forme logicielle, d'un outil d'aide à la décision (SMAC advisor).
- RMT « Gestion de la flore adventice en grandes cultures » (ACTA, ARVALIS-Institut du Végétal, CETIOM, ITAB, ITB, ITL, INRA, Chambres d'Agriculture d'Aquitaine et de la Marne, Lycée Agricole de Vesoul) dans le cadre duquel est poursuivi le paramétrage puis l'utilisation du modèle FLORSYS.
- ...

**X.104.** : Le poste de Pierre Casadebaig lors de sa thèse co-financée INRA-CETIOM (modèle tournesol de l'UMT Tournesol) était situé à l'INRA. Le poste en CDD de l'informaticien Décid'herb Franck Belhache financé par des partenaires du projet CAS DAR « Aide à la décision de la lutte contre les adventices » (CETIOM, ACTA, ITB, ITL, ARVALIS-Institut du Végétal, CRA Bourgogne, INRA) est situé à l'INRA.

**X.105.** : Xavier Le Bris (ARVALIS), qui a double compétence en informatique et modélisation, d'une part fait un travail de modélisation (modélisation de la production des céréales : écophysiologie, agro-météo, bilan hydrique, cycle de l'azote...), d'autre part conçoit et met au point des outils opérationnels autour de ces modèles (projets Panoramix, FARMSTAR...).

**X.201.** Exemples d'organisation d'équipes d'outils logiciels :

- InraPorc : Alain Valancogne (INRA/PHASE, informaticien permanent) développe l'outil logiciel InraPorc avec l'environnement Delphi sous Windows. A l'origine, les modélisateurs avaient développé le modèle sous-jacent dans leur propre environnement de modélisation : Stella pour Jaap Van Milgen (INRA/PHASE, modélisateur) et Excel pour Jean-Yves Dourmad (INRA/PHASE, modélisateur). A partir du moment où l'outil

logiciel a existé, il a en partie servi de support pour poursuivre le travail de modélisation, notamment de Ludovic Brossard (INRA/PHASE, modélisateur) qui a rejoint le projet.

- Décid'herb : Nicolas Munier-jolain (INRA/EA, modélisateur) confie le développement informatique à un informaticien (poste actuellement occupé en CDD par Franck Belhache).
- SIGMEA : La plate-forme logicielle SIGMEA a été développée par un informaticien recruté en CDD sur le projet (Mathieu Leclaire) aux côtés de Frédérique Angevin (INRA/GAP, coordinatrice du Work Package « modélisation »). La plate-forme est basée sur des modèles INRA existants tels que le modèle maïs MAPOD (Angevin et al., 2008), ainsi que le modèle colza GeneSys que Nathalie Colbach (INRA/EA, modélisatrice) programme elle-même en langage C.
- FLORSYS : la traduction du modèle biologique en langage C a été réalisée conjointement par Nathalie Colbach (INRA/EA, modélisatrice) et un informaticien recruté en CDD pour l'occasion (Nicolas Lapalu), en collaboration avec Nicolas Munier-Jolain (INRA/EA, autre modélisateur du projet). L'informaticien (Nicolas Lapalu) a aussi réalisé l'interface graphique du logiciel FLORSYS.

**X.202.** : Cas de manque de personnel pour, une fois que le logiciel a été développé, le maintenir et diffuser au cours du temps :

- Projet européen SIGMEA : L'informaticien (Mathieu Leclaire) qui a développé la plate-forme logicielle SIGMEA avait été recruté en CDD. Il n'est plus là pour assurer l'exploitation et la maintenance de la plate-forme.
- FLORSYS : L'informaticien (Nicolas Lapalu) qui a réalisé l'interface et programmé une partie du modèle biologique avait été recruté en CDD. Parti fin octobre 2008, il n'est plus là pour poursuivre le travail de programmation et la maintenance.

**X.203.** : Informaticiens de statut permanent sur des projets d'outils : Pascal Champciaux (INRA/Ation), Pascal Dubrulle et Aurélien Dupont (RegiFert, AzoFert, AzoSystem), Nathalie Moitrier (PASTIS), Dominique Ripoché (STICS, WinSTICS), Alain Valancogne (InraPorc, EvaPig)...

**X.204.** : Organisations/solutions en moyens humains informatiques pour l'exploitation :

- Projet MELODIE (extraits enquête RMT [ Réf. F ] ) : « La maintenance et l'évolution du logiciel seront sans doute largement portées par l'UMR PL (Production du lait) qui dispose à la fois d'un ingénieur ayant en charge ces aspects d'expérimentation virtuelles des systèmes d'élevage et d'un ingénieur informatique en charge des aspects logiciels. Les enjeux de ce type de modèle dépassent largement le cadre strict du projet de départ. »
- Recrutement d'informaticiens, par exemple Nathalie Grandgirard (INRA/EA, informaticienne permanent) affectée en partie à des activités de maintenance et exploitation logicielles. *Remarque : le statut de permanent d'un informaticien garantit une stabilité des actions qu'il engage en faveur de collectifs informatiques, comme Nathalie Grandgirard qui co-administre avec F.Raspail la liste de diffusion INRA « Programmation ».*
- Projet SEVE : Le projet d'héberger la plate-forme SEVE sur des Centres de Calcul (CINES...) pour la mettre à disposition des utilisateurs présente l'intérêt de délester les équipes de développement informatique de la charge de diffusion logicielle et limite la charge interne en maintenance logicielle.

**X.205.** : Pérennité des moyens humains informatiques en construction et exploitation logicielles :

- Projet Betha : Le modèle Betha, initialement programmé en langage LISP (Chantal Loyce, UMR INRA-AgroParisTech, modélisateur), a ensuite été écrit sous forme de fichier Excel. Une équipe d'informaticiens étudiants stagiaires a développé une application Web en langage Java à partir du modèle Betha (voir aussi Betha en X.507.). Maintenant que cette application a été réalisée en tant que développement exploratoire, il n'y a personne pour l'exploiter. Elle n'est donc pas utilisée par les sélectionneurs auxquels à terme elle serait destinée. De plus, même si l'application Web a été conçue pour permettre aux modélisateurs de modifier le modèle contenu dans l'application Web sans l'intervention d'informaticiens, on voit que cette souplesse ne suffit pas à s'affranchir de quelqu'un pour la maintenance logicielle. Par ailleurs Arnaud Gauffreteau (INRA/EA, modélisateur) a développé une nouvelle version logicielle du modèle en langage R (outil de recherche Betha-Var) qui sert à poursuivre le travail de modélisation. Le logiciel R dont s'occupe Arnaud Gauffreteau est en pleine évolution. C'est le logiciel disposant de quelqu'un pour le modifier et l'exploiter qui vit et sert. Il ressort de cet exemple que les difficultés sont liées à la question de disposer de moyens humains informatiques pérennes pour s'occuper du logiciel une fois qu'il existe, plutôt qu'aux aspects techniques et à la construction du logiciel (que ce soit le développement R pour les travaux de recherche ou le développement Java pour le transfert à la profession).
- Projets AFILA, AFISOL : Le projet UNIP de logiciel AFILA (modèle pois de printemps) a été développé puis enrichi sous ModelMaker (INRA, modélisateurs B.Ney et J.Le Coeur). Puis, les essais UNIP du logiciel donnant des résultats satisfaisants, il a été décidé de finaliser l'outil en développant un logiciel AFILA en C++ sous Windows. Ce logiciel AFILA en C++ a servi à l'UNIP en campagne (bilan climatique, analyse de

rendement) mais malgré l'aspect configurable du logiciel AFILA C++, son utilisation a été limitée par le fait que personne n'ait pris la suite du développement informatique (qui avait été sous-traité) pour la maintenance logicielle. Ensuite le logiciel AFILA a été réécrit sous forme de fichier Excel, modifié et enrichi dans le cadre de la thèse d'A. Vocanson (INRA/EA, modélisatrice) sur les variétés de pois d'hiver avec MH. Jeuffroy (INRA/EA). Ce nouveau logiciel AFISOL sous Excel, forme informatique familière des modélisateurs AFISOL, est utilisé et évolue dans le cadre des travaux de recherche. Il est aussi apprécié par les partenaires de la profession pour qui la forme Excel est une forme opérationnelle rendant le logiciel accessible (visibilité du source, possibilité de modification pour lien aux BD...). Quant à l'application Web qu'une équipe d'informaticiens étudiants stagiaires a développé en langage Java à partir du modèle pois AFISOL, sans personne pour la maintenir et l'exploiter, elle n'est pas utilisée (voir aussi l'application Web Betha).

**X.206.** Exemple de demandes de « modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle » :

- Dans son outil logiciel IRRIBET, l'ITB serait intéressé de pouvoir réutiliser un module de bilan hydrique. En effet IRRIBET est un logiciel calculant un bilan hydrique à la parcelle à partir d'un modèle spécifiquement adapté à la culture des betteraves. L'outil logiciel développé par l'ITB a été conçu modulaire et évolutif : il est composé d'une couche logicielle générique qui appelle un moteur de calcul du bilan hydrique, de telle sorte qu'à la place du moteur de calcul actuel (un modèle classique simple à réservoir), d'autres modèles plus perfectionnés (« modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle ») puissent être branchés.
- Le logiciel INRAtion est disponible sous différentes formes. Tout d'abord il est diffusé en tant qu'outil logiciel sous la forme d'un exécutable tournant sous Windows. Ensuite, il est aussi livré sous forme de bibliothèques de calcul qui permettent la réutilisation des modules de modélisation, indépendamment du logiciel complet. Cette seconde forme (« modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle ») a été préparée et proposée dans un second temps, afin de répondre au besoin de certains utilisateurs qui sont intéressés d'appeler/d'intégrer des modules d'INRAtion dans leurs propres logiciels/outils. Voir ISALIM en X.208.

**X.207.** Exemples de travaux d'exploitation d'outils menés par chaque projet de son côté : Le projet InraPorc a développé son propre site internet de diffusion permettant le téléchargement du logiciel, contenant une page de remontée de bugs et de suggestions... De son côté le projet Décid'herb a développé son propre site internet pour donner à son groupe d'utilisateurs testeurs accès en ligne à l'application Web Décid'herb, sur lequel sera déployée une application gérant le suivi des bugs et les demandes d'évolution.

**X.208.** : Exemples de projets de logiciels de transfert dépendant d'acteurs externes :

- Projet ISALIM : l'application logicielle ISALIM de la société ISAGRI appelle la librairie de fonctions INRAtion qui a été développée pour rendre les modules INRAtion disponibles en dehors et indépendamment de l'outil logiciel INRAtion (voir INRAtion dans X.206).
- Projet SIEL : les Contrôles Laitiers ont intégré le produit INRAtion-Prevalim dans leur propre outil informatique SIEL à usage des techniciens, qui permet de traiter et de valoriser les données collectées.
- Des outils d'aide à la décision en agriculture produits par l'union de coopératives InVivo.
- Projet Activ+ Limaces : L'outil d'aide à la décision "Activ+ Limaces" est basé sur un modèle agronomique qui a été mis au point par l'ACTA à partir d'études au champ. La société Bayer CropScience a développé l'outil en collaboration avec l'ACTA et le diffuse auprès de sa clientèle.
- Projet Envilys basé sur la méthode INDIGO : pour vendre du conseil en pratiques phytosanitaires à l'aide du diagnostic agro-environnemental INDIGO, la société Envilys a développé sa propre application logicielle basée sur la méthode INDIGO. Autour de son application interne, Envilys a mis en place une plateforme d'échange qui permet aux utilisateurs (conseillers, techniciens) d'évaluer et de simuler le risque d'un programme de traitement dans un contexte parcellaire précis : l'utilisateur saisit ses données locales (via Pocket PC, papier, internet), les envoie à l'équipe Envilys qui se sert de son logiciel interne (calculs, édition du rapport) pour obtenir le diagnostic résultat qu'elle remet à l'utilisateur.
- Projet d'Agro-Transfert Picardie sur le management de la qualité et de l'environnement dans les exploitations agricoles : en partenariat avec l'INRA (méthode INDIGO...) et l'APCA, Agro-Transfert a conçu une méthode de diagnostic DAEG qui permet d'évaluer les impacts environnementaux des pratiques agricoles et travaille à son informatisation.
- Des projets industriels combinant l'agronomie à l'information géographique et l'imagerie satellite : FARMSTAR, solutions informatiques de la société GEOSYS...

**X.209.** : Depuis des années, la société Ajinomoto Eurolysine est un partenaire en recherche pour l'UMR SENAH (Systèmes d'élevage, nutrition animale et humaine) de l'INRA (département PHASE) : projet InraPorc, projet EvaPig... Voir aussi X.212.

**X.210.** : Exemples de modèles susceptibles d'être à l'origine d'outils mis, dans un état plus ou moins retravaillé, à la disposition d'acteurs externes :

- Le modèle INRAtion est mis à la disposition d'acteurs externes sous forme de bibliothèques de calcul (« modèle sous forme favorable à la réutilisation logicielle »). Voir INRAtion en X.206.
- Le modèle de cultures STICS est développé en langage Fortran par Dominique Ripoché (INRA/EA, informaticienne permanent) et les modélisateurs. Il a été repris par J.C. Poupá (INRA/SAE2, permanent) pour générer une version structurée en langage C. Des projets sont repartis du programme en langage C pour incorporer le modèle de cultures STICS dans leur propre logiciel : le couplage dans le modèle Hi-SAFE du modèle de cultures STICS avec un modèle de croissance d'un peuplement d'arbres espacés a demandé à Isabelle Lecomte (INRA, informaticienne non permanent) un travail d'adaptation à partir du code C de J.C. Poupá ; le couplage dans MOUSTICS du modèle de cultures STICS avec le modèle décisionnel de l'outil de simulation Moderato a demandé à Marie-Hélène Charron-Moirez (INRA/EA, informaticienne permanent) un travail d'adaptation à partir du code C d'Isabelle Lecomte ; pour incorporer le modèle de cultures STICS dans le modèle du projet MELODIE, Xavier Chardon (doctorant INRA-IE, modélisateur) a extrait une bibliothèque C de ces versions C du programme STICS.

**X.211.** : Attractivité des « modèles sous forme favorable à la réutilisation logicielle » : L'ITB développe des logiciels à base de modélisation et les diffuse sous forme de services Web. Ces programmes accessibles sur le réseau internet ont attiré l'attention de sociétés privées qui se sont manifestées auprès de l'ITB pour discuter de partenariats. Ces sociétés envisageaient d'interroger les programmes ITB à partir de leurs propres logiciels, en vue d'enrichir leur gamme de produits commerciaux. Voir aussi X.206.

**X.212.** Exemples où un acteur externe intervient dans la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs » :

- **Projet InraPorc** : La décision de développer InraPorc a été prise conjointement par l'INRA et la société Ajinomoto Eurolysine. Même si le développement et la distribution d'InraPorc ont été soutenus par Ajinomoto Eurolysine, InraPorc reste un produit INRA. Par son organisation internationale de distribution, Ajinomoto Eurolysine aide l'INRA dans la promotion du logiciel, les sessions de formation en France et à l'étranger et au développement de modules en langues étrangères.
- **Diffusion et valorisation de l'outil INRAtion** : le CNERTA (éducagri éditions) s'occupe du site internet dédié à INRAtion, de cahiers de travaux pratiques pour l'enseignement, de publicité dans son réseau d'établissements d'enseignement agricole et dans des manifestations agricoles, de maintenance de premier niveau et filtre pour la maintenance corrective. Le CNERTA sert d'interlocuteur privilégié des utilisateurs (assistance informatique...) et si ceux-ci abordent des aspects scientifiques, alors le CNERTA remonte les questions et problèmes à l'équipe scientifique INRA qui assume la mission « maintenance, gestion applicative ». De son côté, l'INRA participe à la mission « diffusion, distribution, relation utilisateurs » : présentations dans des salons et colloques, articles, formations...
- **Projets RegiFert et AzoFert** : la société Son'éo (« ex » Arcade Conseil) s'occupe de la distribution des logiciels RegiFert et AzoFert (vente, installation...). Ce rôle de diffuseur lui permet de proposer aux clients sa propre production logicielle complémentaire des logiciels RegiFert et AzoFert. C'est l'INRA qui a développé les logiciels RegiFert et AzoFert (Pascal Dubrulle, INRA/EA informaticien permanent) et qui en assure la maintenance corrective et évolutive (Pascal Dubrulle et Aurélien Dupont, INRA/EA informaticiens permanents).
- **Projet EvaPig** : La société Ajinomoto Eurolysine soutient historiquement des recherches sur la nutrition animale. L'outil logiciel EvaPig permet à Ajinomoto Eurolysine de diffuser du savoir scientifique à sa clientèle, ce qui fait partie de sa politique. Le logiciel EvaPig, basé sur des résultats de recherches INRA, met en avant des concepts nutritionnels qui sont favorables à l'utilisation des acides aminés industriels dont Ajinomoto Eurolysine est un producteur. Ajinomoto Eurolysine peut l'utiliser comme support technique pour la promotion de ses ventes.

**X.301.** : Exemples de déroulements de projets d'outils, de compositions d'équipes, d'imbrication entre le travail de modélisation et d'élaboration de l'outil :

- **Outil DIAGVAR** : voir la thèse de Lorène Prost [ Réf. A ].
- **Projet « Carpopapse du pommier »** entre CTIFL, INRA, CEHM (issu enquête RMT [ Réf. F ]) : Mise en place début 2005 (par Ctifl : Jérôme Vibert (informaticien), CEHM : Claude Tronel (ingénieur Ctifl), INRA : Thomas Boivin (docteur), Benoit Sauphanor (DR)) : initiation du projet à partir du modèle résultant d'une thèse INRA sur la résistance du carpopapse (durant laquelle le modèle a été construit en langage R). Conception (par J.Vibert, T.Boivin) et réalisation (par J. Vibert) du modèle de janvier à mai 2005, mise à disposition du modèle dans la plate-forme INOKI. Evaluation de mai 2005 à 2008 (par J.Vibert, C.Tronel, B. Sauphanor) : expérimentations en plein-champ avec témoin non-traité et témoin traité systématique, élevages de carpopapse. Suite prévue : essais de validation puis de stratégie de traitement pour encore quelques années ; mise à disposition abonnés.

**X.302.** : Ce qui pourrait être fait à la suite du travail de modélisation pour faciliter la tâche des projets d'outils :

- **Projet MELODIE** : Indépendamment du travail qu'il faudrait encore fournir après le projet MELODIE pour produire un outil logiciel (extraits enquête RMT [ Réf. F ] : « le modèle est conçu comme un outil de recherche autour de la conception des systèmes de production et non comme un outil d'aide au conseil en exploitation laitière et porcine, ce qui semble prématuré aujourd'hui »), le projet MELODIE aurait gagné à disposer en amont de modèles prêts à l'emploi au lieu d'avoir à les adapter : réécriture en langage C++ de modèles existants sous Excel (TOURNESOL, FUMIGENE), sous Vensim (GEDEMO, modèle P du sol), sous Visual basic (GRAZIN). Voir X.308. Ceci aurait facilité la tâche de l'équipe MELODIE de la même manière qu'ISAGRI bénéficie de la modélisation INRAtion prête à l'emploi avec la librairie de fonctions INRAtion (voir projet ISALIM en X.208).
- **Projet SIGMEA** : Le projet SIGMEA aurait gagné à disposer du modèle MAPOD prêt à l'emploi au lieu d'avoir à le réécrire (voir projet SIGMEA en X.309). Dans les faits, les modélisateurs du modèle MAPOD l'avaient développé dans l'environnement de modélisation de leur choix Matlab, mais ne disposaient pas des ressources humaines informatiques nécessaires pour ensuite le réécrire et maintenir dans des langages informatiques favorisant sa réutilisation logicielle tels que C et Python.

**X.303.** : La non qualification du modèle informatique (ses tests, ses limites, sa caractérisation), des extraits du compte rendu [ Réf. J ] de l'exposé AME « Mathématiques et modélisation » :

- [...] « qu'on puisse savoir, sous une forme communicable, ce que fait ce programme, quels sont les mécanismes de base mis en oeuvre, autrement dit qu'il fasse sens pour tous ceux qui veulent l'étudier. » [...] « Mais que dire lorsque la base de l'objet à étudier (= le programme), sa spécification, ne sont pas clairement délimitées, sont entachées d'un flou qui fait qu'on ne sait pas très bien ce qu'on étudie réellement ? Par exemple pour rester dans un cas d'école, si une partie des règles de transition de l'automate cellulaire sont inconnues, voire changeantes ? »
- « Il est possible de tester un ensemble d'états initiaux (et non pas tous) judicieusement choisis. Cela devient des expériences pour savoir ce que fait l'IBM. [...] Cela permet de savoir ce que fait réellement l'outil, mais personne ne le fait car il faut prendre du temps pour arriver à une conviction raisonnable que le modèle répond correctement à des questions. Ma propre expérience de programmation d'équations a montré qu'il y a des erreurs dans le codage de ces équations, erreurs que j'ai détectées parce que je connais à l'avance les résultats à obtenir grâce au cadre théorique. Sans cadre théorique comment faire ? Une autre réponse est de ne pas programmer n'importe comment, d'utiliser des langages de haut niveau, de respecter les procédures. Mais comment répondre à la question « est-ce que j'ai programmé ce que je voulais ? », sans théorie mathématique. »

**X.304.** : Partir d'un modèle non qualifié : Projet MELODIE (extraits enquête RMT [ Réf. F ] ) : « Réutiliser des modèles n'est pas chose facile. En effet, voici les différents problèmes rencontrés : manque de documentation sur le développement informatique du modèle, ce qui, par conséquent, engendre un investissement non négligeable dans les sources du modèle d'origine ». Le travail d'élaboration d'une simulation « nous ramène souvent à la correction de bugs dans les différents modèles implémentés. Le modèle complet Mélodie nécessite beaucoup de temps de débogage. »

**X.305.** : Sur l'exemple PASTIS en X.507, l'informaticienne a effectué a posteriori la qualification logicielle du modèle informatique en collaboration avec le modélisateur qui l'a conçu et programmé. Il s'agit de conditions privilégiées par rapport à la situation où celui qui aurait développé le modèle informatique ne serait plus disponible, comme une personne de statut temporaire partie (doctorant, CDD, stagiaire...).

**X.306.** : Exemples de modèles susceptibles d'exister ou existant dans différents logiciels :

- Le modèle tournesol de l'UMT Tournesol (INRA, CETIOM), résultant du travail de modélisation de Pierre Casadebaig durant sa thèse (INRA-CETIOM) est susceptible de servir à différents projets : poursuite des travaux de recherche au sein de l'UMT Tournesol, travaux de recherche d'autre(s) équipe(s) (UMR LEPSE, Montpellier), projet d'outil logiciel bassin de collecte (projet CAS DAR), projet d'outil logiciel évaluation variétale (contrat CTPS, projet ADD DISCOTECH), projet logiciel de l'UMT Eau...
- En plus de l'outil logiciel INDIGO, diverses applications logicielles s'appuient sur des indicateurs agro-environnementaux de la méthode INDIGO (I-Phy, I-N...) : logiciel Phytochoix (IFV, INRA, CIVC) ; logiciel iBop (collaboration CTIFL, INRA, IFV, CETIOM, CIVC) hébergé dans la plate-forme INOKI ; voir Envily et Agro-Transfert Picardie en X.208 ; etc.

**X.307.** : Réutilisation logicielle du modèle dans des travaux de recherche en modélisation : la modularité et la réutilisabilité sont des exigences prioritaires sur le projet RECORD. Extrait du document RECORD [ Réf. G ] : « un modèle ou un module se présentera sous la forme d'un composant » (« composant : élément logiciel dont le comportement est clairement spécifié, facilement intégrable, et donc utilisable dans des modèles différents »).

**X.308.** : Adapter le modèle informatique à son emploi dans un outil logiciel : Projet MELODIE (extraits enquête RMT [ Réf. F ] ) : « Réutiliser des modèles n'est pas chose facile. En effet, voici les différents problèmes rencontrés : beaucoup de temps a été consacré au transcodage en C++ de certains modèles. Cela a été plus ou moins facile selon les modèles et leur langage de programmation d'origine. L'un des plus compliqués qui pose encore quelques problèmes est Gedemo développé sous Vensim. Celui-ci utilise, entre autres, une fonction Vensim « Conveyor » dont il est impossible de trouver l'algorithme exact. Il a donc fallu construire l'équivalent en C++ en s'en approchant le plus possible. »

**X.309.** : Une fois le modèle informatique développé dans le cadre du travail de modélisation, travail (adaptation, préparation) pour pouvoir l'employer dans un outil logiciel, travail qui s'en suit pour aboutir à un outil logiciel :

- Le modèle INRAtion est le résultat d'une collaboration entre chercheurs du département PHASE, où chaque chercheur apporte le résultat du travail de modélisation relatif à sa spécialité. L'informaticien INRAtion Pascal Champciaux (INRA/PHASE, informaticien permanent) reprend des modèles informatiques que les chercheurs lui remettent (après les avoir créés et mis au point dans leur environnement de développement favori : Visual Basic, Excel, Stella, ModelMaker, ...) pour les incorporer et les agencer dans l'outil logiciel INRAtion (environnement Delphi). L'effort d'adaptation est capitalisé à travers la production des bibliothèques de calcul réutilisables (voir INRAtion dans X.206).
- Projet SIGMEA : La plate-forme logicielle SIGMEA reprend des modèles informatiques existants programmés par les modélisateurs : le modèle colza GeneSys (écrit en langage C) et le modèle maïs MAPOD (programmé sous Matlab). L'informaticien SIGMEA a développé la plate-forme SIGMEA (outil logiciel de simulation multi-cultures s'interfaçant avec des SIG...) en langage informatique Python (retenu car bien adapté comme langage d'extension d'applications, pour le développement de scripts, ou encore comme interface permettant de connecter des composants existants ; on parle de langage glu). Pour rentrer le modèle MAPOD dans la plate-forme, il l'a réécrit en langage Python tout en codant en langage C ses fonctions critiques en terme de performance (vitesse de calcul). Il a effectué les adaptations fonctionnelles du modèle GeneSys permettant de l'appeler dans la plate-forme en collaboration avec sa modélisatrice Nathalie Colbach (INRA/EA, modélisatrice).

**X.310.** : Jusqu'où aller dans la préparation de la réutilisation logicielle :

- Projet MELODIE (extraits enquête RMT [ Réf. F ] ) : Le projet MELODIE réutilise DIESE pour bénéficier de son ontologie et de sa généricité. Toutefois quand DIESE a été préparé à la réutilisation, ses essais ont été effectués sur des plates-formes différentes de celles du projet MELODIE. Le fait d'installer DIESE sur de nouvelles plates-formes (Windows, versions Unix différentes) a induit comme travail : (i) « porter DIESE de Unix, version Toulouse, vers Unix version St Gilles, tout en s'arrangeant qu'à chaque nouvelle livraison d'une version des outils DIESE, il y ait un minimum de travail à effectuer pour les recompiler » ; (ii) « porter les outils DIESE sur Windows grâce à la plateforme hybride Cygwin pour avoir, au final, un exécutable utilisable sur PC. Le portage Cygwin effectué par C. Baratte a nécessité un temps non négligeable pour le projet ».

**X.501.** : Pour le développement informatique du composant Prairie du projet européen SEAMLESS, Michel Duru (INRA/EA, modélisateur) s'appuie sur l'informaticienne Marie-Hélène Charron-Moirez (INRA/EA, informaticienne permanent) qui prend la suite du travail informatique qui a été effectué par Myriam Adam (CDD sur le projet SEAMLESS).

**X.502.** : Exemples de modélisateurs qui, dans leur travail de modélisation, prennent eux-mêmes en charge une part du travail informatique :

- Dans son travail de modélisation (GeneSys), Nathalie Colbach (INRA/EA, modélisatrice) programme elle-même en langage C.
- Dans leur travail de modélisation, les modélisateurs STICS programment en langage Fortran les modèles informatiques qui seront incorporés dans le logiciel STICS par l'informaticienne STICS Dominique Ripoché (INRA/EA, informaticienne permanent).
- Voir X.503.

**X.503.** : Il existe actuellement des environnements de développement pour la modélisation permettant de programmer sans nécessairement avoir de connaissances pointues en informatique :

- Jaap Van Milgen (INRA/PHASE, modélisateur) a tout d'abord effectué son travail de modélisation pour le projet InraPorc en toute autonomie, dans l'environnement de modélisation Stella.
- Durant sa thèse (INRA, CETIOM), le modélisateur Pierre Casadebaig a effectué son travail de modélisation (modèle tournesol) en toute autonomie, dans l'environnement de modélisation ModelMaker.
- Voir INRAtion en X.309 (travail de modélisation des chercheurs).
- Les modélisateurs du modèle MHYDAS, de l'UMR LISAH (INRA-IRD-Montpellier SupAgro, laboratoire d'études des interactions sol-agrosystème-hydrosystème), faisaient à l'origine leur travail de

modélisation en toute autonomie sous l'environnement Matlab. Puis des informaticiens, Jean-Christophe Fabre (INRA/EA, informaticien permanent) et Michaël Rabotin (INRA/EA, informaticien permanent), ont développé en langage informatique C++ la plate-forme OpenFLUID, destinée notamment à l'intégration et la simulation du modèle MHYDAS, qui propose une approche générique et modulaire pour la modélisation de flux dans le paysage. Maintenant qu'ils bénéficient de cette plate-forme et du soutien de ses informaticiens, les modélisateurs du modèle MHYDAS font leur travail de modélisation en langage C++.

**X.505.** : Par exemple recrutement d'un informaticien temporaire pour développer une application logicielle sans avoir déterminé qui allait s'occuper de la maintenance logicielle à la fin de son contrat, ou bien sans l'encadrement et le suivi informatiques nécessaires pour pouvoir exploiter son travail une fois qu'il n'est plus là.

**X.506.** : Exemples de structures de soutien en démarche informatique :

- **Projet/plate-forme RECORD** : Extraits du document RECORD [ Réf. G ] : (i) Accompagnement : « La plate-forme bénéficiera d'un séminaire, d'une formation, d'une animation », « les projets dans leurs différentes phases bénéficieront d'un appui de la plate-forme sous une forme à définir ». (ii) Supports et documentation pour les projets de modélisation : « Un système de documentation configurable, optionnel, intégré et automatique sera proposé. Des contrôles sémantiques pourront être mis en oeuvre. Les modèles bénéficieront d'un système de gestion de version. Les modèles seront auto-descriptifs. » (iii) La plate-forme RECORD vise à devenir un environnement de développement adapté et de qualité : « Le code source et les commentaires feront l'objet d'un effort de qualité ; session de revue de code, notation. La plate-forme bénéficiera d'un suivi de version, de bug, de demande de support. La plate-forme bénéficiera d'une application d'installation facile. La plate-forme bénéficiera d'exemples d'utilisation, d'un tutoriel, d'un site web, d'un manuel utilisateur et d'une documentation technique. La plate-forme bénéficiera d'un système de tests, publics et utilisables à chaque instant. » « Tous les développements RECORD bénéficieront d'un service de type Forge. » (iv) Réutilisabilité logicielle : voir X.307.
- **Projet/plate-forme CAPSIS** : L'informaticien François de Coligny (INRA/EFPA, informaticien permanent) est responsable de la conception, du développement, de la maintenance, de l'évolution, du support et de l'animation de la plate-forme CAPSIS. Il coordonne le développement de l'application logicielle qui est réparti entre lui et les modélisateurs. Les modélisateurs bénéficient pour développer leurs modèles, de l'accompagnement de François de Coligny qui peut les conseiller. Le support et l'assistance aux modélisateurs comprend : documentations, manuels, aide en ligne, formations, outils de développement. D'autre part les modélisateurs profitent des choix technologiques qui ont été faits pour la plate-forme CAPSIS en fonction de leurs besoins : la programmation orientée objet (favorable à la réutilisabilité des composants logiciels développés, la clarté de la conception, la modularité) et le choix du langage de programmation Java (les modélisateurs « ne sont pas forcément des programmeurs expérimentés. Le choix de Java comme langage de développement semble préférable, tant sur le plan de la simplicité (pour un langage objets) que de la portabilité, de la rapidité de développement et de la stabilité du code obtenu. Il est en effet beaucoup plus facile d'obtenir du code sans erreurs avec Java qu'avec C++. »). Voir le document CAPSIS [ Réf. H ]. L'informaticien Samuel Dufour (INRA/EFPA, informaticien permanent) a été recruté fin 2008 pour aider François de Coligny à gérer le projet CAPSIS et les projets des modélisateurs.

**X.507.** : Qualification logicielle du modèle informatique :

- **Projet PASTIS** : Le modèle PASTIS a été créé et programmé en langage Fortran par le modélisateur François Lafolie (INRA/EA, modélisateur). Ce modèle existait depuis plusieurs (8) années lorsque l'informaticienne Nathalie Moitrier (INRA/EA, informaticienne permanent) est venue travailler à sa valorisation sous forme d'outil logiciel. Pour commencer, Nathalie Moitrier a eu besoin d'analyser le modèle informatique existant, ce qu'elle a formalisé dans un document d'analyse logicielle (un élément constitutif de la qualification logicielle). François Lafolie a contribué à l'élaboration de ce document, que Nathalie Moitrier lui soumettait pour relecture (correction, validation). En quelque sorte, Nathalie Moitrier a effectué une revue externe du modèle informatique (élément de qualification logicielle). Dans son effort de compréhension, elle a posé à François Lafolie des questions et fait des remarques qui ont suscité certaines remises en cause du modèle informatique et ont conduit à améliorer sa qualité et sa fiabilité. Cette post-qualification a duré plusieurs (8) mois, sachant qu'elle a été effectuée dans des conditions favorables : une bonne source d'information (notamment un code du modèle informatique très commenté) et surtout la disponibilité et la participation du modélisateur à la démarche.
- **Projet Betha** : A partir d'un outil de simulation existant (sous forme d'un fichier Excel que seules les personnes qui l'avaient conçu étaient en mesure d'utiliser), une équipe d'informaticiens (étudiants AgroParisTech) a développé une application Web plus conviviale. Leur prise de connaissance du modèle Excel existant les a conduits à formaliser sa documentation (voir document [Réf. I ]), ce qui constitue un élément de qualification logicielle. Cette documentation du modèle a servi à la réalisation logicielle de l'application Web ainsi qu'à une autre équipe (Arnaud Gauffreteau, INRA/EA modélisateur) qui a développé un nouveau logiciel (Betha-Var) à partir du modèle Betha, indépendamment de l'application Web. La documentation de qualification



logicielle du modèle informatique Betha a alors facilité la tâche de compréhension du modèle, la prise de connaissance de ses tenants et aboutissants et a ainsi aidé à sa réutilisation.

- Logiciel portageMM2CPP [Réf. E] diffusé sur le site <http://www.modelia.org> : ce logiciel, qui a été développé notamment à titre illustratif, procure des informations sur la pratique de la qualification logicielle. On trouve dans sa documentation notamment des diagrammes de représentations UML, la documentation des tests du logiciel, la fiche de version et des fiches de faits techniques. Voir aussi les fiches modelia [Réf. E] du dossier « Documentation : la documentation d'un projet informatique » parmi lesquelles la « Documentation associée à un projet logiciel » et des « Illustrations, exemples de documents rédigés sur certains projets ». Voir aussi la fiche modelia de la formation « Quelle démarche pour mener un projet de logiciel en interaction avec des informaticiens » [Réf. E].

**X.508.** : Par exemple il arrive que le modélisateur qui programme son modèle informatique, préoccupé en premier lieu par les questions de modélisation, ne prenne pas le temps de formaliser dans une documentation sa réflexion d'analyse et conception ni les tests qu'il a passés sur son modèle informatique au fur et à mesure qu'il le programait. Ou encore il arrive que le temps passé par un informaticien sur le travail de qualification logicielle soit mal compris (impression qu'il n'avance pas) et que les délais impartis ne tiennent pas compte de la charge réelle du travail de qualification.

**X.509.** : Exemples de structures de soutien facilitant la démarche qualité informatique : Voir X.506.

**X.510.** : Exemples de postes informatiques temporaires :

- Décid'herb : succession de personnes de statut temporaire depuis fin 2002, le poste d'informaticien Décid'herb a été occupé tout d'abord par Vincent Savoys puis Pierre Kubiak et maintenant Franck Belhache (jusque fin 2008) avec des périodes (plusieurs mois) sans personne.
- SIGMEA : voir X.202.
- FLORSYS : voir X.202.

**X.511.** : Présence d'un responsable informatique au côté de développeurs informatiques de statut temporaire :

- Projet PARIS : Laurent Pérochon (INRA/PHASE, informaticien permanent), responsable informatique du projet PARIS, a développé le logiciel avec une succession de développeurs informatiques qui étaient des élèves stagiaires de l'école ISIMA. Il a pour cela organisé un développement incrémental dans lequel il délègue à chaque développeur informatique (sous la forme d'une commande clairement délimitée et définie) un module autonome issu de sa décomposition modulaire du logiciel (illustrée par des représentations UML).
- Projet INRAtion : La participation de stagiaires (durée 6 mois) au développement informatique au côté du responsable informatique INRAtion Pascal Champciaux a été une réussite parce qu'elle a porté sur des modules bien ciblés (MECSIC, Optalim).

**X.512.** : Guider un informaticien stagiaire dans la démarche de qualification logicielle : L'informaticienne Nathalie Moitrier (INRA/EA, IE permanent), conduite à plusieurs reprises à encadrer des élèves stagiaires informatique, a établi un ensemble de documents (analyse informatique...) qu'elle demande systématiquement aux stagiaires de produire et grâce auxquels leur travail continue de servir une fois qu'ils sont partis.

**X.513.** : Au démarrage de la plate-forme INRA-ACTA-ICTA (2003) beaucoup de chercheurs INRA se sont renseignés pour savoir si la plate-forme pouvait leur fournir de la main d'œuvre informatique.

**X.514.** : Exemple de projet de collaboration et mutualisation entre informaticiens : Le projet « Étude d'un outil d'interfaçage de modèles à vocation agro-environnementale », effectué dans le cadre des projets innovants 2005-2006 du département INRA/EA, portait sur des méthodes et outils communs facilitant le couplage et l'interconnexion de modèles (évaluer des solutions informatiques comme XML...). Ce projet a été une collaboration entre sept informaticiens : Marie-Hélène Charron-Moirez, Nicolas Donès, Jean-Christophe Fabre, Patrice Lecharpentier, Nathalie Moitrier, Nicolas Moitrier, Dominique Ripoché.

**X.515.** : Autonomie du modélisateur dans son travail de modélisation : modélisateurs STICS (en Fortran), modélisateurs INRAtion (voir X.309), voir aussi X.503.

**X.516.** : Demande exprimée en bases de données communes, moyens d'analyse de sensibilité...

**X.517.** : Projets de mutualisation :

- Pour fournir environnement et outils permettant de construire le modèle informatique (adapté aux formalismes et concepts de modélisation adoptés...) : Scilab, CORMAS, RECORD, DIESE...
- Pour fournir environnement et outils spécifiques des techniques de modélisation (analyse de sensibilité...), permettant de faire de la modélisation : ModelMaker, R...

- Pour fournir environnement applicatif et outils auxquels le logiciel est relié (que le logiciel appelle) : Bases de Données, SIG...
- Pour fournir des définitions communes/partagées de formalismes, ontologies, formats de données : GIEA, DEVS, DIESE...

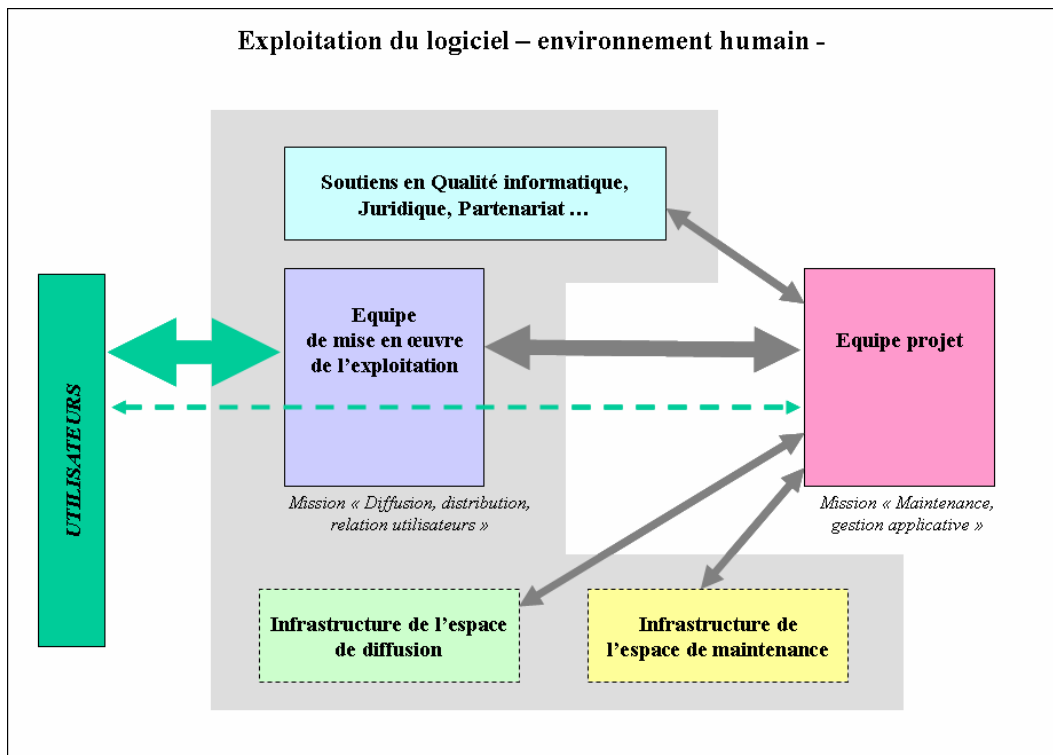
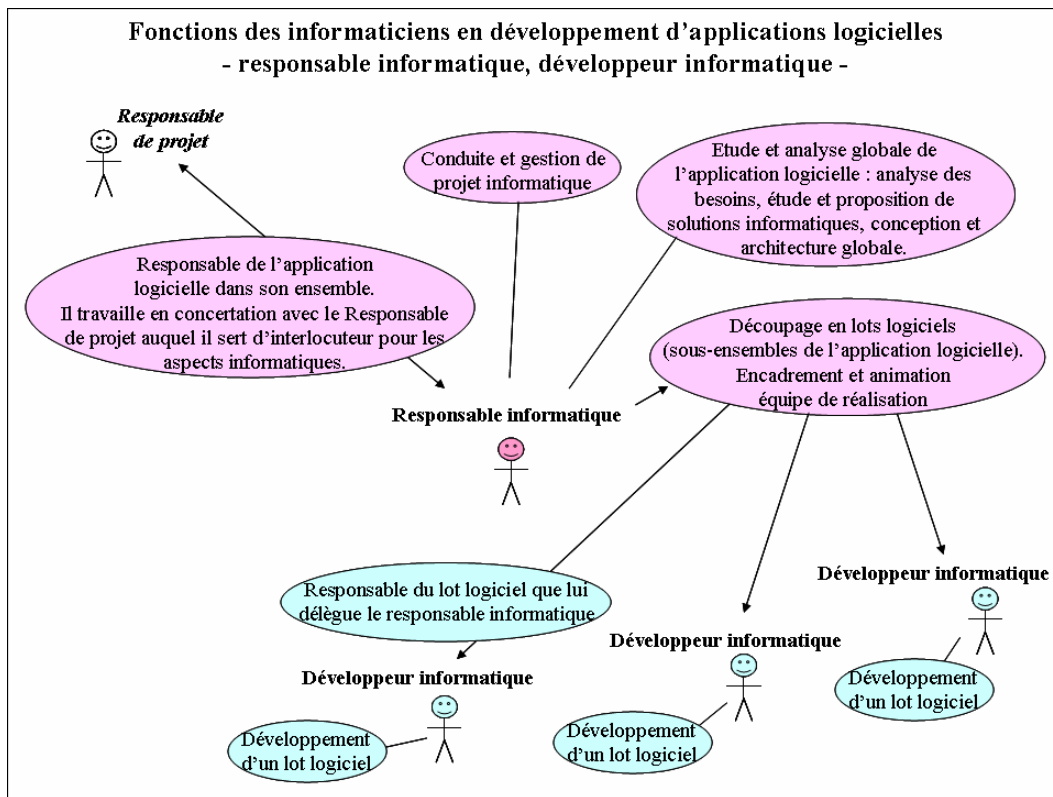
**X.518.** : Des extraits du document [ Réf. K ] :

- « On peut dire que peu de modèles conçus par la recherche sont directement utilisables, en tant que modèles, au-delà de leurs concepteurs. Ceci est lié à différentes raisons » : « variables d'entrée peu accessibles, modèles trop complexes, pas assez transparents, couvrant des gammes trop différentes de celles du domaine d'expertise de l'utilisateur potentiel, faible qualité prédictive des modèles ».
- « La facilité d'appropriation du modèle par un utilisateur n'ayant pas participé à sa conception est essentielle. Un acteur utilise d'autant mieux un modèle qu'il en maîtrise son contenu, si celui-ci est transparent et en accord avec la représentation mentale des processus dont disposait l'utilisateur avant d'utiliser le modèle. Un modèle trop complexe, qui nécessite un temps d'apprentissage trop long avant de pouvoir être utilisé, a moins de chances d'être utilisé. »
- « Pour donner des réponses pertinentes aux questions posées, les modèles utilisés doivent être (i) sensibles aux techniques que l'on veut piloter et aux conditions de milieu qui influent sur l'efficacité de ces techniques, et (ii) robustes, c'est-à-dire peu sensibles aux entrées et paramètres qui ne seront connus que de manière imprécise dans le contexte de l'action. »
- « Les chercheurs établissent souvent les modèles dans une gamme réduite de situations agricoles sans se donner les moyens de poursuivre leur évaluation, voire leur adaptation, dans des nouveaux contextes ». « Pour une utilisation plus large », nécessité de : « paramétrage pour une gamme variée de sols et de cultures » (et peut-être que « les formalismes n'ont pas été choisis en tenant compte de cette adaptation »), « amélioration du modèle », « étendre son domaine de validité ».
- « Le devenir du modèle dépend donc également de la compétence et de la pratique de l'utilisateur en termes de modélisation. »
- « C'est alors le modèle qui est directement diffusé. Notons qu'une telle utilisation directe du modèle suppose, de la part de l'utilisateur, une technicité élevée ».

**X.519.** : Exemples où le modèle informatique en l'état n'est pas adapté au transfert auprès de la profession :

- Le modèle tournesol développé par Pierre Casadebaig durant sa thèse (INRA-CETIOM) a été construit dans l'environnement ModelMaker qui facilite le travail de modélisation (permet l'analyse de sensibilité...) mais qui est moins adapté aux usages à venir du modèle en tant qu'outil : des limitations par rapport à la boucle d'appel de la simulation ; l'obligation d'achat de ModelMaker pour pouvoir utiliser le modèle...
- Projet MELODIE (extraits enquête RMT [ Réf. F ] ) : « le modèle est conçu comme un outil de recherche autour de la conception des systèmes de production et non comme un outil d'aide au conseil en exploitation laitière et porcine, ce qui semble prématuré aujourd'hui ». « Le développement d'une interface pour construire les simulations était initialement prévu. Mais le manque de temps nous oblige pour le moment à continuer à utiliser les différents fichiers d'entrées au format DIESE. »

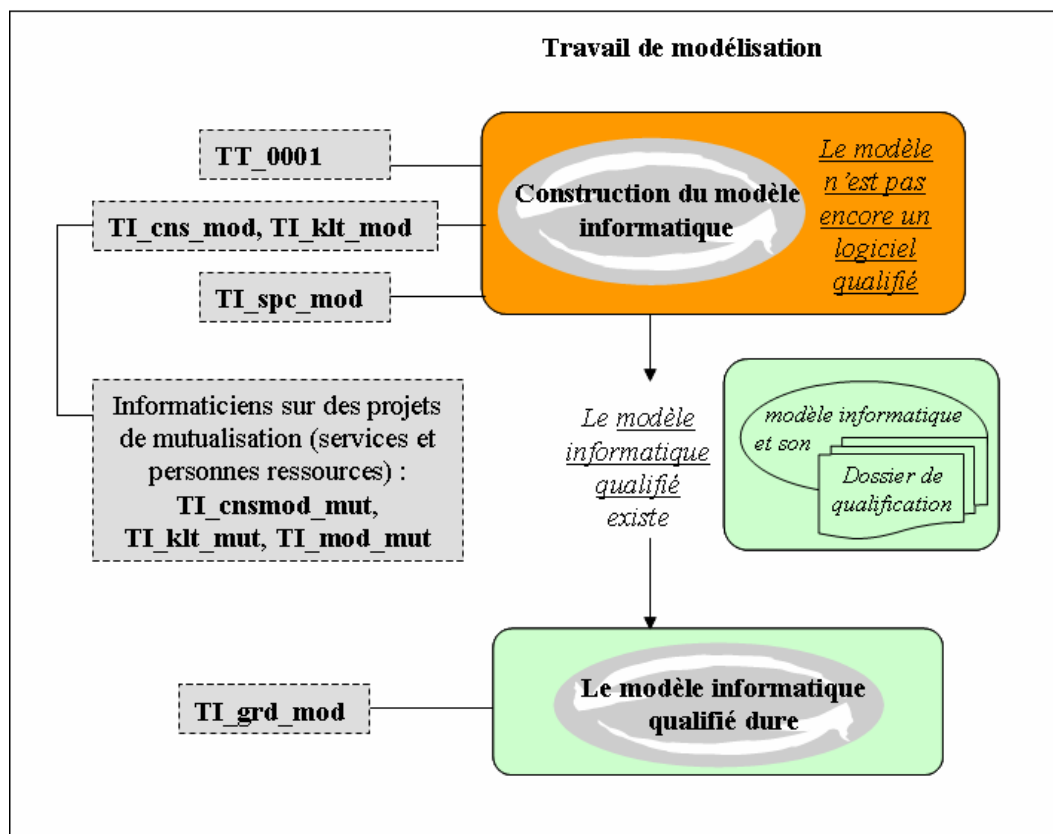
## 8 Annexe : schémas



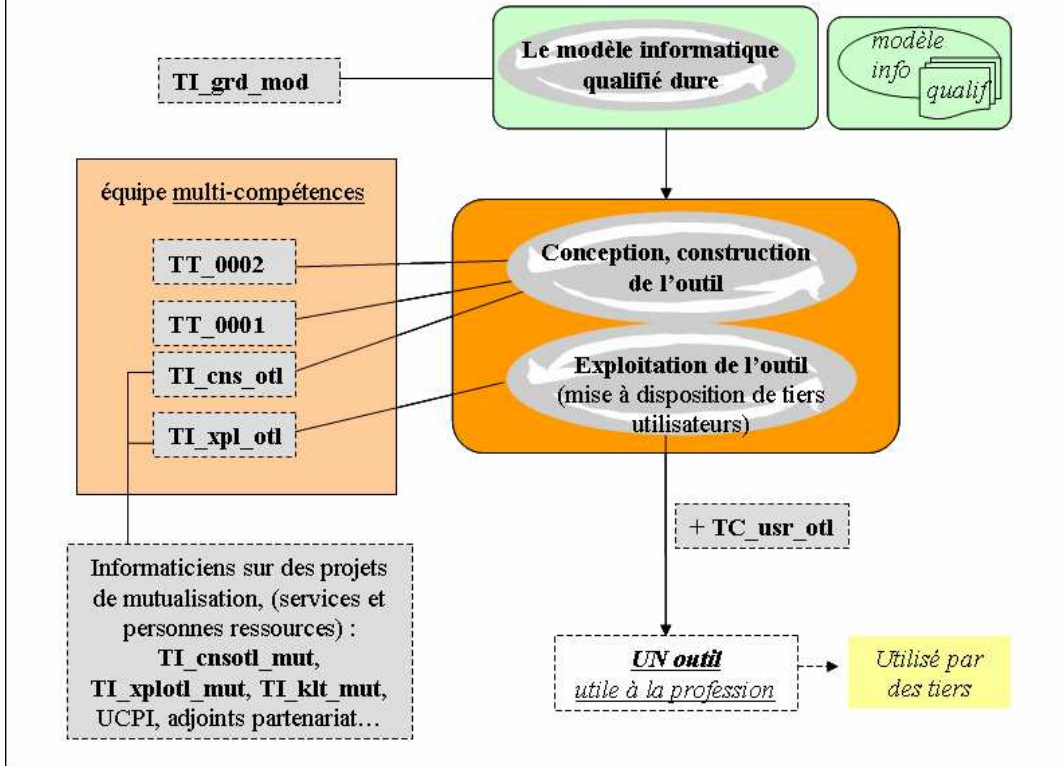
Sur les schémas suivants (\*), il est mentionné des codes référençant différentes sortes de travail qui sont décrits dans le rapport aux pages :

<b>Travail informatique :</b>	<b>TI_cns_cap</b>	page 13	en « 3.2.2. »
	<b>TI_cns_mod</b>	page 15	en « 5.1.1. »
	<b>TI_cnsmod_mut</b>	page 20	en « 5.1.2.2. »
	<b>TI_cns_otl</b>	page 6	en « 2.1. »
	<b>TI_cnsotl_mut</b>	page 7	en « 2.2.2. »
	<b>TI_def_cap</b>	page 13	en « 3.2.2. »
	<b>TI_grd_mod</b>	page 22	en « 5.4. »
	<b>TI_klt_mod</b>	page 17	en « 5.1.1.2. »
	<b>TI_klt_mut</b>	page 18	en « 5.1.1.2. »
	<b>TI_mod_mut</b>	page 21	en « 5.2. »
	<b>TI_spc_mod</b>	page 21	en « 5.3.1. »
	<b>TI_xpl_mod</b>	page 9	en « 2.3.1. »
	<b>TI_xpl_otl</b>	page 6	en « 2.1. »
	<b>TI_xplotl_mut</b>	page 7	en « 2.2.3. »
<b>Travail en communication :</b>	<b>TC_axt_mod</b>	page 9	en « 2.3.1. »
	<b>TC_axt_otl</b>	page 11	en « 2.3.2. »
	<b>TC_usr_otl</b>	page 8	en « 2.2.4. »
<b>Autre :</b>	<b>TT_0001</b>	page 3	en « 1.2. »
	<b>TT_0002</b>	page 11	en « 3.1. »

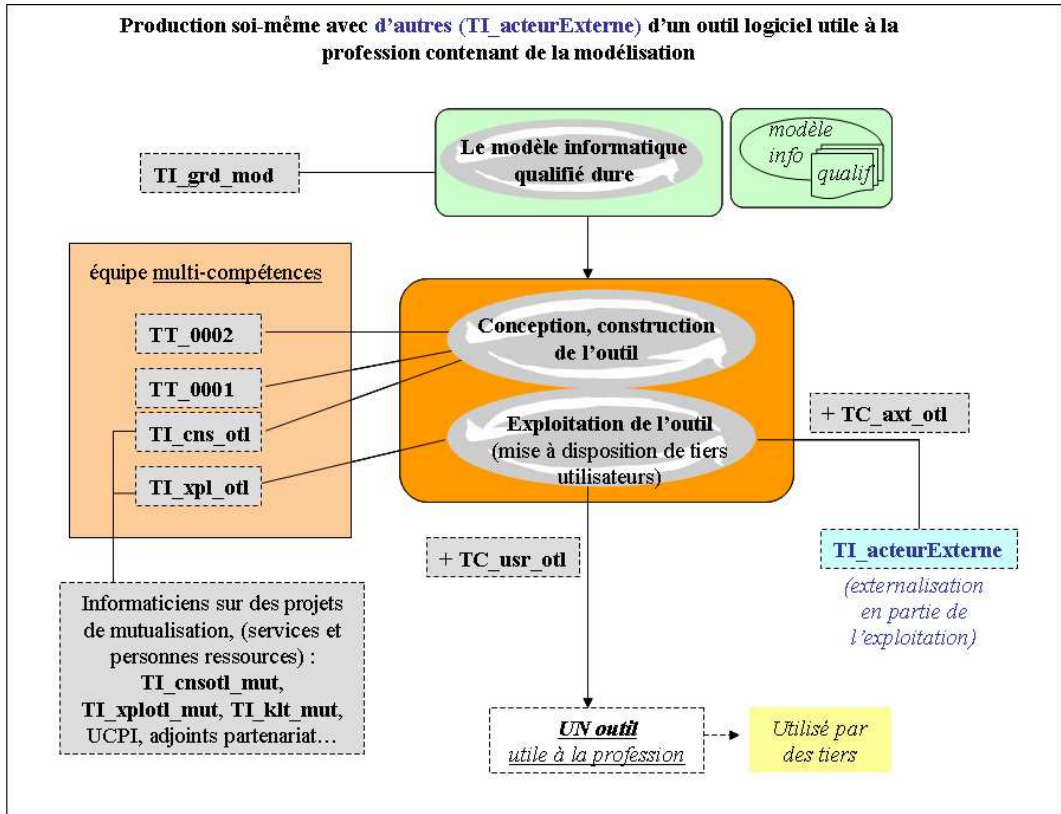
(\*) Schémas : « Travail de modélisation », « Production soi-même d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation », « Production soi-même avec d'autres (TI\_acteurExterne) d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation », « Production par d'autres (TI\_acteur externe) d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation ».

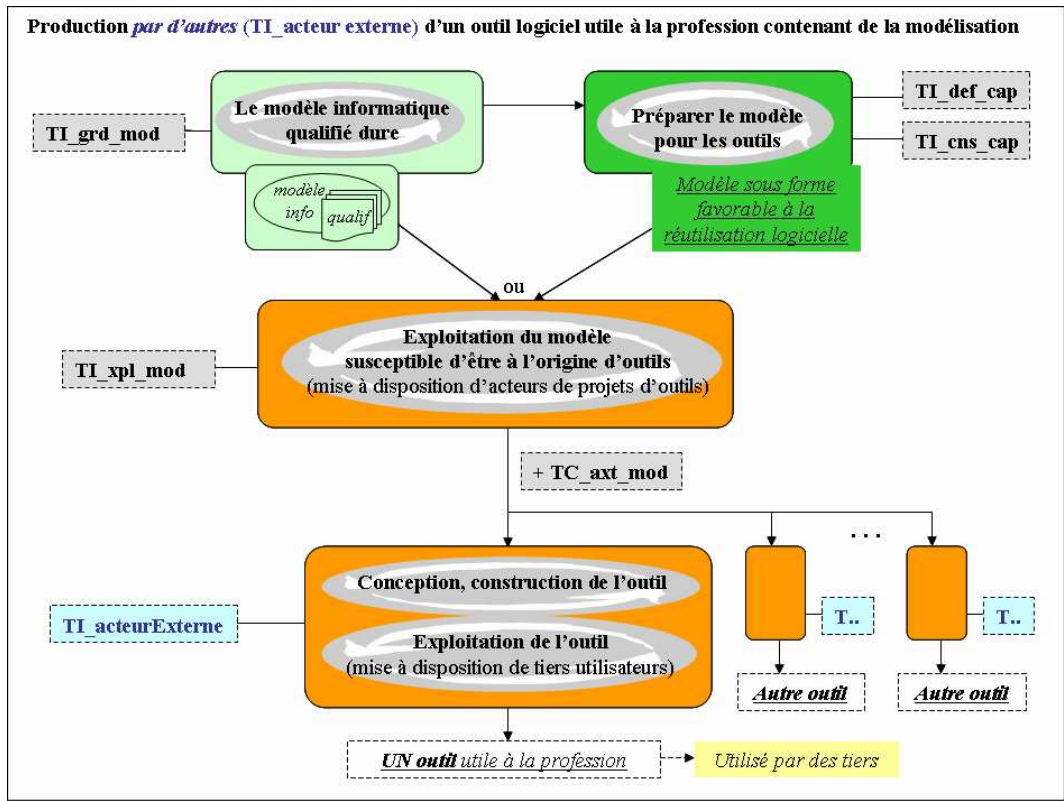


**Production soi-même d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation**



**Production soi-même avec d'autres (TI\_acteurExterne) d'un outil logiciel utile à la profession contenant de la modélisation**





## 9 Annexe : transmettre une culture informatique

Afin de généraliser la bonne conformité des projets informatiques avec les règles du métier logiciel, il s'agit de transmettre une culture informatique pour installer une compréhension du fonctionnement d'un projet informatique partagée de tous. Plus précisément, cette transmission s'adresse aux acteurs non informaticiens, non par pour qu'ils deviennent informaticiens mais dans un but de familiarisation avec la démarche de développement d'un logiciel. Ceci se met en place à titre préparatoire et préventif, s'exerce en amont des projets.

La formation « **Quelle démarche pour mener un projet de logiciel en interaction avec des informaticiens** » a été organisée en ce sens. La formation a eu lieu en mai 2008. Pour la plaquette et le programme, voir le site <http://www.modelia.org>. L'objectif de cette formation est d'enseigner les méthodes de l'ingénierie de projet informatique sous un angle adapté aux personnes du projet qui sont en relation avec les informaticiens. La formation s'adresse aux personnels INRA et ICTA (ingénieurs, chercheurs...) intervenant sur des projets informatiques auprès d'acteurs informatiques. L'initiative de cette formation répond à un besoin diagnostiqué au cours des rencontres projets (consultances, observation des conditions dans lesquelles sont faits les développements informatiques...) : voir exemples de la plaquette (des projets lancés sans avoir réfléchi à la maintenance, des informaticiens temporaires...). Elle répond à une demande exprimée, faible mais existante. Il se trouve que certaines des personnes concernées ne sont pas conscientes que cette formation est une réponse à leurs problèmes/difficultés, tandis que d'autres comprennent l'intérêt pour eux de cette formation sans qu'elle soit prioritaire dans leurs plannings chargés. Par exemple cette formation était notamment susceptible d'intéresser les personnes qui ont suivi la formation INRA-ACTA «Introduction à la Modélisation les modèles mathématiques pour l'agronomie et l'élevage» et qui se lanceraient maintenant dans le développement informatique d'un modèle ou d'un outil logiciel à base de modélisation. Dans la pratique cela n'a pas été le cas. On peut considérer que la formation a atteint son but vis-à-vis des stagiaires si l'on se réfère aux propos de l'un d'eux : « je comprends maintenant que je ne suis pas du tout en situation de lancer le projet logiciel que j'envisageais ». Mais le nombre de personnes INRA-ICTA touchées est minime relativement au nombre de personnes susceptibles d'être concernées (acteurs non informaticiens qui seront amenés à intervenir sur un projet informatique, ceux qui ont recours à des postes temporaires d'informaticiens, à des sociétés informatiques...).

La mise en ligne sur le site <http://www.modelia.org> des supports de la formation prolonge la formation et peut toucher les non stagiaires qui viennent sur le site du RMT. Par ailleurs d'autres actions du RMT ont contribué à former, comme les consultances (jouant en quelque sorte le rôle de formation sur mesure à la demande) et la publication des fiches modelia [Réf. E] (jouant en quelque sorte le rôle de support de formation). Ces différentes actions ont été mises en place en visant à parvenir à des modèles qualifiés (actions formation, fiches), à éviter aux équipes de s'engager dans des voies sans issue (actions consultances, formation).

## 10 Annexe : Glossaire

ACTA	Association de Coordination Technique Agricole. <a href="http://www.acta.asso.fr">http://www.acta.asso.fr</a> .
ACTA Informatique	Société. <a href="http://www.acta-informatique.fr">http://www.acta-informatique.fr</a> .
AgriMMedia	Colloques thématiques organisés par ACTA-Informatique pour la profession agricole (ICTA, sociétés privées, chambres d'agriculture, INRA, ACTA, coopératives, Agriculteurs...), dont les annonces et dossiers d'information sont en ligne sur le site <a href="http://www.acta-informatique.fr">http://www.acta-informatique.fr</a> à la rubrique / « Colloques AgriMMedia ».
AgroParisTech	Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement. Grande école européenne d'ingénieurs et de managers dans le domaine du vivant et de l'environnement, née en 2007 du rapprochement de l'ENGREF, l'ENSIA et l'INA P-G. <a href="http://www.agroparistech.fr">http://www.agroparistech.fr</a> .
Agro-Transfert	Agro-Transfert fédère la recherche, le développement agricole, les instituts techniques et les agriculteurs, autour de problèmes agronomiques d'importance régionale nécessitant une approche transversale et devant être abordés à une échelle de travail plus intégratrice que la parcelle.
Ajinomoto Eurolysine	Société. <a href="http://www.ajinomoto-eurolysine.fr">http://www.ajinomoto-eurolysine.fr</a> .
AME	Atelier Modélisation Environnement. <a href="http://www.driv.ird.fr/realisations/ame">http://www.driv.ird.fr/realisations/ame</a> .
APCA	Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture.
ARAA	Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
Arcade Conseil	Société concevant, éditant et distribuant des solutions informatiques pour les agriculteurs et leurs partenaires, notamment RegiFert et AzoFert de l'INRA. Maintenant So'néo, depuis son regroupement avec Edivial.
ARVALIS	ARVALIS–Institut du Végétal. <a href="http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr">http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr</a> .
Bayer CropScience	Société. <a href="http://www.bayercropscience.fr">http://www.bayercropscience.fr</a> .
BD	Base de Données.
C	Langage de programmation informatique.
C++	Langage de programmation informatique. Langage orienté objet.
CAS DAR	Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural, géré par la mission DAR pour le Développement Agricole et Rural, au sein de la DGER (Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche).
CATI	Centre Automatisé de Traitement de l'Information.
CDD	Contrat à Durée Déterminée.
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique.
CEHM	Centre Expérimental Horticole de Massillargues.
Cemagref	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement. <a href="http://www.cemagref.fr">http://www.cemagref.fr</a> .
CETIOM	Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains. <a href="http://www.cetiom.fr">http://www.cetiom.fr</a> .
CINES	Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur.
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. <a href="http://www.cirad.fr">http://www.cirad.fr</a> .
CIVC	Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne.
CNERTA	Centre National d'Etudes et de Ressources en Technologies Avancées. Département de l'ENESAD (Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon). <a href="http://www.cnerta.educagri.fr">http://www.cnerta.educagri.fr</a> .
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques.
CNRS	Centre National de Recherche Scientifique. <a href="http://www.cnrs.fr">http://www.cnrs.fr</a> .
COMPIL	Collectif Midi Pyrénées des Informaticiens développeurs. Le collectif COMPIL regroupe des personnes de Toulouse et sa région qui interviennent sur des développements logiciels dans le cadre de projets de recherche (universitaires, groupes ou laboratoires de recherche publiques ou privés...). Cette démarche vise à initier une dynamique d'échanges entre informaticiens développeurs (animations, liste de diffusion, site wiki...) et devrait permettre aux informaticiens



	isolés dans de petites structures de bénéficier d'un réseau d'aide. Démarche dont le critère de regroupement est la proximité géographique. <a href="http://compil.cesr.fr">http://compil.cesr.fr</a> .
CORMAS	Environnement de programmation de SMA.
CRA Bourgogne	Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne.
CTIFL	Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. <a href="http://www.ctifl.fr">http://www.ctifl.fr</a> .
CTPS	Comité Technique Permanent de la Sélection.
CURIE	Le réseau CURIE est une association dédiée à la valorisation de la recherche et au transfert de technologies. <a href="http://www.curie.asso.fr">http://www.curie.asso.fr</a> . FTT (France Transfert Technologies), portail national du réseau CURIE : <a href="http://www.f2t.fr">http://www.f2t.fr</a> .
Cywin	Cywin est une solution logicielle permettant d'émuler un système Unix sous le système Windows.
Delphi	Delphi est un EDI édité par la société Borland. Delphi est dédié au langage Pascal sous Windows.
DEVS	Discrete Event System Specification. Formalisme modulaire et hiérarchique pour la modélisation, la simulation et l'analyse de systèmes complexes qui peuvent être des systèmes à événements discrets décrits par des fonctions de transitions d'états et des systèmes continus décrits par des équations différentielles, par exemple et des systèmes hybrides (continus et discrets). Le projet RECORD repose sur le formalisme DEVS.
DPE	Délégation au Partenariat avec les Entreprises. Unité de l'INRA de service d'appui. La lettre électronique de l'INRA pour les entreprises « En direct des labos » ( <a href="http://www.inra.fr/en_direct_des_labos">http://www.inra.fr/en_direct_des_labos</a> ) de la DPE s'adresse aux entreprises et chercheurs et vise la création de lien. La rubrique « résultats de recherche » permet aux équipes de recherche d'afficher et de faire connaître leurs résultats et la rubrique « recherche de partenariat » vise la mise en relation.
EA	Environnement et Agronomie, département INRA.
EADS Astrium	Société dans la conception et la fabrication de systèmes de satellites. Ses activités couvrent les systèmes de télécommunications et d'observation civils et militaires, les programmes scientifiques et la navigation, les moyens sol associés et les équipements spatiaux. <a href="http://www.astrium.eads.net">http://www.astrium.eads.net</a> .
EDI	Environnement de Développement Intégré. Un EDI regroupe des outils de développement informatique : éditeur de texte, compilateur, outils automatiques de fabrication, débogueur, système de gestion de versions, outils pour faciliter la création d'interface graphique... Un EDI est dédié à un ou plusieurs langages de programmation informatique.
Educagri éditions	Maison d'édition de l'enseignement agricole français. Fait partie intégrante du CNERTA. <a href="http://www.editions.educagri.fr">http://www.editions.educagri.fr</a> .
EFPA	Écologie des Forêts, Prairies et milieux Aquatiques, département INRA.
Envilys	Société. <a href="http://www.envilys.com">http://www.envilys.com</a> .
EPIAGRI	Towards European Collective Management of Public Intellectual Property for Agricultural Biotechnologies. Projet européen visant à mettre en place un réseau de gestion mutualisée des brevets et autres actifs à valoriser (savoir-faire, logiciels etc.), détenus par les établissements de recherche publics européens dans le domaine des agro-biotechnologies. EPIPAGRI réunit 9 établissements européens représentatifs du secteur, parmi lesquels l'INRA et sa filiale INRA Transfert ainsi que la filiale FIST du CNRS. <a href="http://www.inra-transfert.fr/fr/projets_europeens/resultat_projets.asp?id_projet=15&amp;id_type_projet=4">http://www.inra-transfert.fr/fr/projets_europeens/resultat_projets.asp?id_projet=15&amp;id_type_projet=4</a> .
Excel	Outil logiciel tableur de la société Microsoft.
Forge	Système de gestion de développement collaboratif de logiciel. Une forge rassemble un ensemble d'outils permettant le développement informatique collaboratif tels que des outils facilitant le travail de groupe, l'organisation et la synchronisation dans les projets, des outils spécifiques au développement de logiciels (système de gestion des versions, gestionnaire de listes de discussion, outil de suivi des bugs, gestionnaire documentation, outils d'intégration continue de tests...).
Fortran	Langage de programmation informatique, utilisé pour le calcul scientifique.
FREDON	Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles.
GAP	Génétique et Amélioration des Plantes, département INRA.
GEOSYS	Société spécialisée dans l'utilisation des SIG et de l'imagerie satellite pour l'agriculture. Commercialise une offre de solutions informatiques pour piloter l'itinéraire cultural des cultures, basées sur la cartographie satellite et aérienne ainsi que sur des modèles agronomiques. <a href="http://www.geosys-inc.com">http://www.geosys-inc.com</a> .

GIEA	Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole. Projet fédérateur vers des concepts et un langage communs pour les partenaires économiques et institutionnels de la profession agricole, dont les objectifs sont de fédérer et coordonner les travaux de standardisation menés par les différents organismes et institutions de la sphère agricole, définir un cadre cohérent de définition (format et contenu) des informations pour les agriculteurs, rendre interopérables les systèmes d'information publics et privés existants. <a href="http://www.projetgiea.fr">http://www.projetgiea.fr</a> .
Hortis	Centre de recherche, développement, formation, conseil en fruits et légumes et agro-équipements.
IBM	Individual Based Model.
ICTA	Instituts et Centres Techniques Agricoles.
IE	Institut de l'Elevage. <a href="http://www.inst-elevage.asso.fr">http://www.inst-elevage.asso.fr</a> .
IFIP	Institut du Porc. <a href="http://www.itp.asso.fr">http://www.itp.asso.fr</a> .
IFV	Institut Français de la Vigne et du Vin. <a href="http://www.itvfrance.com">http://www.itvfrance.com</a>
Infoterra France	Filiale à 100% d'EADS Astrium, spécialisée dans le développement d'applications et de services à partir d'images de télédétection, a en charge le développement et la commercialisation du service FARMSTAR.
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique. <a href="http://www.inra.fr">http://www.inra.fr</a> .
INRA Transfert	Filiale de l'INRA qui a pour mission de valoriser la recherche publique agronomique. La page Web « Offres Technologiques » d'INRA Transfert présente des innovations issues des laboratoires de l'INRA pour lesquelles INRA Transfert recherche des partenaires industriels. <a href="http://www.inra-transfert.fr">http://www.inra-transfert.fr</a> .
INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et Automatismes. <a href="http://www.inria.fr">http://www.inria.fr</a> .
InVivo	Union InVivo est un groupe coopératif d'achats, de vente et de services dans l'univers agricole. <a href="http://www.invivo-group.com">http://www.invivo-group.com</a> .
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire.
ISAGRI	Société éditant et distribuant des solutions informatiques pour les agriculteurs et leurs partenaires. <a href="http://www.isagri.fr">http://www.isagri.fr</a> .
ISIMA	Institut Supérieur d'Informatique, de Modélisation et des Applications. Ecole d'ingénieurs. <a href="http://www.isima.fr">http://www.isima.fr</a> .
ITAB	Institut Technique de l'Agriculture Biologique. <a href="http://www.itab.asso.fr">http://www.itab.asso.fr</a> .
ITB	Institut Technique Français de la Betterave Industrielle. <a href="http://www.institut-betterave.fr">http://www.institut-betterave.fr</a> .
ITL	Institut Technique du Lin. <a href="http://www.lin-itl.com">http://www.lin-itl.com</a> .
Java	Langage de programmation informatique. Langage orienté objet.
LISP	Langage de programmation informatique.
Matlab	Outil de développement pour calcul scientifique, modélisation, simulation. Egalement langage informatique.
MULCYBER	Forge destinée aux membres du département MIA de l'INRA et à leurs collaborateurs. <a href="http://mulcyber.toulouse.inra.fr">http://mulcyber.toulouse.inra.fr</a> .
Modelia	Site internet du RMT « Modélisation et Logiciels d'intérêt commun appliqués à l'Agriculture ». <a href="http://www.modelia.org">http://www.modelia.org</a> .
ModelMaker	Outil de modélisation permettant de développer des modèles à compartiments.
OSEO	Etablissement public soutenant l'innovation et la croissance des Petites et Moyennes Entreprises. <a href="http://www.oseo.fr">http://www.oseo.fr</a> . Bourse de technologies OSEO : <a href="http://www.technologie.oseo.fr">http://www.technologie.oseo.fr</a> .
PHASE	Physiologie Animale et Systèmes d'Elevage, département INRA.
PLUME	Le projet PLUME vise à Promouvoir les Logiciels Utiles, Maîtrisés et Economiques dans la communauté de l'enseignement supérieur et de la recherche. Porté initialement par le CNRS, il s'élargit maintenant à la communauté des universités, des grandes écoles et des autres organismes de recherche. Il concerne des développements internes suffisamment aboutis et utilisés dans au moins deux autres sites que le site de développement. <a href="http://www.projet-plume.org">http://www.projet-plume.org</a> .
Programmation	Liste de discussion INRA sur la programmation informatique, dédiée au partage d'expériences et à l'assistance en programmation, s'adressant au personnel INRA mais ouverte à des membres ne faisant pas partie de l'institut. <a href="http://listes.inra.fr/wvs/info/programmation">http://listes.inra.fr/wvs/info/programmation</a> .
Programmation et agriculture	Groupe monté par des acteurs informatiques de la profession agricole, dont les membres appartiennent à divers organismes (ACTA Informatique, ICTA, chambres d'agriculture, coopératives, entreprises, Cemagref, INRA...) et se réunissent régulièrement pour échanger leurs expériences informatiques dans un esprit de veille technologique. L'animateur principal du groupe est Hervé Escriou (ITB), l'organisation et le secrétariat en sont assurés par Guy Waksman

	(ACTA Informatique). <a href="http://www.acta-informatique.fr">http://www.acta-informatique.fr</a> à la rubrique « Nos gazettes / Delphi agricole ».
Python	Langage de programmation informatique. Langage orienté objet.
R	Outil de développement pour traitements statistiques. Egalement langage informatique.
RELIER	Le projet RELIER a pour vocation de référencer les développements logiciels effectués dans la communauté de l'enseignement supérieur et de la recherche, afin de les valoriser, les faire connaître (à d'autres chercheurs ou enseignants ou à des entreprises privées), assurer la reproductibilité des résultats de publication. Le projet RELIER, créé en tant que projet connexe du projet PLUME, est en cours de déploiement. Il vise les logiciels qui ne sont pas forcément ni suffisamment aboutis, ni utilisés par d'autres que leur auteur. <a href="http://www.projet-plume.org/relier">http://www.projet-plume.org/relier</a> .
RIEA	Réseau des Informaticiens de département EA de l'INRA.
RMT	Réseau Mixte Technologique.
SAD	Sciences pour l' Action et le Développement, département INRA.
SAE2	Sciences Sociales, Agriculture et Alimentation, Espace et Environnement, département INRA.
Scilab	Outil de développement pour calcul numérique fournissant un environnement de calcul pour des applications scientifiques. Egalement langage informatique.
SERAIL	Station d'Expérimentation Rhône-Alpes et d'Information Légumes.
Service Web	Un service Web (Web Services) est un ensemble de protocoles et de normes informatiques utilisés pour échanger des données entre les applications. Les logiciels écrits dans divers langages de programmation et sur diverses plates-formes peuvent employer des services Web pour échanger des données à travers des réseaux informatiques comme Internet.
SESMA	Société. <a href="http://www.sesma.fr">http://www.sesma.fr</a> .
SIG	Système d'Information Géographique. Un SIG est un outil informatique permettant d'organiser et présenter des données géographiques repérées dans l'espace (forêts, communes, routes, parcelles...) auxquelles sont liées des données alphanumériques (nom de commune, superficie de parcelle...).
SILEBAN	Société d'Investissement et de développement pour les cultures Légumières et horticoles en Basse-Normandie.
SIMARDEV	Simulation basée sur l' Artefact pour le DEVeloppement. Méthode de recherche participative dans le secteur agricole, développée par Lorène Prost, Marianne Cerf (INRA/SAD), Pascal Béguin (INRA/SAD).
SMA	Systèmes Multi-Agents.
Son'éo	Société née du regroupement des sociétés Arcade Conseil et Edivial. <a href="http://www.so-neo.fr">http://www.so-neo.fr</a> .
SourceSup	Forge pour les projets destinés aux établissements d'enseignement supérieur et de recherche qui ont pour vocation d'être diffusés publiquement. <a href="http://sourcesup.cru.fr">http://sourcesup.cru.fr</a> .
Stella	Outil de modélisation, permettant de développer des modèles à compartiments.
Trans2tech	Transnational Transfer of Technology. Projet européen. <a href="http://www.trans2tech.eu">http://www.trans2tech.eu</a> .
UCPI	Unité des Contrats et de la Propriété Intellectuelle. Unité de l'INRA de service d'appui.
UML	Unified Modeling Language. Formalisme commun de modélisation, UML regroupe une famille de notations graphiques permettant de décrire et de concevoir un système, en particulier système logiciel orienté objet. UML est un standard contrôlé par l'OMG (Object Management Group). Le site officiel par l'OMG : <a href="http://www.uml.org">http://www.uml.org</a> .
UMR	Unité Mixte de Recherche.
UMT	Unité Mixte Technologique.
UNIP	Union Nationale Interprofessionnelle des Plantes Riches en Protéines. <a href="http://www.prolea.com/unip">http://www.prolea.com/unip</a> .
Unix	Système d'exploitation.
UR	Unité de Recherche.
US	Unité de Service.
Vensim	Outil de modélisation, permettant de développer des modèles à compartiments.
Visual Basic	Visual Basic est un EDI.
Windows	Système d'exploitation.
XML	eXtensible Markup Language, ou Langage de balisage extensible. XML est à la fois un langage de représentation de données structurées (basé sur des balises et attributs) et un méta langage qui permet de décrire des modèles de données structurés par l'expression de règles de structures.

## Modèles, projets en modélisation, applications logicielles contenant de la modélisation :

Activ+ Limaces	Outil d'aide à la décision qui permet d'estimer les risques d'attaques de limaces en grandes cultures, de la société Bayer CropScience, basé sur un modèle agronomique de prévision des risques d'attaques de limaces mis au point par l'ACTA. Accessible notamment via l'extranet de la société Bayer CropScience réservé à ses clients.
ADD DISCOTECH	Dispositifs innovants pour la Conception et l'évaluation de systèmes Techniques. Projet du programme fédérateur Agriculture et Développement Durable.
AFILA	Modèle pois (INRA, UNIP).
AFISOL	Modèle de fonctionnement de la culture du pois.
AzoFert	Logiciel de prescription de la fertilisation azotée des cultures. Projet maintenant effectué dans le cadre du RMT « Fertilisation et Environnement ».
AzoSystem	L'outil logiciel AzoSystem sert à l'établissement d'un diagnostic environnemental qui puisse contribuer in fine à améliorer la gestion de l'azote. Projet (INRA, CETIOM, ITAVI, ITB, ACTA, ARVALIS, ITP, CTIFL) dans le cadre du GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique) Fertilisation raisonnée. Projet maintenant effectué dans le cadre du RMT « Fertilisation et Environnement ».
Betha	Modèle d'aide à la conception d'itinéraires techniques pour le blé. UMR Agronomie INRA-AgroParisTech.
CAPIS	Croissance d'Arbres en Peuplement avec Simulation d'Itinéraires Sylvicoles. Plate-forme permettant de simuler la croissance d'arbres en peuplements, et de comparer des scénarios sylvicoles définis par l'utilisateur. UMR AMAP (botanique et bioinformatique de l'Architecture des Plantes) CIRAD – CNRS – INRA – IRD – Université Montpellier II. <a href="http://capsis.free.fr">http://capsis.free.fr</a> .
Carpocapse du pommier	Projet entre CTIFL, INRA, CEHM (2005 à 2009). Le modèle est contenu dans la plate-forme INOKI.
DAEG	Méthode Diagnostic Agri-Environnemental Géographique. Projet Agro-Transfert Picardie.
Décid'herb	Outil d'aide à la décision pour la lutte contre les adventices, en cours d'élaboration sur le projet CAS DAR « Aide à la décision de la lutte contre les adventices » entre CETIOM, ACTA, ARVALIS-Institut du végétal, ITB, ITL, INRA/EA (UMR Biologie et Gestion des Adventices) et INRA/SAD.
DIAGVAR	Outil INRA d'aide à l'évaluation variétale en blé, basé sur un modèle d'analyse des interactions génotype-environnement.
DIESE	Outil INRA de modélisation et de simulation pour développer des systèmes d'intérêt agronomique.
EvaPig	Outil logiciel de prédiction des valeurs énergétiques, d'acides aminés et de phosphore des matières premières et des aliments pour le porc en croissance et adulte. Logiciel créé et développé par l'INRA, l'AFZ (Association Française de Zootechnie) et la société Ajinomoto Eurolysine SAS. <a href="http://www.evapig.com">http://www.evapig.com</a> .
FARMSTAR	Projet entre ARVALIS-Institut du végétal et EADS Astrium (filiale Infoterra France). FARMSTAR est un service d'aide à la conduite des cultures à la parcelle à destination des agriculteurs. FARMSTAR repose sur l'utilisation d'images satellites pour la génération de conseils intégrant des données de télédétection et des modèles agronomiques.
FLORSYS	Extrapolation du modèle ALOMYSYS (modèle des effets des systèmes de culture sur la dynamique d'une adventice fréquente et nuisible en céréales d'hiver, le vulpin) à une flore adventice pluri-spécifique. Application à la conception et l'évaluation de systèmes de culture. FLORSYS et ALOMYSYS sont développés à l'INRA/EA (UMR Biologie et Gestion des Adventices). <a href="http://www2.dijon.inra.fr/bga/badoma/florsys/presentation/index.html">http://www2.dijon.inra.fr/bga/badoma/florsys/presentation/index.html</a> .
GeneSys	Modèle de flux de gènes chez le colza. INRA/EA.
Hi-SAFE	Dans le cadre du programme européen de recherche SAFE ( <a href="http://www.montpellier.inra.fr/safe">http://www.montpellier.inra.fr/safe</a> ) il a été réalisé un travail de modélisation des interactions arbres-cultures. Ce modèle appelé Hi-SAFE permet de prévoir l'évolution conjointe des rendements de culture intercalaires et de croissance des arbres, sur un horizon de simulation pluri-décennal. Il couple le modèle de cultures STICS avec un modèle de croissance d'un peuplement d'arbres espacés. Christian Dupraz (INRA/EA) et Isabelle Lecomte (INRA, informaticienne non permanent).
iBop	Logiciel hébergé dans la plate-forme INOKI. Collaboration CTIFL, INRA, IFV, CETIOM, CIVC.
INDIGO	Méthode, diagnostic agro-environnemental. INRA, ARAA. <a href="http://www.inra.fr/indigo">http://www.inra.fr/indigo</a> .

INOKI	Plate-forme logicielle du CTIFL, de mise à disposition d'outils d'aide à la décision pour les producteurs et techniciens du secteur des fruits et légumes.
InraPorc	Modèle et outil d'analyse des performances et d'évaluation des stratégies alimentaires pour des porcs en croissance et des truies. Logiciel développé à l'INRA/PHASE (UMR Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine), destiné aux nutritionnistes et à l'enseignement. <a href="http://www.rennes.inra.fr/inraporc">http://www.rennes.inra.fr/inraporc</a> .
INRAtion	Logiciel d'aide au rationnement des ruminants, conçu par l'INRA/PHASE. Outil de diagnostic et de prévision du rationnement, il permet d'analyser les rations distribuées et de proposer des solutions adaptées à chaque type de ruminant selon leurs niveaux de production. <a href="http://www.inration.educagri.fr">http://www.inration.educagri.fr</a> .
IRRIBET	Le logiciel IRRIBET « Système d'aide à la conduite de l'irrigation des betteraves sucrières » est une application logicielle à destination des professionnels, interrogeable sur le réseau internet. ITB.
ISALIM	Application logicielle de la société ISAGRI.
MAPOD	Modèle de flux de gènes chez le maïs. INRA/GAP, INRA/EA, Université d'Orsay, AgroParisTech.
MELODIE	Modélisation des Elevages en Langage Objet pour la Détermination de leur Impact Environnemental. Projet entre l'INRA, l'IE et l'IFIP. Projet financé par l'ACTA (2005-2008) et l'ADAR (2006-2008), le projet ANR ADD SPA/DD.
MHYDAS	Modélisation HYdrologique Distribuée des AgroSystèmes. A l'origine modèle pluie-débit développé dans le but d'étudier les effets des aménagements agricoles sur le comportement hydrologique de bassins versants anthropisés pendant les événements pluvieux, qui a évolué pour modéliser les échanges surface-souterrains, les bilans hydrologiques, les contaminations et le transport de polluants, et le transport érosif. UMR LISAH (INRA-IRD-Montpellier SupAgro, Laboratoire d'études des Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème). <a href="http://www.umr-lisah.fr/openfluid">http://www.umr-lisah.fr/openfluid</a> .
Moderato	Simulateur de conduite de l'irrigation du maïs, déterminant des stratégies d'irrigation optimales à partir d'un modèle biodécisionnel. INRA, ARVALIS.
MOUSTICS	Modèle biodécisionnel de couplage entre le modèle de cultures STICS et le modèle décisionnel issu de Moderato. INRA.
OpenFLUID	Plate-forme ouverte de modélisation permettant de construire des modèles de flux de matière à partir de bibliothèques de fonctions de simulation, de représenter l'espace à l'aide de procédures de segmentation tenant compte de l'hétérogénéité du paysage, d'exécuter des simulations à partir de modèles de flux sur des espaces segmentés et paramétrés. La plate-forme OpenFluid a été développée à l'origine pour les besoins du modèle MHYDAS, mais propose une approche générique et modulaire pour la modélisation de flux dans le paysage. UMR LISAH (INRA-IRD-Montpellier SupAgro, Laboratoire d'études des Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème). <a href="http://www.umr-lisah.fr/openfluid">http://www.umr-lisah.fr/openfluid</a> .
Panoramix	Logiciel de modélisation agronomique et de prévision. ARVALIS.
PARIS	Pasture-Ruminant Interaction Simulator. Simulateur spatialisé d'un troupeau de ruminants pâturant une prairie hétérogène. INRA/PHASE.
PASTIS	Predicting Agricultural Solute Transport In Soils. Modèle et outil logiciel de l'INRA/EA. PASTIS est un modèle pour simuler les principaux phénomènes de transport dans le sol, couplés au cycle du carbone et de l'azote. Une Interface Homme Machine a été développée pour rendre aisée son utilisation. <a href="http://w3.avignon.inra.fr/pastis">http://w3.avignon.inra.fr/pastis</a> .
Phytochoix	Logiciel de diagnostic et d'aide à la décision pour que les viticulteurs puissent connaître l'impact de chaque produit phytosanitaire. IFV, INRA, CIVC.
portageMM2CPP	Logiciel de portage de code ModelMaker en langage C++. <a href="http://www.modelia.org">http://www.modelia.org</a> .
Prairie	Composant du modèle de cultures APES (Agricultural Production and Externalities Simulator) du projet européen SEAMLESS.
RECORD	REnovation et COoRDination de la modélisation de cultures pour la gestion des agrosystèmes. Projet parrainé par les départements EA et MIA de l'INRA, visant à créer une nouvelle plate-forme informatique de modélisation et de simulation pour aider à mettre au point des systèmes de cultures innovants capables d'assurer des fonctions agronomiques et environnementales spécifiées. <a href="http://record.toulouse.inra.fr">http://record.toulouse.inra.fr</a> .
RegiFert	Références régionales et fertilisation raisonnée. Logiciel de diagnostic et de prescription de la fertilisation au niveau de la parcelle, élaboré par l'INRA en partenariat avec le LDAR de l'Aisne. Projet maintenant effectué dans le cadre du RMT « Fertilisation et Environnement ». <a href="http://www.bordeaux.inra.fr/tcem">http://www.bordeaux.inra.fr/tcem</a> .

SEAMLESS	System for Environmental and Agricultural Modelling Linking European Science and Society. Projet européen regroupant 32 organismes de recherche, d'enseignement et de développement de 14 pays différents, qui doit permettre de développer un outil intégré d'évaluation ex ante de l'impact de la politique agricole et environnementale de l'Union Européenne des 25 sur les trois champs de la durabilité (économie, social et environnement). <a href="http://www.seamless-ip.org">http://www.seamless-ip.org</a> .
SEVE	Plateforme de modélisation du fonctionnement des surfaces continentales aux échelles locales et régionales. Projet impliquant INRA, CNRS, CNRM, à l'origine soutenu par le programme/ACI ECCO (INSU-Ministère de la Recherche). Son objectif est de concevoir et de développer une modélisation intégrée des surfaces continentales, représentant explicitement la structuration et les hétérogénéités de la surface et permettant de simuler les processus couplés impliqués dans le cycle de l'eau, du carbone, de l'azote et de substances polluantes aux échelles de la parcelle, du paysage et de la région. La plate-forme SEVE doit permettre de répondre à des questions sociétales (ressources, risques environnementaux) et scientifiques (changement climatique, structure paysage). <a href="http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/seve.html">http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/seve.html</a> .
SIEL	Outil informatique des Contrôles Laitiers, à usage des techniciens qui permet de traiter et de valoriser les données collectées.
SIGMEA	Sustainable Introduction of GM crops into European Agriculture. Projet européen (Specific Targeted Research Project, 2004-2007) regroupant 44 partenaires (parmi lesquels l'INRA et le CETIOM) dont l'objectif était de développer une panoplie d'outils pour éclairer la décision publique sur les impacts des OGM en agriculture. Lors de ce projet a été mise au point la plate-forme de flux de gènes pluri-spécifique Landflow-gene(r). Elle a été utilisée pour réaliser des études de coexistence entre cultures OGM et non-OGM à l'échelle de paysages.
STICS	Simulateur multidisciplinaire pour les cultures standard. Modèle de fonctionnement des cultures à pas de temps journalier, développé par l'INRA (53 coauteurs, coordination US Agroclim) et ses partenaires (Agro-Transfert, ARVALIS, Cemagref, Hortis, CETIOM, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes, CIRAD, CTIFL, ITB, CEA, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, IRSN). Il simule les conséquences des variations du milieu et du système de culture sur la production d'une parcelle agricole et sur l'environnement. <a href="http://www.avignon.inra.fr/agroclim_stics">http://www.avignon.inra.fr/agroclim_stics</a> .
WinSTICS	Outil logiciel apportant une Interface Homme Machine au modèle de culture STICS. INRA.