

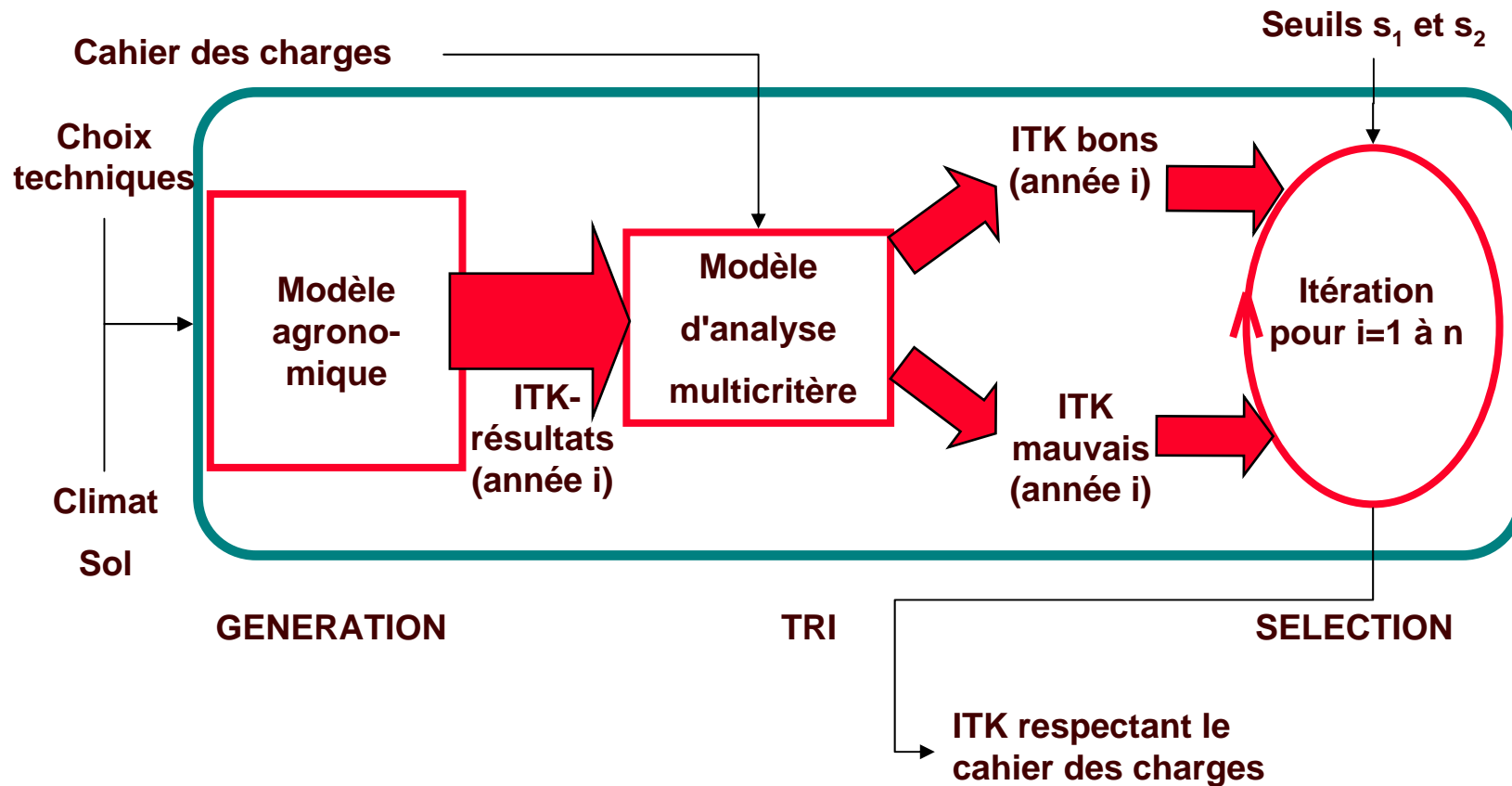
Le modèle de simulation Betha-var : enseignements tirés du développement d'une application web

Formation INRA - ACTA - ICTA
Vendredi 16 Mai 2008

Chantal Loyce
AgroParisTech, UMR Agronomie INRA / AgroParisTech, Grignon

Collaborations : Arnaud Gauffreteau et Marie Hélène Jeuffroy (INRA UMR Agronomie), Jean Marc Meynard (INRA SAD)

Historique du projet et codage informatique associé : version 1 (1998)



- Langage très accessible (LISP)...mais absence de portabilité de l'outil

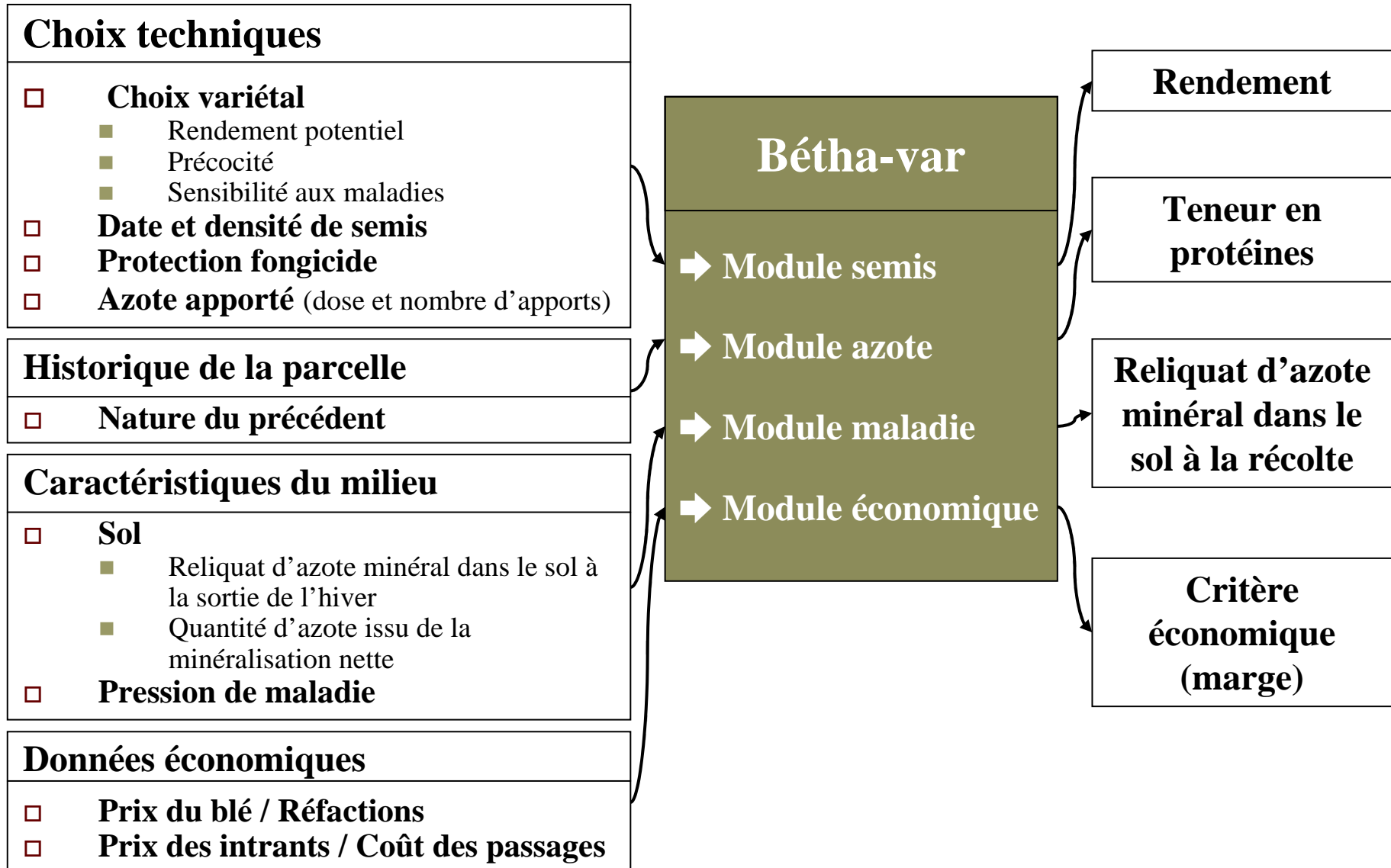
Historique du projet et codage informatique associé : version 2 (2005)

- Version 2 : Modèle Betha-var écrit sous Excel pour des raisons pratiques et pour évaluer une nouvelle version du modèle

modèle
maladies =
equation
Tpi

Année	Lieu	ITK	Variété	entrée	entrée	param	calcul	calcul	ENTREE	entrée	entrée
				Densité semis (A, B)	RDTIsengrain1 à 15% (qx/ha)	drdt = Effet densité sur Rdt	Prod_var_Isen = Productivité de la Variété / Isengrain	Rdt_accessible Var_Dens (q/ha) à 15%	Nhumus = Minéralisation humus (kg/ ha)	Nprecedent = Minéralisation résidus précédent (kg/ha)	RSH = RSH sans prise en compte du lessivage (kg / ha)
2000	21	1	Charger	A	101.43	1	1.00	101.34	54.3	20	36
2000	21	1	Isengrain	A	101.43	1	1.00	101.43	54.3	20	36
2000	21	1	Oratorio	A	101.43	1	0.92	93.80	54.3	20	36
2000	21	1	Trémie	A	101.43	1	0.99	100.22	54.3	20	36
2000	21	1	Virtuose	A	101.43	1	0.96	97.52	54.3	20	36
2000	21	2	Charger	A	101.43	1	1.00	101.34	54.3	20	36

Structure du modèle Bétha-var





Caractéristiques du modèle

- **Modèle simple**
 - Non dynamique
 - 13 équations
 - 10 à 13 variables d'entrée
 - 22 à 26 paramètres estimés
- **A vocation opérationnelle**
 - Le modèle prend en compte les principales techniques culturales appliquées sur le blé
 - Les variables d'entrée sont relativement faciles à obtenir



Des utilisateurs variés : exemples d'utilisations potentielles du modèle

- Chercheurs
 - Exploration de nouveaux itinéraires techniques valorisant les caractéristiques variétales

- Instituts techniques
 - Adaptation du conseil variétal en fonction du milieu et de l'itinéraire technique visé

- Sélectionneurs
 - Caractérisation plus complète des variétés

Intérêt d'utiliser le modèle Betha-var à partir de résultats obtenus sur un réseau d'essais intensifs pour identifier les comportements des variétés dans des situations limitantes en intrants (projet FSOV 2003)

Evaluation du modèle Betha-var selon :

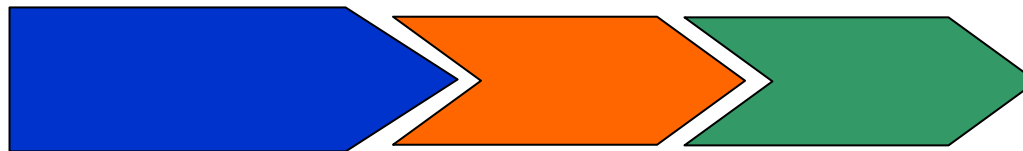
- Sa qualité prédictive**
- Sa qualité décisionnelle**

Développement d'une application web : étapes suivies

Rédaction de
l'expression des
besoins (mi-
novembre)

Rédaction du
cahier des
charges (signé
mi-décembre)

Réalisation
informatique
(fin Janvier)



Expression des besoins

Objectif :
Date : 14-11-2005
Participants : Hélène MANSION
No. Serial : 2

Résumé :

CAHIER DES CHARGES

Objectif :
Date : 15/12/2005
Participants : Mansion
No. Serial : 1

Résumé :

[Simulation](#) | [Simulations avec combinaison de variables](#) | [Validation du modèle](#) | [Modification du modèle](#) | [Modification de variables](#) | [Données expérimentales](#)

Welcome Chantal Loyce ! [Help](#) | [My Info](#) | [Logout](#)

SIMULATION

 Entrées sauvegardées: S1
1 : Techniques culturales
Densité de semis Variété Régulateur de croissance
Dose d'engrais apportée kg/ha Nombre d'apports d'engrais

2 : Caractéristiques du milieu et histoire culturale
Nature du précédent cultural Azote issu de la minéralisation de l'humus kg/ha
Teneurs du sol : CaCo3 % Argile % Matière organique %
Relicat d'azote minéral sortie d'hiver kg/ha
Notes d'attaque : Rouille brune Rouille jaune Oïdium

3 : Niveaux de rendement
Rendement potentiel de l'Isengrain q/ha Rendement objectif q/ha

4 : Informations nécessaires au calcul de la marge
Prix : Blé euros/t Azote euros/kg Semence euros/kg
Coûts herbicides utilisés euros/ha fongicides utilisés euros/ha insecticides utilisés euros/ha régulateurs utilisés euros/ha

Développement d'une application web : étapes suivies

Rédaction de l'expression des besoins

Besoin		N°	Priorité	
Simulation		Interface dédiée à la simulation	010	Haute
	Saisie de données	Saisie	020	Haute
		Saisie de variables intermédiaires	030	Basse
		Choix de saisir certains groupes de variables ou non (module maladies)	040	Moyenne
		Choix de faire varier certaines variables et d'effectuer des simulations pour toutes les combinaisons	050	Moyenne
		Contrôle des données	Présence	060
	Vraisemblance		070	Moyenne
	Lancement de la simulation	Suivi de l'exécution : en cours ou achevée	080	Basse
	Sorties	Consultation	090	Haute
		Sauvegarde possible	100	Haute

Développement d'une application web : les apports de l'étude

➔ Mise à plat du contenu du modèle

BETHA : EQUATION ET LISTE DES VARIABLES

10/11/05

C. LOYCE ET M.H JEUFFROY

1. Présentation des relations entre variables

(+ voir avec Marie Hélène sa nouvelle version avec QNabsorbé_opt déduit de Rdtlseng1)

1.1. Le modèle agronomique

a. Estimation du rendement potentiel variétal

$$(1) \text{Rdt_accessible_Var} = \text{Rdtlseng1} * \text{drdt} * \text{Prod_var_Isen}$$

b. Le module « azote et fertilisation azotée »

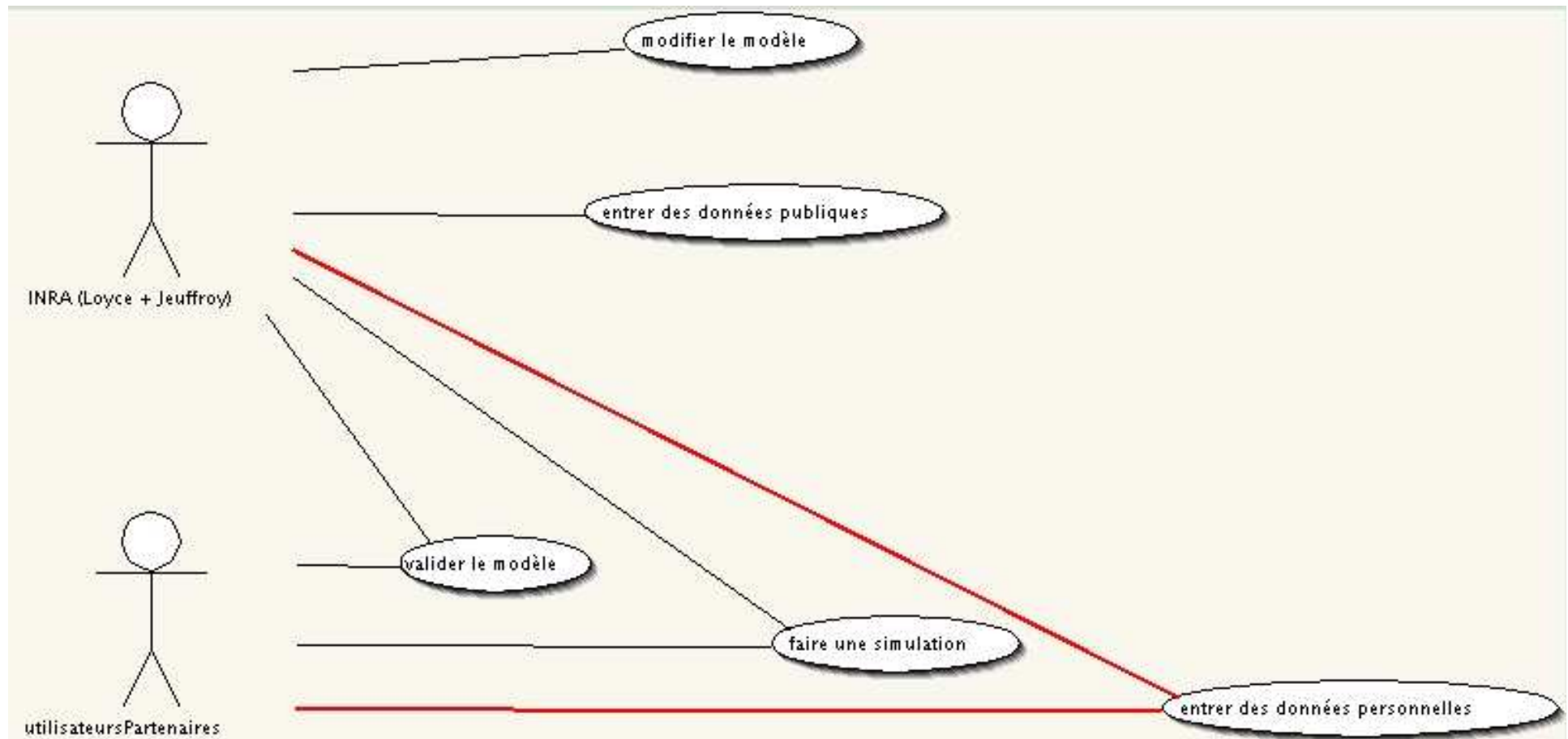
+ ajouter le calcul de Nhumus (fonction des teneurs en mo, CaCo3 et en argile du sol)

$$(2) \text{Nabsorbé_ss_apport_N} = \text{Nhumus} + \text{Nprecedent} + \text{RSH}$$

$$(3) \text{Dose_Azote_X} = \frac{\text{b} * \text{Rdtobj} - \text{Nabsorbé_ss_apport_N}}{\text{co}} \quad \text{à retirer ?}$$

Développement d'une application web : les apports de l'étude

➔ Clarification des usages (et des usagers) de l'application

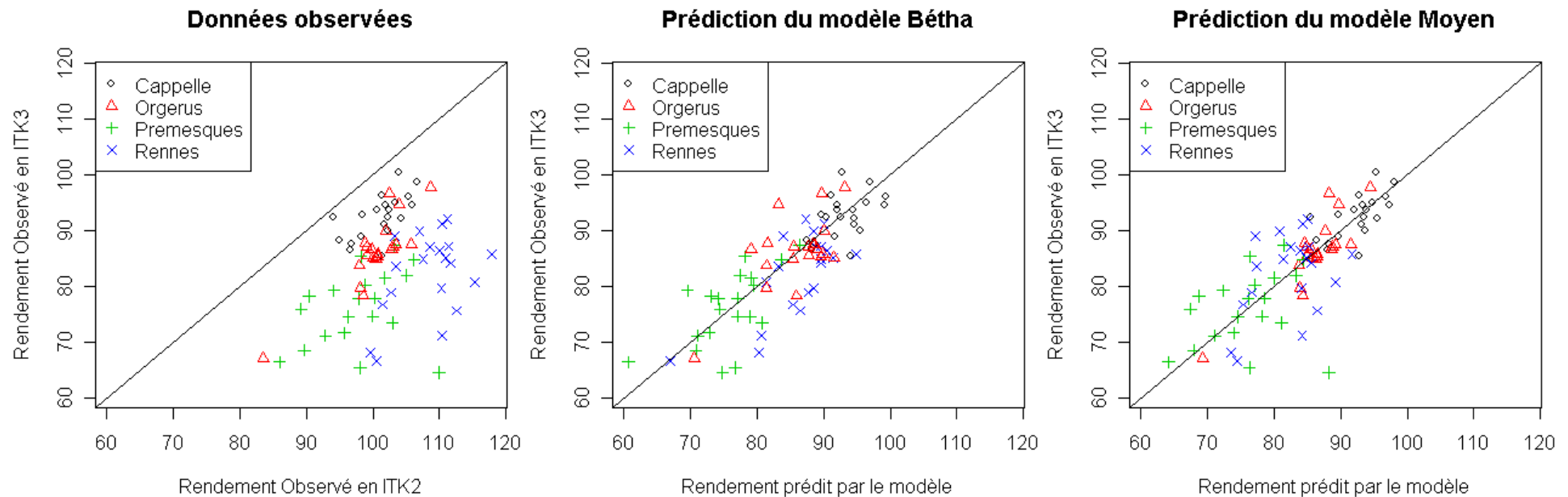




Les suites données à l'utilisation du modèle et au projet informatique

- **Version 3 : codée en JAVA par des élèves d'AgroParisTech de manière à établir une interface opérationnelle pour des utilisateurs déclarés; production d'une documentation sur Beta**
- **Version 4 : écrite par A. Gauffreteau (IR recruté en 2006 à l'UMR d'Agronomie) sous R pour faciliter les mises à jour et pouvoir disposer des outils statistiques permettant de réaliser des calculs nécessaires à l'évaluation du modèle**

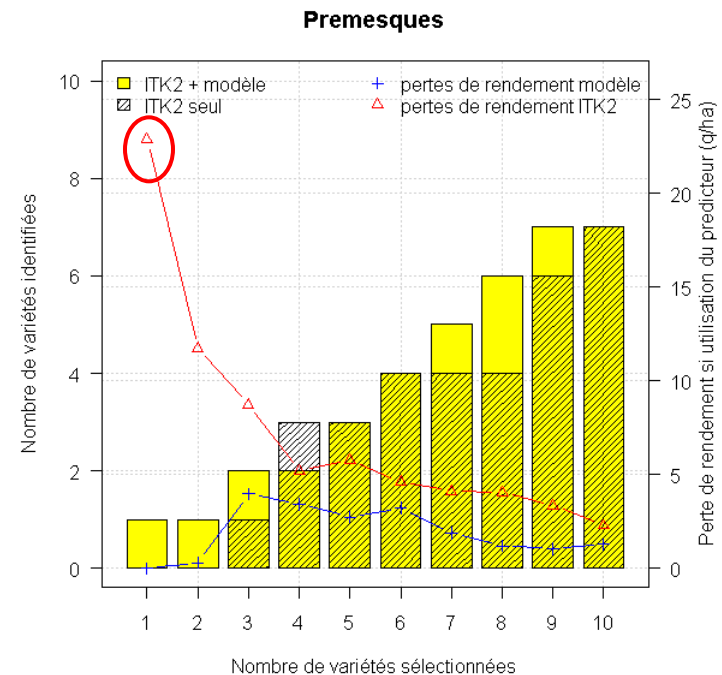
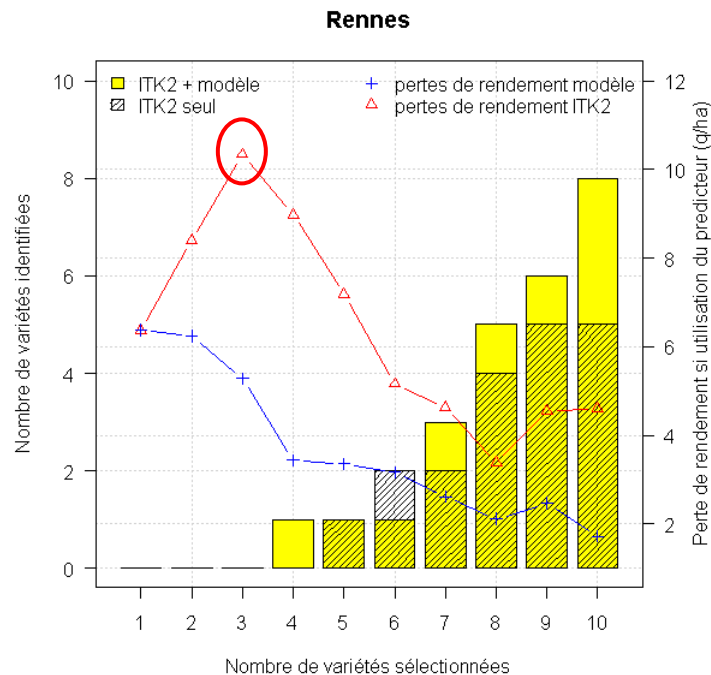
Exemple de sorties sous R : qualité prédictive du modèle



Lieu	Modèle Bétha-var			Modèle Moyen	
	Biais	RMSEP	RRMSEP	RMSEP	RRMSEP
Réseau	1.03	5.19	29%	5.52	31%
Cappelle	0.57	3.76	44%	3.17	37%
Orgerus	-0.25	4.83	34%	3.31	23%
Premesques	-0.25	5.33	25%	7.43	34%
Rennes	4.06	6.48	25%	6.75	26%

(Gauffreteau, 2007)

Exemple de sorties sous R : qualité décisionnelle du modèle



A Rennes et Prémesques la simple utilisation des résultats obtenus en conduite classique pour faire son choix peut conduire à des pertes de rendement élevées

⇒ Dans ces situations plus extensives, le modèle apporte une plus-value décisionnelle

(Gauffreteau, 2007)



En guise de conclusion...

- De nombreuses versions du modèle qui dépendent :
 - De la nature de la question scientifique
 - De l'usage visé et des utilisateurs potentiels

- Diffusion et maintenance de l'outil : un problème récurrent !

- Porter ses efforts dans la mise au point du modèle et déléguer le travail de programmation, d'interfaçage de l'outil : une réussite du projet fortement dépendante du dialogue instauré avec les informaticiens