

Vue d'ensemble des cas d'étude traités selon une grille commune (familles de méthodes)

**Séminaire de restitution du projet CASDAR 2010-2013
« Associer un niveau d'erreur aux prédictions
des modèles mathématiques pour l'agronomie et l'élevage. »**



François Brun (ACTA) et participants au projet

MINISTÈRE
DE L'ALIMENTATION,
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE

*avec la contribution financière du
compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »*

Mise en pratique de la démarche et des méthodes sur différents modèles de système

- **Un ensemble de cas d'étude (10)**
- **Diversité des cas d'utilisation, pour la prédiction, pour l'aide à la décision ou encore pour le diagnostic.**
- **Qualité des sorties et les conséquences de l'incertitude sur les variables d'entrées ou les paramètres sur les sorties des modèles étudiés.**
- **Travaux menés en parallèle et de manière coordonnée afin de favoriser les échanges au niveau des questionnements, des méthodologies.**

Les cas d'étude du projet

01_BHVigne. Modèle de bilan hydrique de la vigne (utilisé comme outil d'aide à la décision, pour le diagnostic et l'expertise).

02_CanneSucre. modèle de bilan hydrique (utilisé comme outil d'aide à la décision) et modèle de production de biomasse (utilisé pour la prévision de rendement) de la canne à sucre à la Réunion.

03_StratégieIrrigation. modèle bio-décisionnel de culture du maïs (utilisé pour la recherche de stratégies optimales de conduite de l'irrigation en volume limité).

04_ACVlait. analyse de cycle de vie de l'exploitation laitière (utilisé pour faire un diagnostic des impacts environnementaux et identifier des systèmes innovants sur le plan environnemental).

05_Blé. modèles technico-économiques du blé tendre (utilisés pour l'optimisation économique des techniques culturales).

Les cas d'étude du projet (suite)

06_MaladiePoireau. Outil de prévision des périodes favorables à l'installation et au développement de la rouille du poireau (utilisé pour la protection raisonnée des cultures).

07_RavageurPommier. Modèle de fonctionnement de l'arbre couplé au développement d'un ravageur foliaire du pommier (utilisé pour la recherche d'architectures défavorables au ravageur et la prévision des impacts du changement climatique).

08_Tournesol. Modèle de culture SUNFLO V1 – UMT Tournesol (utilisé pour la simulation de la réponse des variétés de tournesol à l'environnement et à la conduite de culture).

09_Betterave. Modèle de prévision du rendement de betterave sucrière - Prévivet

10_MaladieBlé. Modèle de prévision de la Septoriose du blé - Septolis

Utilisation et Utilisateurs finaux concernées

« Concevoir/Evaluer des systèmes de production »

« Aide au pilotage des systèmes de production »

Recherche appliquée

Chercheurs/Ingénieurs (ITA/INRA)

02_CanneSucre

03_StratégieIrrigation

05_Blé

07_RavageurPommier

08_Tournesol

Evaluer et classer des combinaisons variété-milieu- conduite

Développement

Conseillers/Agriculteurs

01_BHVigne

04_ACVlait

06_MaladiePoireau

Fournir un indice de risque pour décider d'un traitement

09_Betterave

10_MaladieBlé

Disponibilité en données observées

« **Beaucoup de données** »

Pas de données

01_BHVigne

02_CanneSucre

03_StratégieIrrigation

04_ACVlait

05_Blé

06_MaladiePoireau

07_RavageurPommier

08_Tournesol

09_Betterave

10_MaladieBlé

Besoins : indicateurs sur l'incertitude

⇔ **type d'information sur l'incertitude des variables d'intérêt que l'on vise à fournir à l'utilisateur**

Indicateurs incertitude	Cas d'étude concernée
<p>Situation moyenne Indicateur sur la qualité de prédiction moyenne Indice de sensibilité des différentes sources d'incertitude</p>	<p>Cas 02 : MSE/MSEP de biomasse pour différents types d'environnement Cas 02 : indices sensibilité des paramètres et variables d'entrée Cas 06 : aire sous la courbe ROC ? Cas 05 : distributions des paramètres dues à la variabilité du milieu, distributions des prix, distributions induites des doses optimales et risques de perte associés.</p>
<p>Situation donnée Indicateur synthétique sur la qualité d'une prédiction particulière Intervalle de confiance autour d'une prédiction</p>	<p>Cas 01 (1.1) : barre d'erreur sur TTSW Cas 01 (1.1) : stabilité interannuelle Cas 01 (1.2) : périmètre « de confiance » autour de la courbe simulée présentant les mesures réalisées Cas 01 (2.6) Erreur moyenne du classement d'un parcours hydrique. Cas 03 : intervalle de confiance sur les différences de rendement et sur les dates d'irrigation Cas 05 : intégration dans le calcul d'optimisation des doses Cas 06 : intervalle de confiance sur la date de sortie de tache Cas 07 : intervalle de confiance sur les sorties synthétiques Cas 07 : indicateur stabilité de classement des architectures Cas 08 : indicateur stabilité de classement variétés Cas 08 : intervalle de confiance sur la différence de rendement/teneur en huile</p>

Analyse d'incertitude

**Sources
d'incertitude**

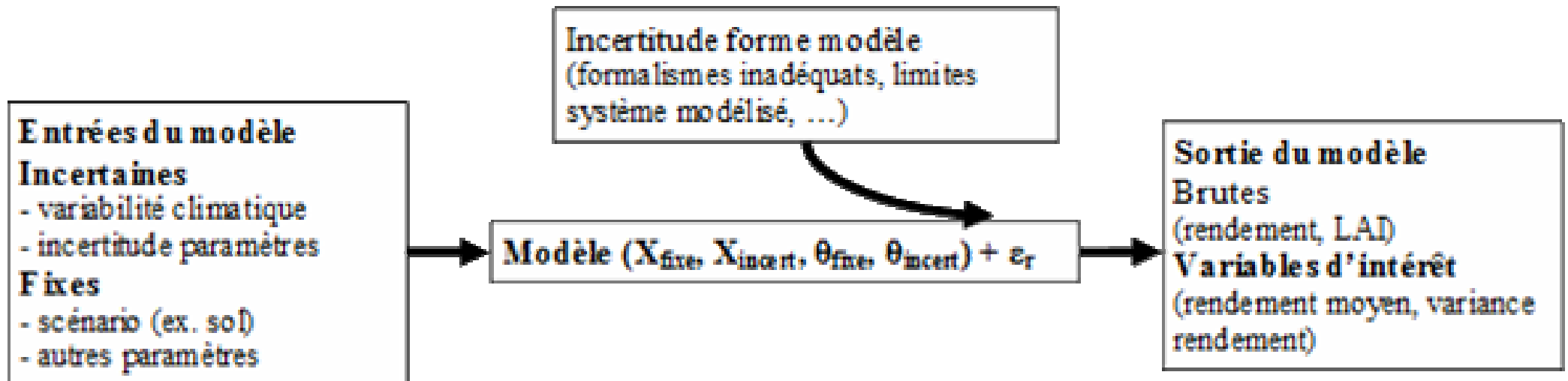
=====>
propagation

**incertitude
sur les sorties**

Ex. 08_Tournesol

Variétés	a_LE	sd a_LE	CV a_LE	a_TR	sd a_TR	CV a_TR
Airelle	-2.7250	0.6870	0.2521	-6.8300	0.9040	0.1324
Euroflor	-15.5720	4.4810	0.2878	-6.1410	1.3100	0.2133
Frankasol	-6.7880	2.3310	0.3434	-7.2350	0.4700	0.0650
Heliasol	-5.2190	1.0260	0.1966	-5.2230	0.9250	0.1771
INRA6501	-4.5970	0.6110	0.1329	-7.2930	1.1030	0.1512
Melody	-3.8100	0.2940	0.0772	-5.6510	0.4730	0.0837
Prodisol	-4.2520	0.4770	0.1122	-7.1320	0.7090	0.0994

Distribution rendement
et teneur en huile



Evaluation

Simulation

?

Observation

comparaison

Ex. 10_MaladieBlé

	Estimation: even-numbered years. Evaluation: odd- numbered years	Estimation: odd- numbered years. Evaluation: even-numbered years	Overall results from cross validation	Estimation: all data. Evaluation: all data
<i>RMSE</i> (% necrotic area)	25	21	23	22
<i>MAE</i> (% necrotic area)	15	13	14	13.5
<i>Eff</i>	0.52	0.65	0.59	0.60

Évaluation ou Analyse d'incertitude

« évaluation »

« analyse d'incertitude »

01_BHVigne

02_CanneSucre

03_StratégieIrrigation

04_ACVlait

05_Blé

06_MaladiePoireau

07_RavageurPommier

08_Tournesol

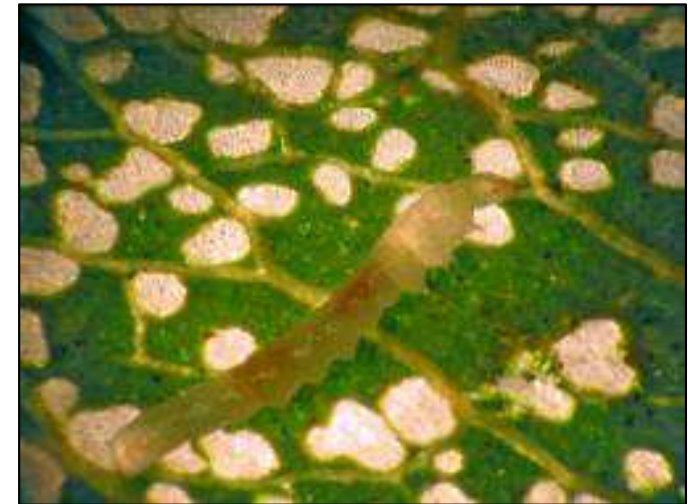
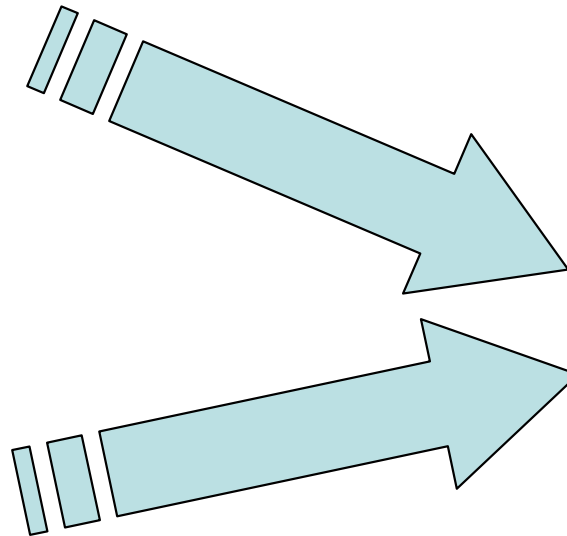
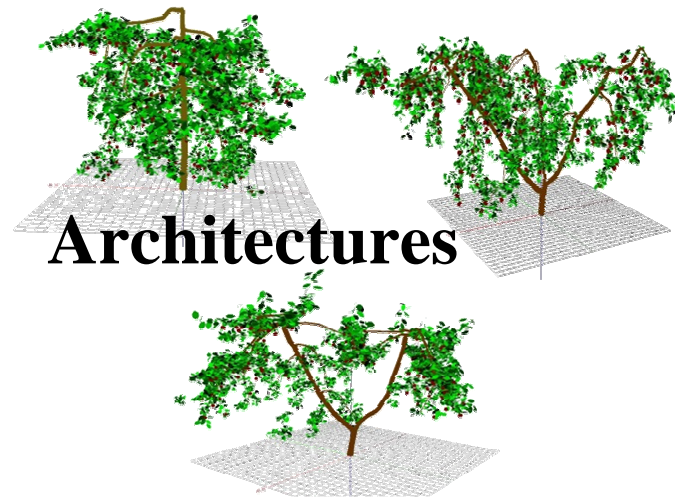
09_Betterave

10_MaladieBlé

Ex. Pourquoi analyse sensibilité ?

07_RavageurPommier

- **Quelle contribution des variabilités en entrée à la variabilité sur la sortie ?**

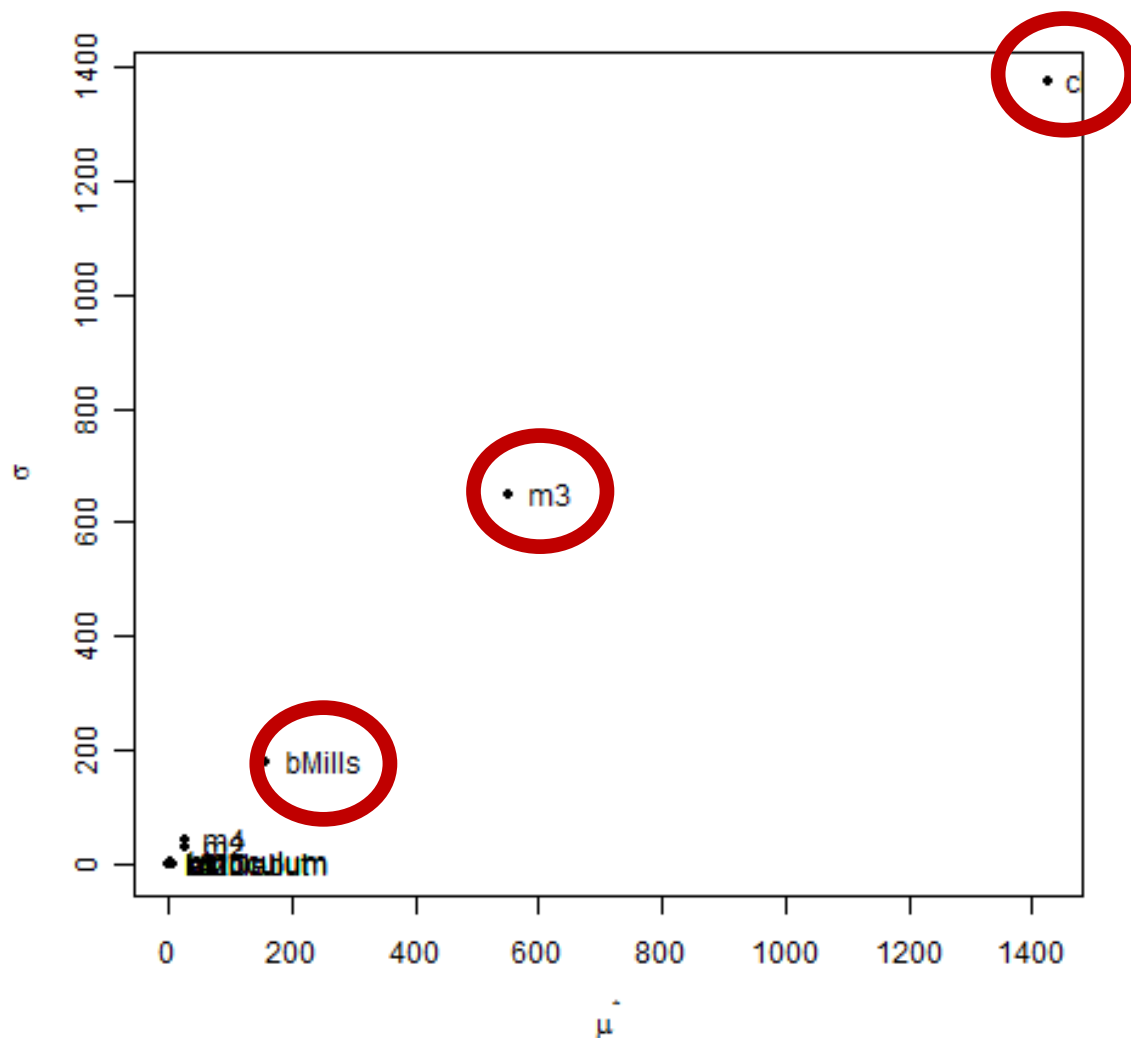


**scénarios climatiques d'entrée
(Changement climatique)**

**Développement
du ravageur**

Ex. résultat analyse de sensibilité

➤ 06_MaladiePoireau



=> Recherche d'information sur ces paramètres et/ou calibration

Analyse de sensibilité

Non

Importance

01_BHVigne

02_CanneSucre
météo

03_StratégieIrrigation

04_ACVlait
simplifier AI

05_Blé

06_MaladiePoireau
Choix des paramètres

07_RavageurPommier
mieux comprendre

08_Tournesol

09_Betterave

10_MaladieBlé
Choix des paramètres

Vue d'ensemble des principales méthodes

- 01_BHVigne. Analyse d'incertitude (spécification des incertitudes sur les entrées selon l'usage) & évaluation (utilisation des erreurs résiduelles)**
- 02_CanneSucre. Analyse d'incertitude (notamment liée aux données météos), Evaluation et Calibration.**
- 03_StratégieIrrigation. Estimation paramètre bayésienne et Analyse d'incertitude.**
- 04_ACVlait. Analyse d'incertitude et analyse de sensibilité (pour cibler la recherche d'information)**
- 05_Blé. Analyse séries temporels (modèle linéaire dynamique)**
- 06_MaladiePoireau. Evaluation (dont ROC) et Analyse de sensibilité.**
- 07_RavageurPommier. Analyse de sensibilité**
- 08_Tournesol. Estimation paramètre bayésienne et Analyse d'incertitude (analyse des distributions empirique)**
- 09_Betterave. Analyse d'incertitude (chaîne mesure et modèle).**
- 10_MaladieBlé. Evaluation (dont ROC), Estimation paramètre bayésienne et Analyse d'incertitude (comparaison de modèle)**

Une proposition de démarche commune (à adapter selon les cas)

- **Définition des besoins et des contraintes**
 - 1) **explicitation des variables d'intérêt**
 - 2) **choix d'indicateurs d'incertitude pour les variables d'intérêt**
 - 3) **identification des sources d'incertitude**
 - 4) **caractérisation des informations disponibles**
- **Analyse d'incertitude**
 - 5) **quantification des sources d'incertitudes**
 - 6) **propagation de l'incertitude**
 - 7) **valeur moyenne de la variable d'intérêt**
 - 8) **valeur des indicateurs d'incertitude**
- **Analyse des résultats & Vérification des hypothèses**
 - 9) **analyse des contributions des sources d'incertitude**
 - 10) **vérification avec des données**
 - 11) **explicitation et analyse des hypothèses**

Zooms

01_BHVigne.

Zoom. Quelle procédure pour calculer l'incertitude associée à des approximations des variables d'entrée d'un modèle de bilan hydrique de la vigne ?

(Analyse d'incertitude : spécification des incertitudes sur les entrées selon l'usage)

Duo Sébastien Roux (INRA) et Xavier Delpuech (IFV)

pause

04_ACVlait.

Zoom. Estimation de l'incertitude dans les analyses de cycle de vie en élevage : difficulté liée aux nombres de paramètres et apport de l'analyse de sensibilité.

(Analyse d'incertitude et analyse de sensibilité)

Marion Ferrand (Institut de l'Elevage)

02_CanneSucre.

Zoom. Quelles incertitudes sur les prédictions de la biomasse aérienne et du bilan hydrique d'une culture de canne à sucre ?

(Analyse d'incertitude liée aux données météo)

Philippe Letourmy (CIRAD) et Eric Gozé (CIRAD)

repas

05_Blé.

Zoom. Evolution des rendements de culture à différentes échelles : estimation des tendances passées et futures en tenant compte des incertitudes.

(analyse séries temporels et modèle linéaire dynamique)

David Makowski (INRA), Lucie Michel (ACTA-INRA), François Piraux (Arvalis – Institut du Végétal)

03_StratégieIrrigation.

Zoom. Evaluation de l'incertitude lors de l'utilisation d'un modèle pour comparer les stratégies d'irrigation du maïs.

(estimation paramètre bayésienne et analyse d'incertitude)

Bernard Lacroix (Arvalis – Institut du Végétal) et François Brun (ACTA)