

## Présentation des valorisations à disposition de la communauté

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 tous les 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 »*

# Résultats et Valorisations

## ➤ **Approfondissement d'une question**

- **Mobilisation de nouvelles méthodologies par les partenaires**

⇒ ***Amélioration des compétences des participants***

## ➤ **Chercher à rendre plus accessible les méthodes et à démocratiser l'analyse d'incertitude**

⇒ ***Création de ressources et documents à destination de la communauté***

# Volet 1. Analyse des besoins

## ➤ Analyser les besoins & Recenser les besoins d'information

Document CR et synthèse du projet

Fiches cas d'étude

## ➤ Définir le cahier des charges

Document CR et synthèse du projet

## ➤ Définir la démarche pour évaluer le niveau d'erreur.

- Article + présentation. Brun F., Keussayan N., Bensadoun A., Bergez JE., Lacroix B., Debaeke P., Champolivier L., Palleau JP. & Mestries E., Wallach D. (2012). Uncertainty analysis of a crop of culture: approach and illustration of two case studies. (Analyse d'incertitude d'un modèle de culture : démarche et illustration sur deux cas d'étude.) Proceedings 12th European Symposium on STATISTICAL METHODS FOR THE FOOD INDUSTRY (12èmes Journées Européennes AGRO-INDUSTRIE ET METHODES STATISTIQUES (AGROSTAT 2012)). February 28, 29th and March 1st, 2nd 2012. Paris, France.
- Présentation journée AtmosPhase (2012)
- Présentation journée Record
- Journée Technique « erreur résiduelle » 6 juillet 2011

# Volet 1. Analyse des besoins (suite)

- **Mettre en œuvre sur exemple**

- Contribution aux formations du RMT modélisation
  - « Introduction aux méthodes mathématiques et statistiques pour les modèles dynamiques pour l'agriculture » (sessions en 2011-2012-2013) (~150 personnes formées)
  - « Evaluation et analyse d'incertitude d'un modèle sous RECORD » 14/15 février 2013, avec travail sur Magarey/AzodynColza
- Ouvrage "Working with dynamic crop models. Methods, tools and examples for agriculture and environment. Second edition." (auteurs : Daniel Wallach, David Makowski, James W. Jones et Francois Brun - parution prévue à l'automne 2013).
- Package "ZeBook - Working with dynamic models for agriculture and environment" pour le logiciel R, disponible sur CRAN
  - <http://cran.r-project.org/web/packages/ZeBook/>
- Rapports de stage de M2 de Sylvain Toulet (2012)
- Rapports de stage de M2 de Juliette Adrian (2013) exemple dans le domaine animal (évaluation, analyse d'incertitude et bayésien)
  - ⇔ session de formation à Rennes (domaine animale)

⇒ Nombreux Exemples Analyse d'incertitude, Analyse sensibilité, Probabilty Bound Analysis, Importance Sampling, MCMC, MCMC within Gibbs,...

SECOND EDITION

# Ouvrage + package R

➤ **Des éléments théoriques**

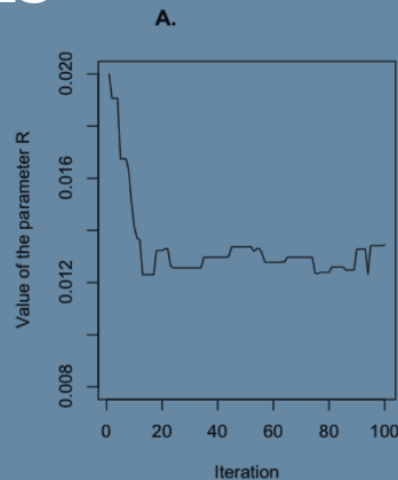
➤ **Des exemples**

➤ **Des ressources R**

- **Modèles**
- **Illustration d'application de méthodes**

## WORKING WITH DYNAMIC CROP MODELS

METHODS,  
TOOLS AND  
EXAMPLES FOR  
AGRICULTURE  
AND  
ENVIRONMENT

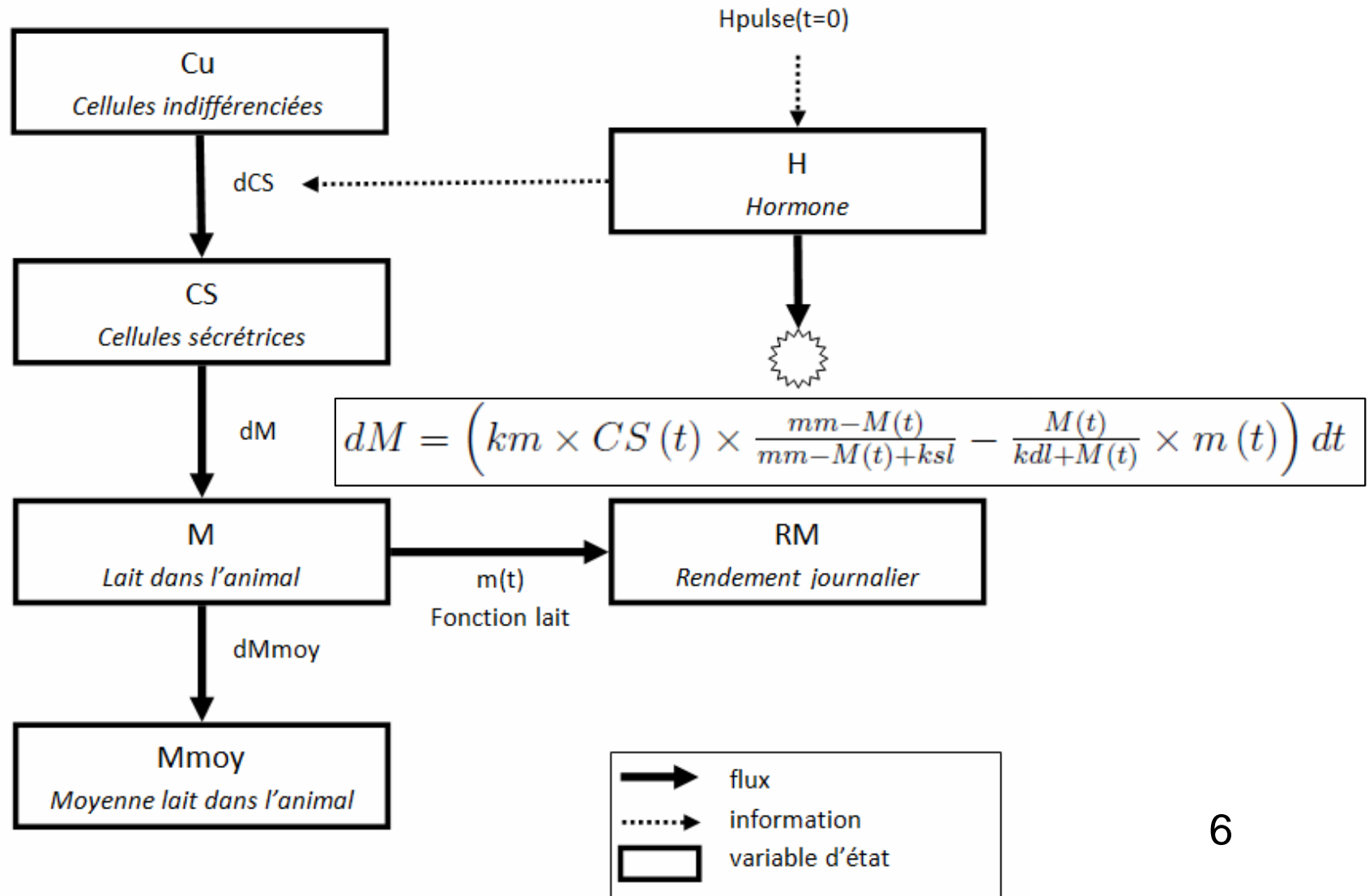


Daniel Wallach, David Makowski,  
James W. Jones, Francois Brun

# Exemple à disposition

## Modèle de lactation contenu dans ZeBook

Figure 1 : Modèle de lactation de Thornley selon le formalisme de Forrester





# Exemple à disposition

## Implémentation dans le langage R

```
#Function
lactation.model.calf <- function(cu, kdiv, kdl, kdh, km, ksl, kr, ks, ksm, mh, mm, p, mum, rc, fin, temps)
{
  # Initialize variables
  H=rep(NA, (fin-1)/temps)
  CS=rep(NA, (fin-1)/temps)
  M=rep(NA, (fin-1)/temps)
  Mmoy=rep(NA, (fin-1)/temps)
  RM=rep(NA, (fin-1)/temps)

  # Initialization of state variables
  H[1]=1.0
  CS[1]=520.0
  M[1]=0.0
  Mmoy[1]=0.0

  i=1
  # Simulation loop
  for (t in seq(0, fin, by = temps))
  {
    # Calculate rates of change of state variables (dH,dCS,dM,dMmoy)
    dH = - kdh * H[i] * temps
    dCS = (mum * (H[i]/(kdiv+H[i]))*cu - (ks + ksm*((Mmoy[i]/mh)^p/(1+(Mmoy[i]/mh)^p)))*CS[i] ) * temps
    dM = (km * CS[i] * ((mm-M[i])/(mm-M[i]+ksl))-(M[i]/(kdl+M[i]))*rc ) * temps
    dMmoy = kr*(M[i]-Mmoy[i]) * temps

    # Uptade state variables
    H[i+1]= H[i] +dH
    CS[i+1]= CS[i] + dCS
    M[i+1]= M[i] + dM
    Mmoy[i+1]= Mmoy[i] + dMmoy

    # removal of milk
    RM[i]=(M[i]/(kdl+M[i]))*rc

    i=i+1
  }
  # End simulation loop

  results=data.frame(CS=CS[1:(fin/temps)],M=M[1:(fin/temps)],Mmoy=Mmoy[1:(fin/temps)],RM=RM[1:(fin/temps)],
  day=seq(0.1, fin,by=temps), week=seq(0.1/7, fin/7,by=temps/7))
  return(results)
}
```

Fonction

Initialisation des variables d'état

Calcul des taux de variation

Mise à jour des variables d'état

Boucle d'intégration

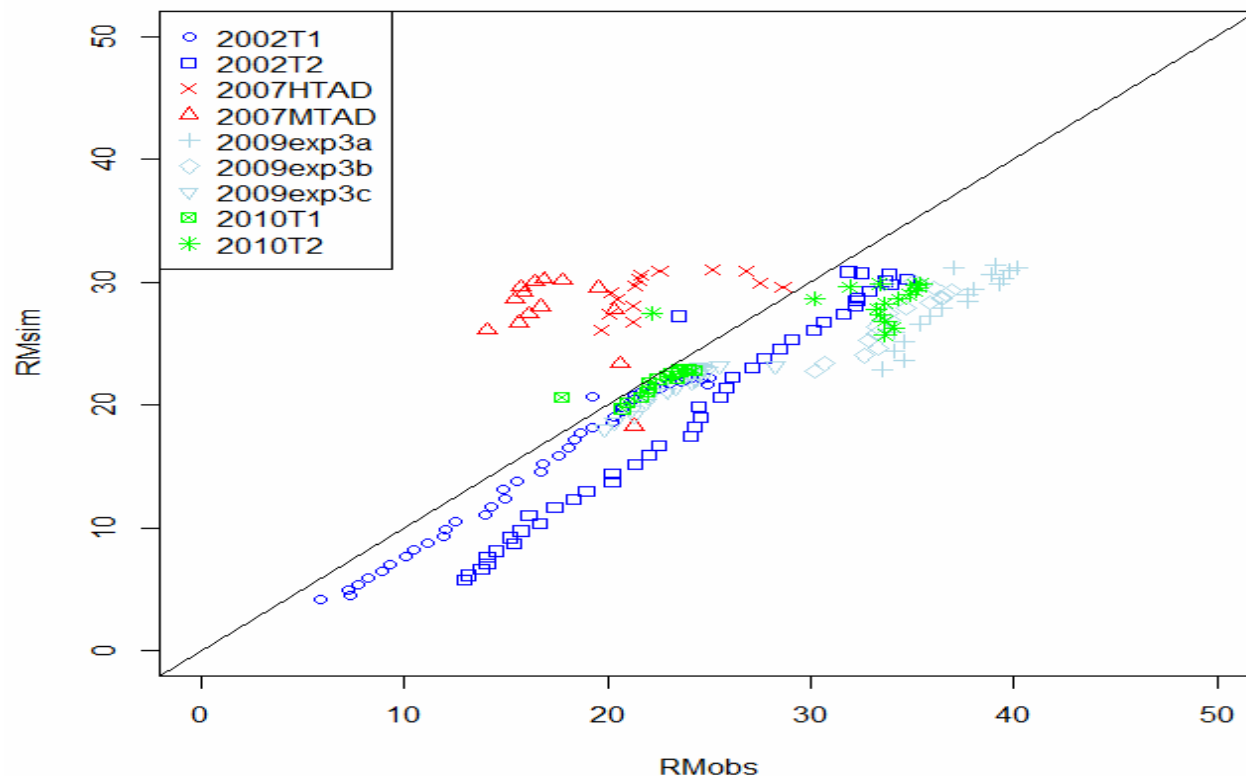
Renvoi des résultats

7

# Exemple à disposition

## Evaluation

Valeurs simulées en fonction des valeurs observées de RM



	<b>N</b>	<b>Mean obs</b>	<b>Mean sim</b>	<b>MSE</b>	<b>RMSE</b>	<b>EF</b>
<b>T1</b>	44	16.98061	15.31083	3.447226	1.856671	0.8946586
<b>T2</b>	44	24.0212	19.48789	24.25299	4.924733	0.5034926
<b>tous</b>	88	20.5009	17.39936	13.85011	3.721573	0.7395532



# Volet 2. Mise en pratique

## modèle de **bilan hydrique de la vigne**

- Rapport d'activité disponible de Gabriel Daudin, CDD en 2011
- Article 1. « Adapting uncertainty assessments to user data availability: A case study on a water balance crop model »
- Article 2. « Estimating the uncertainty in dynamic crop model predictions: combining input uncertainty propagation and model residual error »
- un retour vers les utilisateurs des resultats sur les erreurs au premier trimestre 2013.

## modèle de **bilan hydrique canne à sucre à la Réunion.**

- Rapport stage 2010
- Rapport CDD 2011
- Rapport stage 2013

## modèle **bio-décisionnel de culture du maïs**

- Daniel Wallach, Nathalie Keussayan, François Brun, Bernard Lacroix, Jacques-Eric Bergez, 2012. Assessing the Uncertainty when Using a Model to Compare Irrigation Strategies. Agron. J. Volume: 104 Issue: 5 Pages: 1274-1283.
- Article Brun/Agrostat 2012
- Helsinki ESA 2012

## **analyse de cycle de vie de l'exploitation laitière**

- Ferrand M., Manneville V., Moreau S., Lorinquer E., Charroin T., Charpiot A., Gac A., Lopez C., Brun F. (2012). Uncertainty estimation in life cycle analysis: contribution of sensitivity analysis, limits of the model (Estimation de l'incertitude dans les analyses de cycle de vie en élevage : apport de l'analyse de sensibilité, limites du modèle). Proceedings 12th European Symposium on STATISTICAL METHODS FOR THE FOOD INDUSTRY (12èmes Journées Européennes AGRO-INDUSTRIE ET METHODES STATISTIQUES (AGROSTAT 2012).). February 28, 29 th and March 1st, 2nd 2012. Paris, France.

# Volet 2. Mise en pratique - suite

## modèles **technico-économiques du blé tendre**

- Publication sur l'utilisation de DLM pour l'analyse des séries temporelles de rendement  
« Comparison of statistical models for analyzing crop yield time series » soumis le 27 avril à PLOS ONE
- Projet de Package R

## **rouille du poireau**

- Rapport de Nathalie Keussayan (version provisoire, décembre 2011, 23 p)
- C. Janvier, « Rencontres phytosanitaires Ctif/SDQPV légumes et fraise ». 22 et 23 février 2011

## **arbre couplé au développement d'un ravageur foliaire du pommier**

- Rapport stage 2013

## modèle de **culture SUNFLO V1 – UMT Tournesol**

- François Brun, Arnaud Bensadoun, Daniel Wallach, Philippe Debaeke, Luc Champolivier, Jean-Pierre Palleau, Emmanuelle Mestries (2012). Analyse d'incertitude du modèle SUNFLO sous RECORD : approche bayésienne et R-VLE. 2ème Journée d'animation de la plate-forme RECORD Toulouse, 27 janvier 2012.
- Rapport d'Arnaud Bensadoun (version provisoire, novembre 2011, x pages)
- Paquet R (non diffusé) et documentation
- Oral : F. Brun, A. Bensadoun, D. Wallach, P. Debaeke, L. Champolivier, JP. Palleau, E. Mestries (2012). Analyse d'incertitude du modèle SUNFLO sous RECORD: approche bayésienne. Journée RECORD du 27 janvier 2012
- Oral + Ecrit: F Brun, Nathalie K, Arnaud B, JE Bergez, B L, P Debaeke, L Champolivier, JP Palleau & E Mestries, D Wallach. Analyse d'incertitude d'un modèle de culture : démarche et illustration sur deux cas d'étude. Agrostat février 2012
- Reprise du dossier collaboration F.Brun/P.Casadebaig

## **Previbet/ITB**

### **Septolis**

- David Gouache, Arnaud Bensadoun, François Brun, Christian Pagé, David Makowski, Daniel Wallach (2012). Modelling climate change impact on Septoria tritici blotch (STB) in France: Accounting for climate model and disease model uncertainty. Agric. Forest Meteorol. (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.04.019>
- Article Caroline Gibert, plusieurs versions soumises : ... en 2013 ?

# Volet 3. Synthèse

- **Synthèse des méthodes applicables et des pratiques pour différents cas d'utilisation.**
- **Synthèse des différentes méthodes d'évaluation des erreurs de prédiction**
  - ⇔ lien avec ouvrage « working with dynamic crop model », nouvelle édition
- **Synthèse des informations choisies pour indiquer le niveau d'erreur d'un modèle.**
  - **Profiter du séminaire de restitution pour faire la synthèse**
- **Réflexion sur les conséquences de la communication d'une information sur l'erreur de prédiction sur l'utilisation de modèles de système.**
  - **Profiter du séminaire de restitution pour organiser cette réflexion**

# Conclusion

- **De nombreuses ressources**
  - **Articles**
  - **Documents**
  - **Algorithmes et ressources R**
- **Importance des efforts sur les formations**
- **La valorisation ne s'arrête pas à la fin du projet, mais continue...**