



**HAL**  
open science

## Mélodie : simulation ex-ante d'un système de polyculture élevage grâce à la modélisation des décisions d'assolement et d'épandage

Philippe Faverdin, Xavier Chardon, Florence Garcia-Launay

### ► To cite this version:

Philippe Faverdin, Xavier Chardon, Florence Garcia-Launay. Mélodie : simulation ex-ante d'un système de polyculture élevage grâce à la modélisation des décisions d'assolement et d'épandage. Conception de systèmes agricoles assistée par modèle (CSA), May 2014, Paris, France. hal-01210592

**HAL Id: hal-01210592**

**<https://hal.science/hal-01210592>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Mélodie

**Simulation ex-ante d'un système de polyculture élevage grâce à la modélisation des décisions d'assolement et d'épandage**

**P. FAVERDIN, X. CHARDON, F. GARCIA  
(UMR PEGASE, PHASE)**



ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Comment étudier et concevoir les systèmes de production?

## *Systèmes de productions animales sous la pression environnementale*

*- Comment évaluer les différentes dimensions environnementales*

*- Comment concilier Production et environnement dans des systèmes plus durables?*

### **Approche expérimentale**

- Essais “mini fermes”
- Expérimentation système

### **Approche réseau**

- Diversité d'exploitations
- Methodologie d'acquisition infos

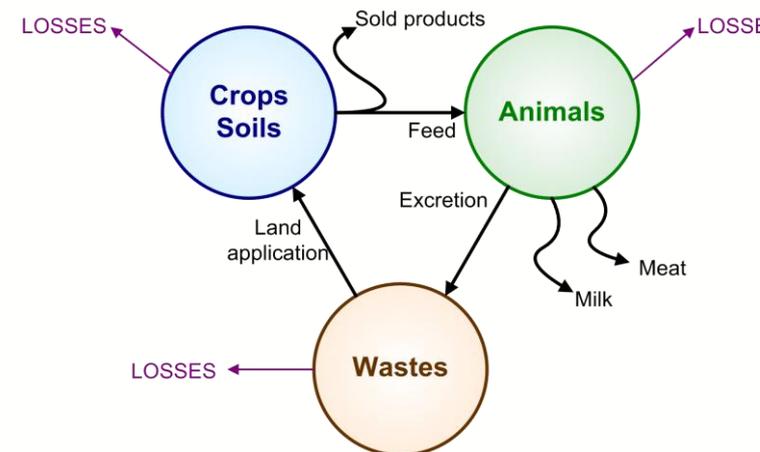
### **Approche modélisation**

- Modèle de l'exploitation

# Objectifs du modèle de l'exploitation d'élevage MELODIE

**Relier EX-ANTE les pratiques et les conduites aux émissions des exploitations par la simulation**

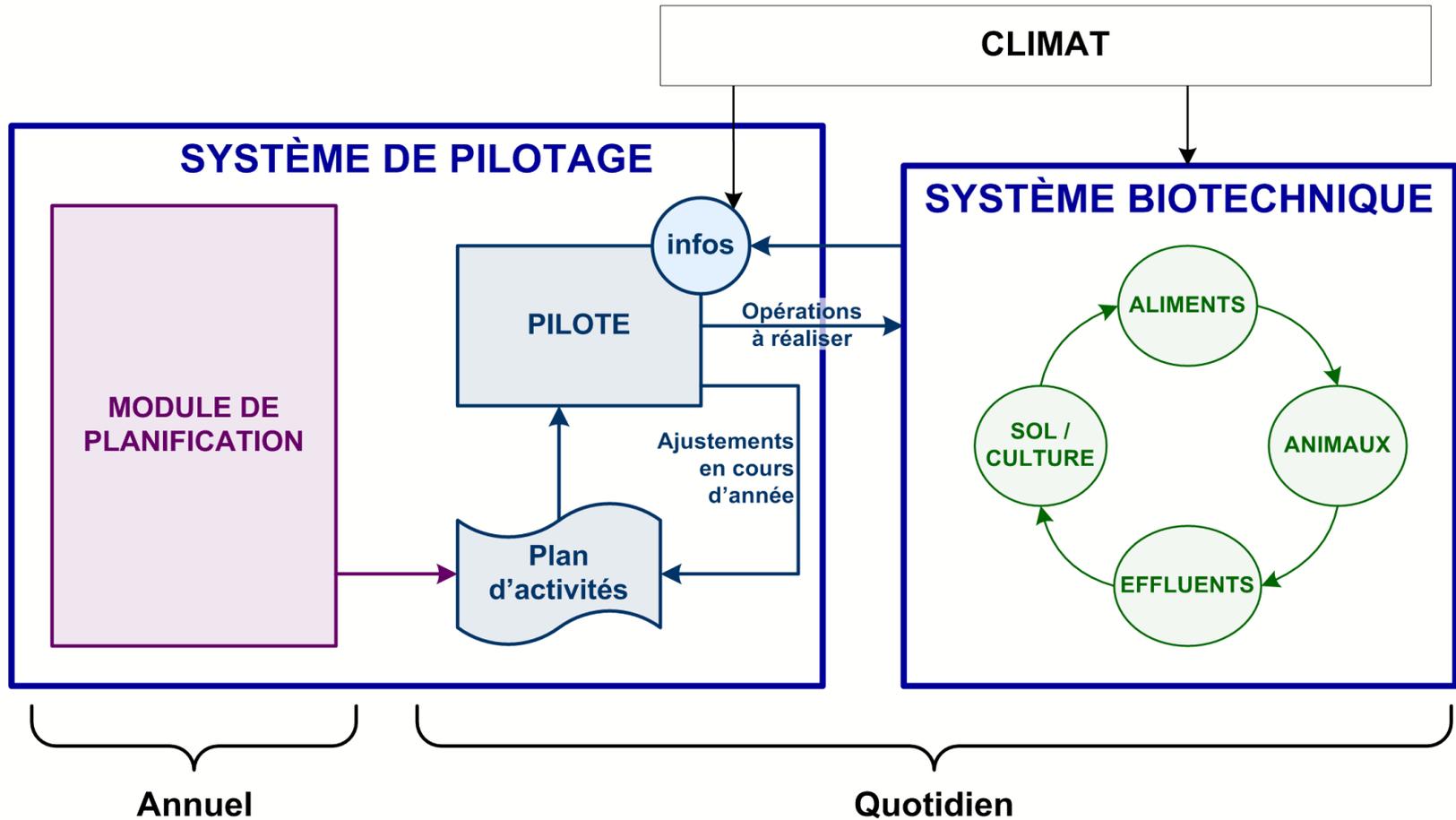
- **Un modèle de recherche** pour étudier et expérimenter sur les exploitations de polyculture-élevage (rotations prairies et cultures)
- Etudier le découplage-recouplage des cycles biogéochimiques C, N, P (K,...) avec animaux
- Évaluer les émissions des exploitations bovines et / ou porcines
  - à l'échelle de l'exploitation
  - avec une approche dynamique
  - sensible à la variété climatique
  - sur le long terme



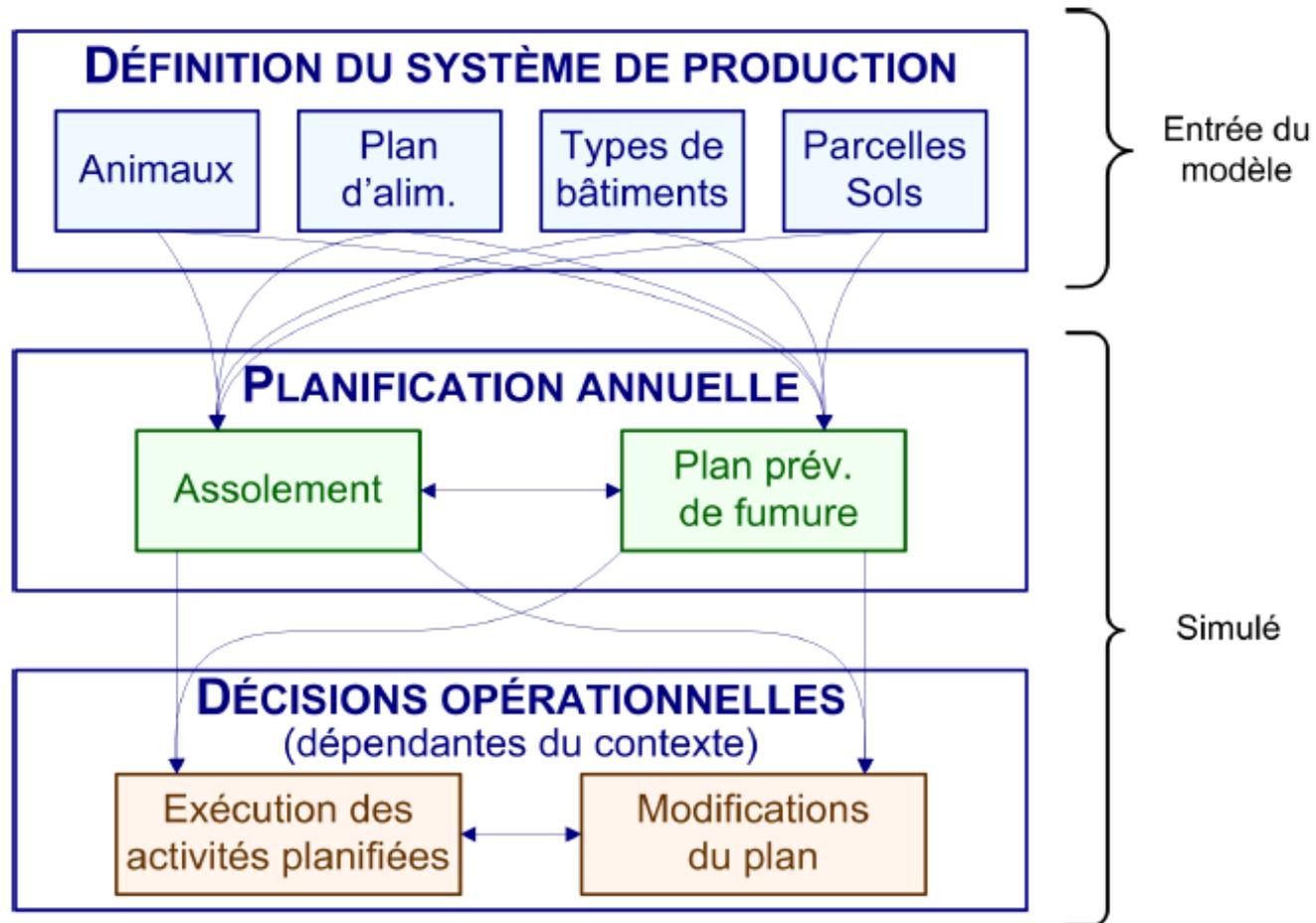
# Le Challenge : modéliser une gestion cohérente de l'exploitation

- Dans la plupart des modèles, il faut décrire l'ensemble des activités avant de simuler:
  - Nécessite d'avoir des systèmes existants bien décrits
  - Interdit des adaptations en cours de simulation
  - Interdit des approches de plan de simulation sur # stratégies
- Objectif : concevoir un module de décision capable de décliner la stratégie en un **plan d'activités cohérent** pour l'année, flexible et adaptatif pendant la simulation
  - Gestion de l'aléa climatique
  - Possibilité de modifier des paramètres économiques
- Pas de modèles existants SPCE → Hypothèses :
  - L'assolement n'est pas qu'une juxtaposition de systèmes de cultures sur des ensembles d'ilots
  - le système fourrager et la gestion des effluents constituent des éléments clés de l'assolement

# Architecture du modèle



# Les différents niveaux de décisions dans MELODIE

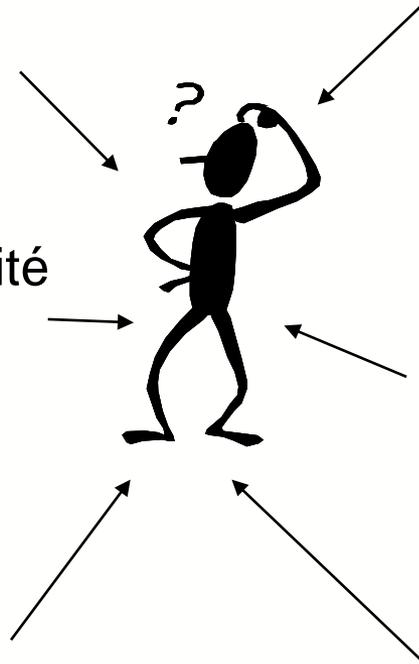


# La décision d'assolement en exploitation d'élevage

Prendre en compte les contraintes spatiales  
- accessibilité des pâtures

Prendre en compte la diversité des aptitudes des parcelles  
- type sol / culture  
- structure parcelle/culture  
- surface épardable

Raisonner l'assolement en intégrant les contraintes d'épandage

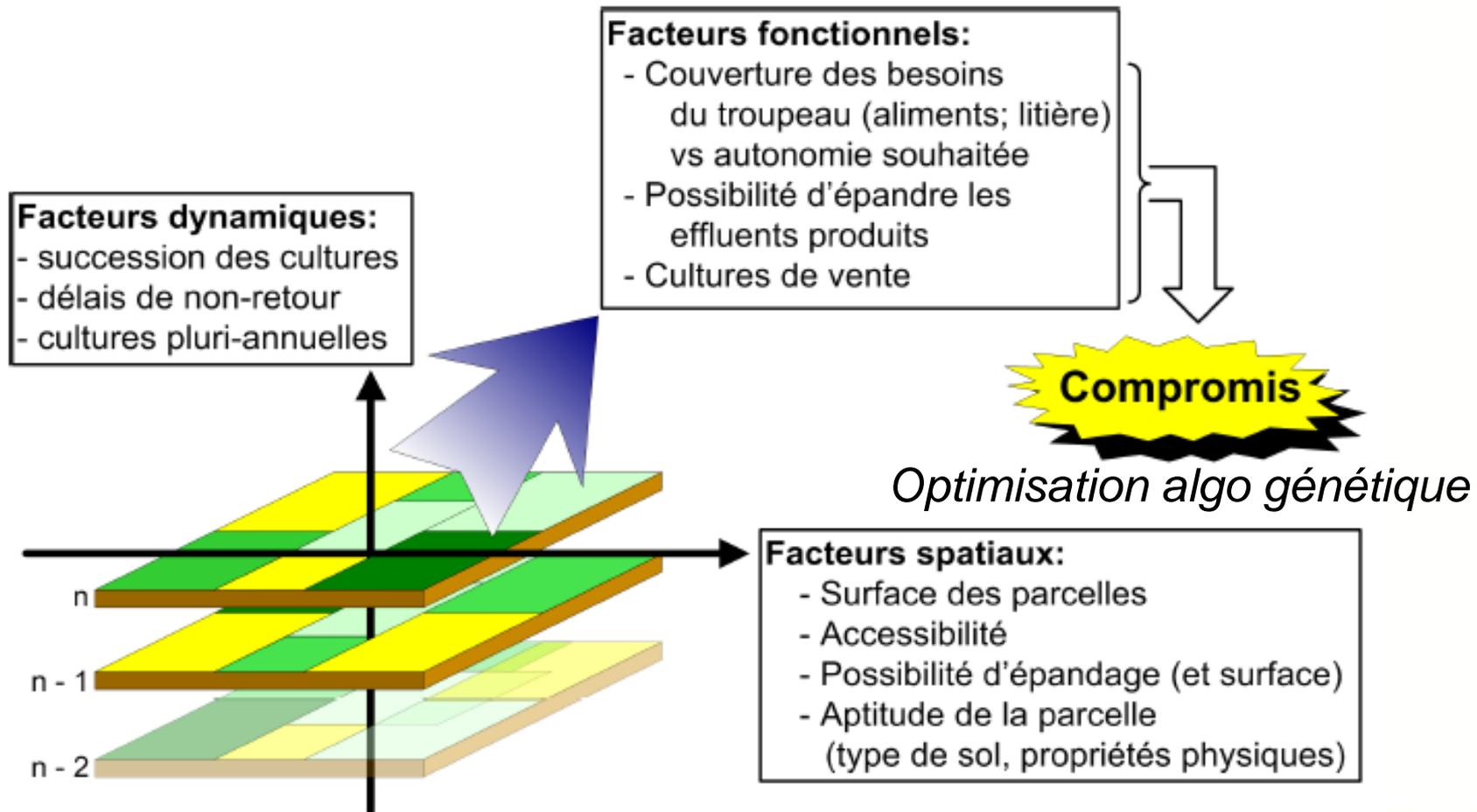


Couvrir les besoins du troupeau  
- aliments  
- litière  
avec  $\pm$  autonomie

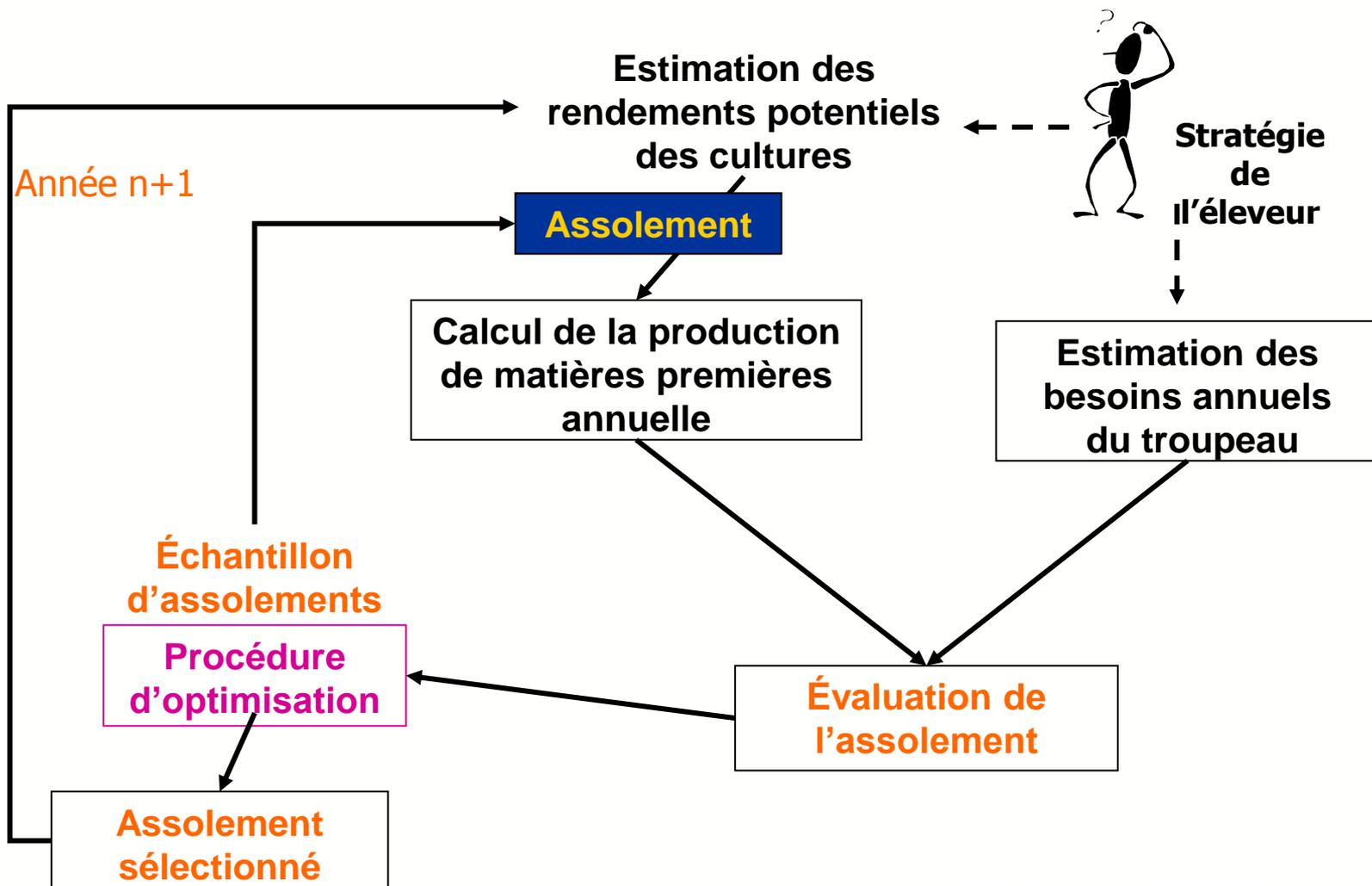
Gérer les règles de rotation des cultures  
- arrière effets  
- Délais de non retour  
- Cultures pluriannuelles

Cultures envisagées  
Tirer le meilleur profit des cultures

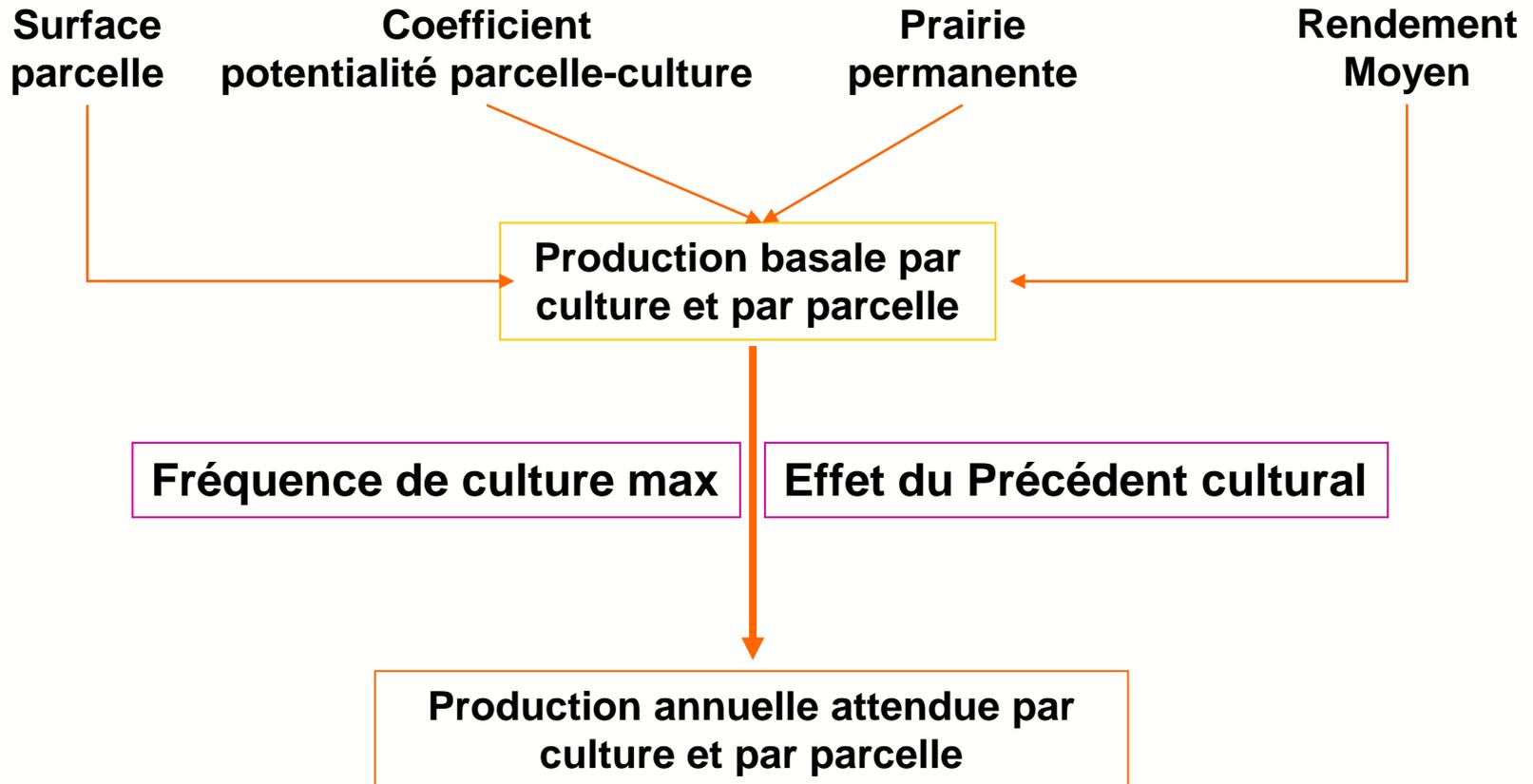
# Une approche systémique de la décision d'assolement



# Modèle de la décision d'assolement



# Estimation des rendements potentiels des cultures sur chaque parcelle



$$\text{Production} = \text{Production basale} \times \text{PrecCoef}^{(\text{Prec})} \times \text{EffetFreq}$$

# Module d'évaluation de la décision d'assolement

Matières premières	Besoins (TMS)	Production (TMS)
Herbe pâturée VL	102	103
Herbe pâturée totale	160	158
Ensilage maïs	200	226
Grain de blé	10	9
Jachère (en ha)	2.7	3

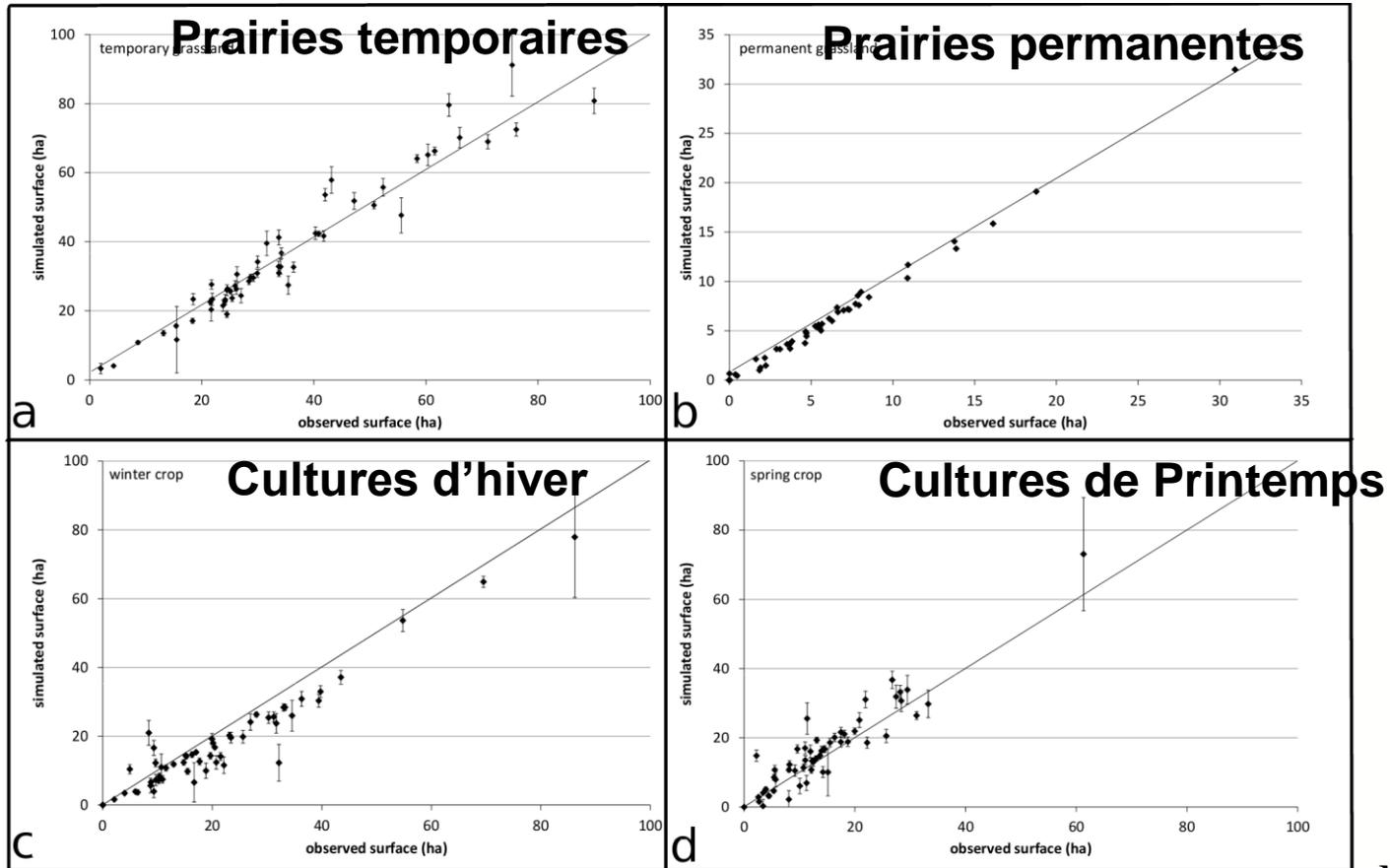
Surplus (TMS)	Déficit (TMS)
1	0
0	2
26	0
0	1
0.3	0

## *Sortie du module*

$$f = \sum_{i=1}^m (\text{Surplus}_i \times \text{PondérationSurplus}_i - \text{Déficit}_i \times \text{PondérationDéficit}_i)$$

# Evaluation des assolements générés par Tournesol : Casimod’N (~50 fermes)

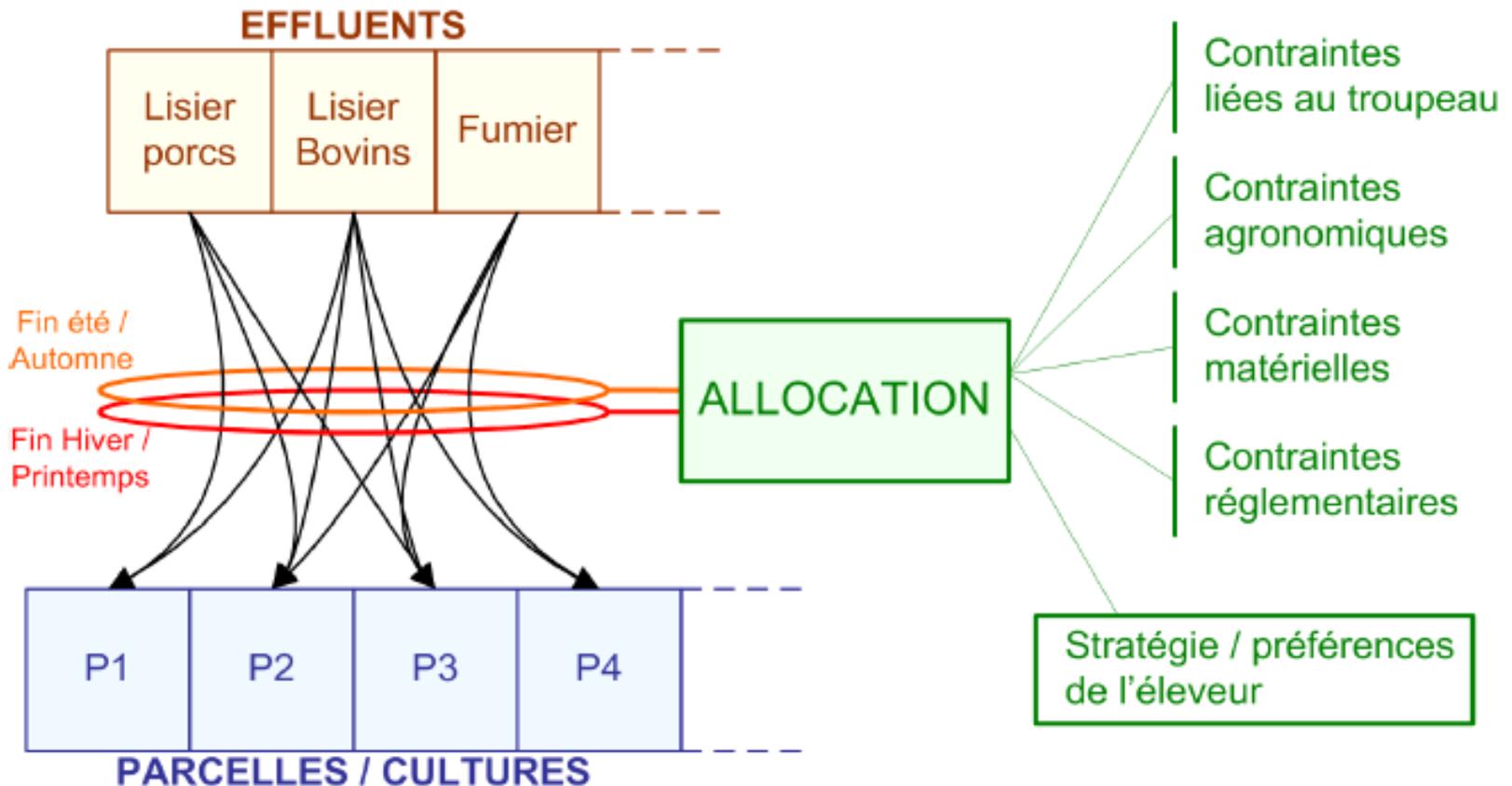
Surfaces simulées (ha)



Surfaces observées (ha)

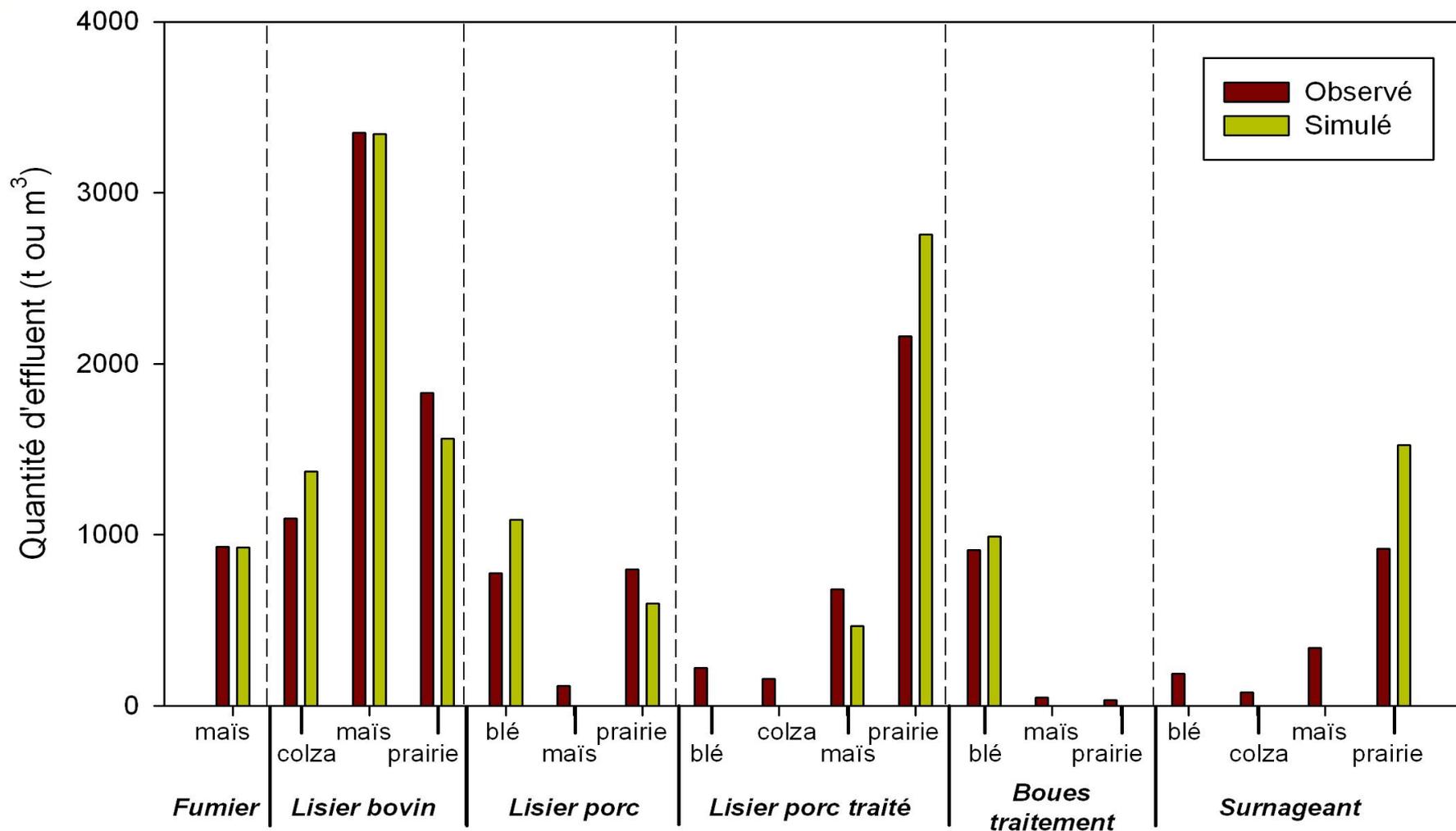
Moreau 2012

# Etablissement d'un plan prévisionnel de fumure

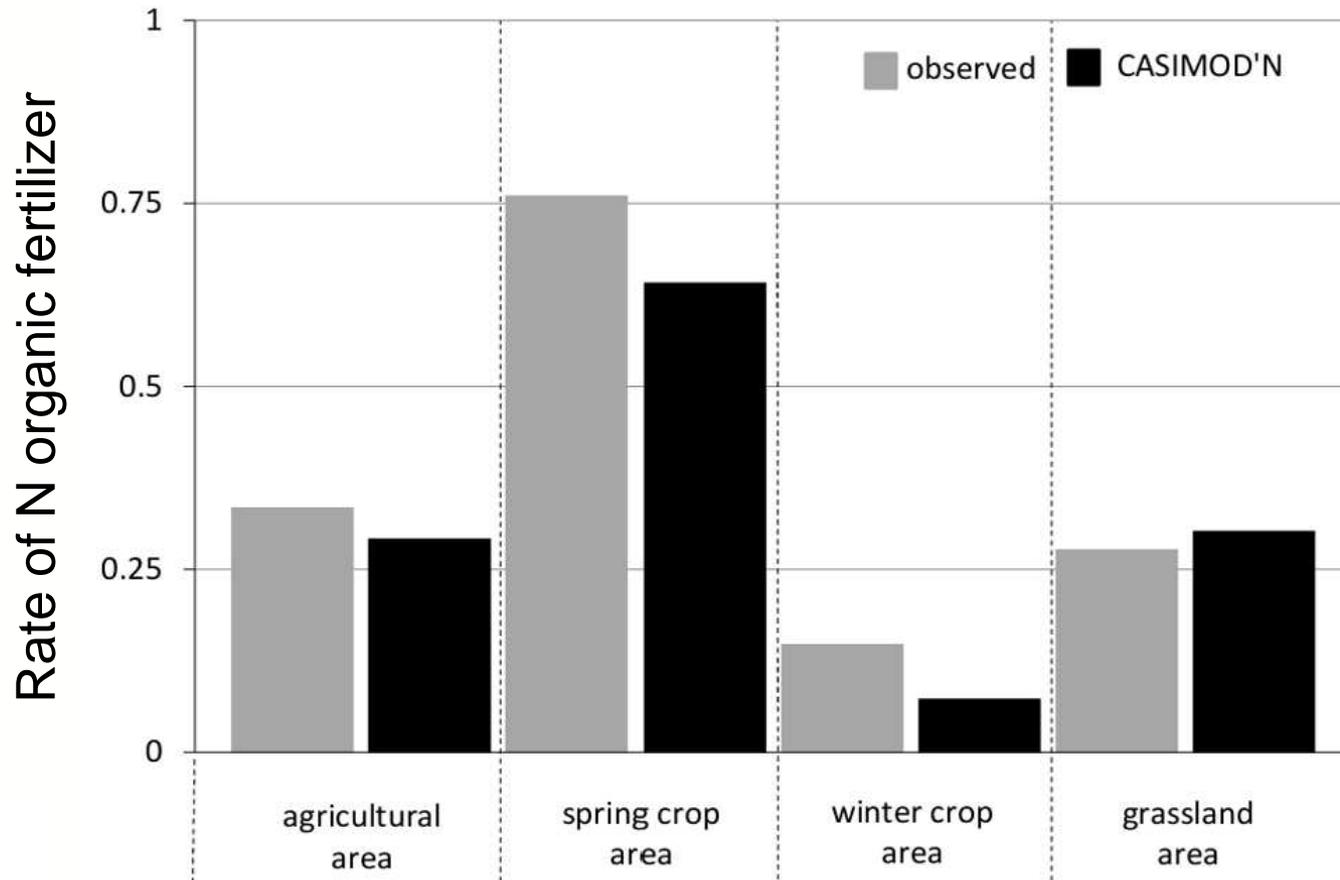


*Chardon 2008*

# Validation dans un cas compliqué



# Evaluation des plans de fumure de Fumingene : Casimod'N (~50 fermes)

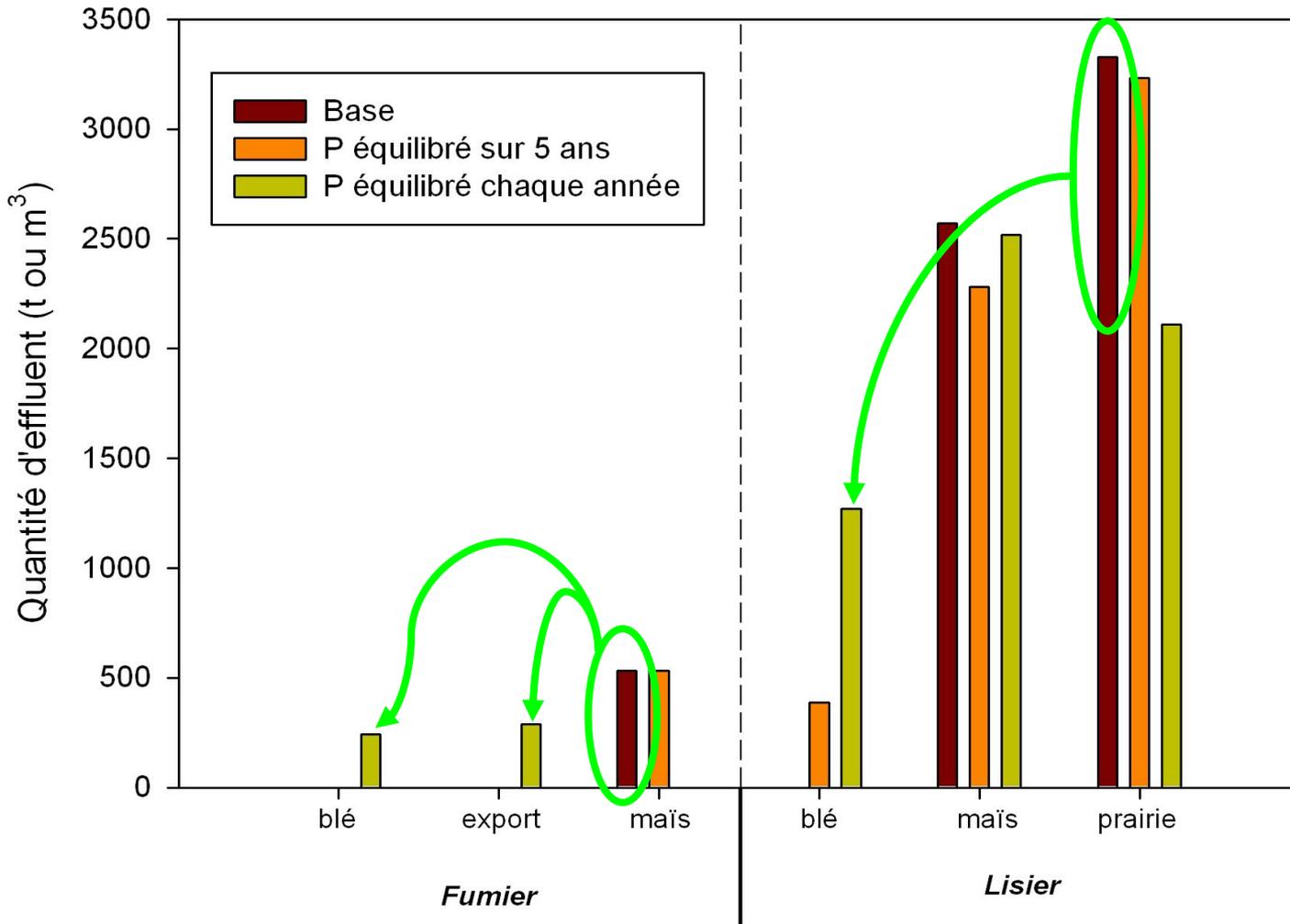


*Moreau 2012*

# Etude de scénarios réglementaires

- **Base: cas de la ferme de Derval**
  - **Pas de prise en compte des contraintes P**
- **Nouvelles modalités de gestion introduites: contraintes P pour chaque parcelle**
  - **En équilibrant la fertilisation sur 5 ans**
    - Possibilité d'apports pour plusieurs années
  - **En équilibrant la fertilisation chaque année**
    - Raisonement similaire à l'azote

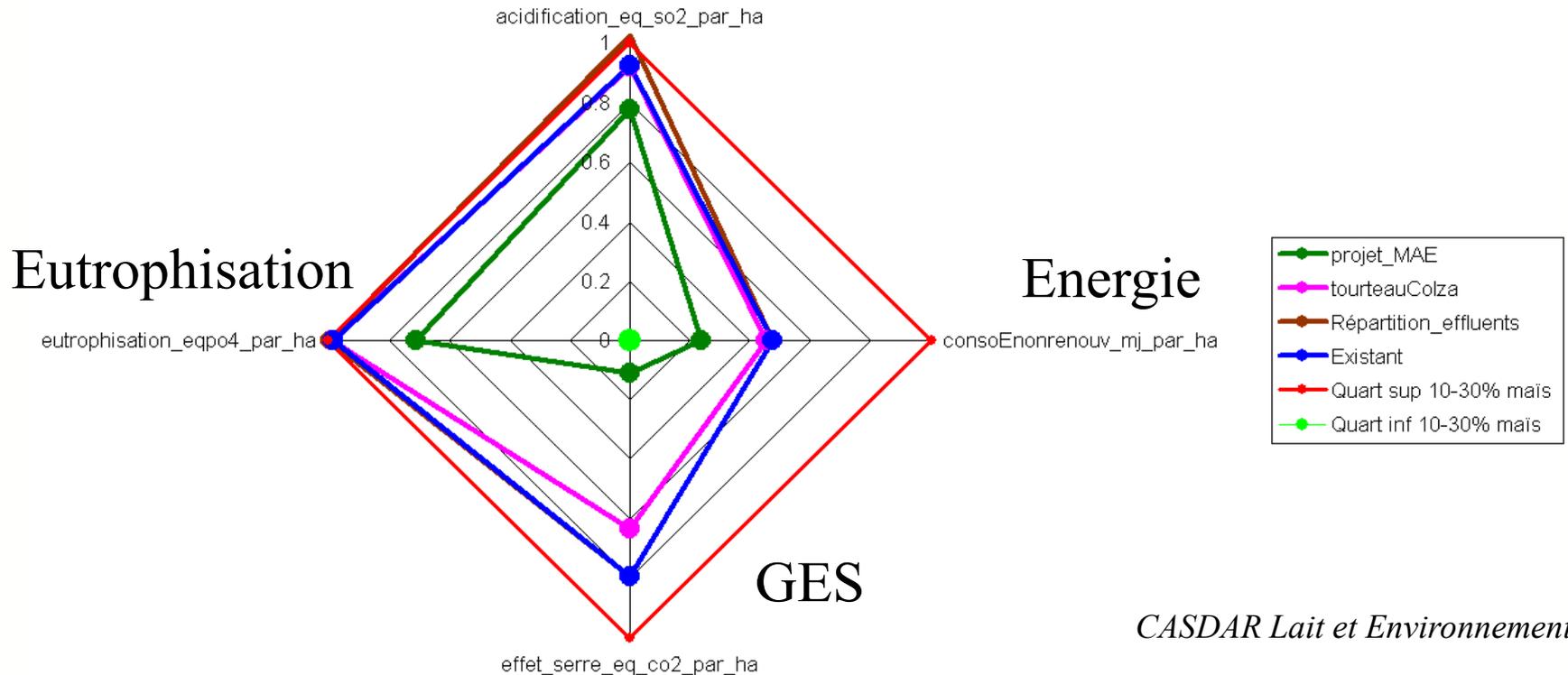
# Etude de scénarios réglementaires



# Comparaison environnementales de systèmes : impacts / ha

Valeurs d'impacts par ha de SAU selon le scénario.  
Valeurs relatives aux quartiles des systèmes de plaine à 10-30% de maïs Diapason

## Acidification



CASDAR Lait et Environnement

# Une construction en partenariat depuis le début

- Une thèse cifre IDELE, projet ACTA, ANR...
- De nombreux partenaires
  - INRA (PEGASE, SAS, BIA) → modélisation
  - Institut de l'Élevage (+UMT RIEL) → représentation des systèmes
  - IFIP (UMT ISPP) → représentation des systèmes
  - Avec l'expertise :
    - des chambres d'agriculture de l'Ouest
      - Marie-Madeleine CABARET (CA22) → plans d'épandage
      - Robert BLONDEL (CRAB)
      - Daniel HAQUIN – Centre de Formation de Quintenic (CA22)- Evaluation
    - CETIOM :
      - Raymond REAU (Thiverval Grignon) → effets sur les rendements
    - Arvalis : → effets sur les rendements
      - Eric MASSON
      - Philippe DU CHEYRON

# Limites actuelles de l'approche

- Pilotage du système
  - Des paramètres difficiles à interpréter, donc à renseigner.
  - Paramétrage encore trop compliqué, simplification ?
  - Des algorithmes d'optimisation à optimiser!
  - Gestion des ressources à intégrer également
- Pas encore de représentation explicite du travail dans la décision. (→ souvent implicites explicitées face aux sorties)
- Pas de véritable analyse de sensibilité
  - Restreindre le champ des paramètres pour une étude de sensibilité
  - Améliorer les temps d'optimisation
  - Permettrait une meilleure simplification de la paramétrisation
- Améliorer horizon (planification glissante) et paramétrisation de effets SdeC (données type Persyst?)

# Conclusion sur le modèle

- Évaluation **Ex-ante** et **multicritères** de **stratégies** de production en systèmes élevage et polyculture-élevage
- Un modèle très générique et évolutif d'une exploitation de PCE qui permet de structurer le plan d'activités en cohérence avec la stratégie
  - Permet de travailler sur la résilience et l'adaptation
  - Simplifie la simulation d'un système non observé
  - Permet le changement d'échelle. Casimod'N (BV)
- Étude des différents niveaux de variabilité des impacts environnementaux: Inter et intra système, Inter et intra année
- Cohérence globale des simulations, mais souvent peu d'écart entre des systèmes avec une bonne efficacité des intrants
- Un travail reste à faire sur l'analyse des sorties du modèle et sur l'exploration des stratégies (en cours)

# Publications

- Chardon, X., C. Rigolot, C. Baratte, S. Espagnol, C. Raison, R. Martin-Clouaire, J.-P. Rellier, A. Le Gall, J. Y. Dourmad, B. Piquemal, P. Leterme, J. M. Paillat, L. Delaby, F. Garcia, J. L. Peyraud, J. C. Poupa, T. Morvan, and **P. Faverdin**. 2012. MELODIE: a whole-farm model to study the dynamics of nutrients in dairy and pig farms with crops. *Animal* 6:1711-1721.
  - Chardon, X., C. Raison, A. Le Gall, T. Morvan, and P. Faverdin. 2008. Fumigene: a model to study the impact of management rules and constraints on agricultural waste allocation at the farm level. *Journal of Agricultural Science* 146:521-539.
  - Garcia F., Faverdin P., Delaby L., Peyraud J.L. 2005. Tournesol : un modèle pour simuler les assolements en exploitation bovine laitière. *Renc. Rech. Ruminants* 12, 195-198.
- + échecs successifs pour Tournesol