

## Modèles des exploitations pour évaluer les impacts environnementaux des systèmes d'élevage

Philippe Faverdin<sup>1</sup>, René Baumont<sup>2</sup>,  
Magali Joven<sup>2</sup>, Xavier Chardon<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>UMR Production du Lait INRA-Agrocampus Ovest  
<sup>2</sup>INRA UR Herbivores  
<sup>3</sup>Institut de l'Elevage



AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Contexte de la production animale

De plus en plus de demande de la prise en compte de l'environnement ....

- La production animale est critiquée pour sa faible efficacité et ses impacts environnementaux (qualité de l'eau, GES, biodiversité...) et les surfaces importantes qu'elle utilise (Cf. rapport FAO)

- Elle va être confrontée au changement climatique

...mais elle est aussi confrontée aux fortes contraintes économiques

- Fortes variations des prix des produits

- Compétitivité nécessaire

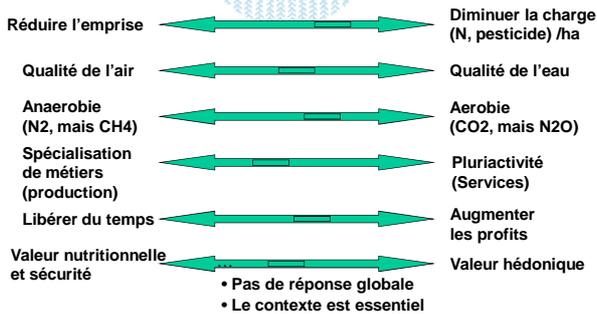
Comment conduire des systèmes d'élevage pour être à la fois efficace et prendre en compte l'environnement?

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## L'évaluation multicritère : Un ensemble de tensions

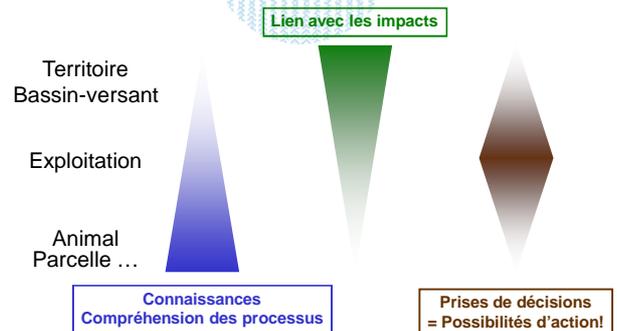


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Les différentes échelles

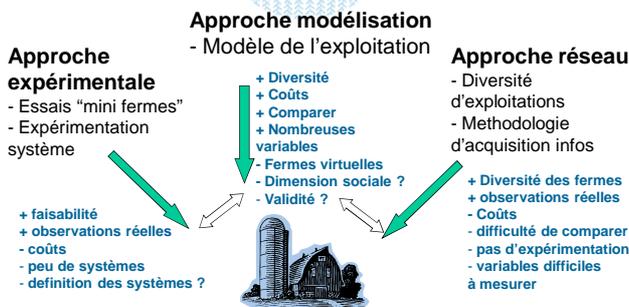


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Comment étudier les systèmes de production?



AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Stratégie

→ Nouveau modèle de l'exploitation pour mieux évaluer les antagonismes et/ou synergies entre environnement et production animale

- Sensible à la conduite des systèmes d'élevage

- prendre en compte les interactions entre système décisionnel et système biologique

- simulation dynamique de l'évolution des systèmes de production

- sensible au climat, à la structure de la ferme et aux caractéristiques des sols

→ Présentation de 2 modèles : SEBIEN et MELODIE

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Biodiversité et système de production



**SEBIEN : un modèle d'exploitation pour étudier les équilibres entre production et diversité floristique dans les systèmes bovins allaitants**

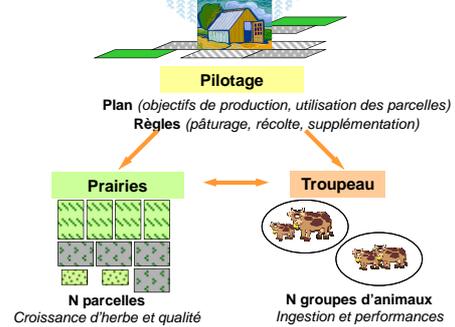
Jouven & Baumont, 2008

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Le modèle exploitation SEBIEN → 3 sous-modèles interconnectés

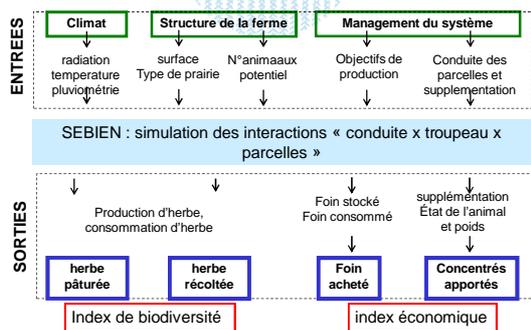


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## SEBIEN : entrées et sorties



AFZ 23 avril 2010

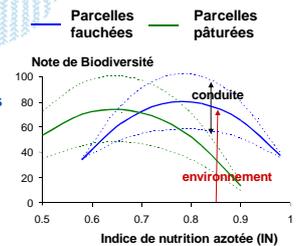
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Modélisation de la biodiversité

1) Equations reliant le nombre d'espèces (par rapport à un maximum de 100) et fertilité des sols (NI) (d'après les données de Orth et al., 2004)

2) Modèle théorique de prévision du nombre d'espèces en fonction de la fertilité et du taux d'utilisation de l'herbe :



Note de Biodiversité = Note d'Environnement + Note de conduite

Note de conduite = f (taux d'utilisation de l'herbe)

Prédite par le modèle

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Application de règles de bonnes pratiques pour la biodiversité au niveau de l'exploitation

Simulation de 3 fermes types (élevages allaitants) :

- **PL, prairies pauvres, faible chargement (0.8 UGB/ha)**
- **DM, prairies diversifiées, chargement moyen (1.1 UGB/ha)**
- **RH, prairies fertiles, fort chargement (1.4 UGB/ha)**

→ Etude des réponses de production et notes de biodiversité (NB) à l'augmentation de la proportion de prairies fauchées avec une coupe tardive en fonction du type de ferme

Jouven & Baumont (2008)

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

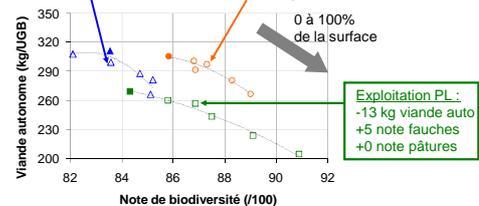


## Equilibres production - biodiversité selon la surface fauchée tardivement

Ce qu'on gagne sur les parcelles fauchées est perdu sur les parcelles pâturées

**Exploitation RH :**  
-12 kg viande auto  
+4 note fauches  
-3 note pâtures

**Exploitation DM :**  
-15 kg viande auto  
+4 note fauches  
-3 note pâtures



Les réponses sont quantitativement différentes entre exploitations.

Le seuil de 40% d'utilisation tardive semble un bon compromis pour PL.

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## SEBIEN : Une approche innovante pour étudier l'impact des systèmes d'élevage sur la biodiversité

SEBIEN → utile pour améliorer la perception de l'équilibre entre production et diversité floristique des prairies dans des systèmes d'élevages allaitants.

- SEBIEN nécessite d'autres développements et validation
- sur les relations avec la biodiversité
  - les prévisions quantitatives doivent être interprétées avec précautions (utilisation en pratique).

Utiliser SEBIEN pour discuter des simulations avec les experts, les conseillers et les agriculteurs pour évaluer les possibilités d'appliquer les prévisions du modèle en pratique.

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Emissions et Production



## MELODIE : un modèle d'exploitation pour étudier les flux C, N et minéraux dans des exploitations d'élevages laitiers et/ou porcins

Chardon et al, 2007, 2008

AFZ 23 avril 2010

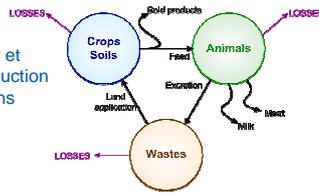
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Un modèle de l'exploitation d'élevage MELODIE

Relier les pratiques et les conduites aux émissions des exploitations

- Un modèle de recherche pour étudier et expérimenter sur les systèmes de production
- 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

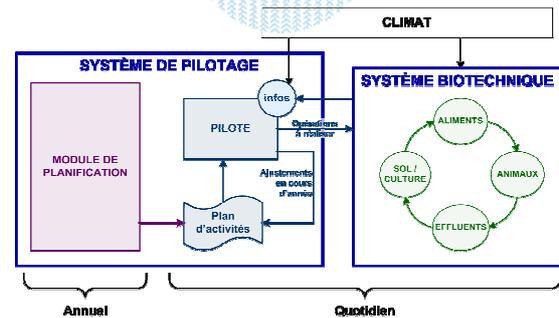


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Architecture générale

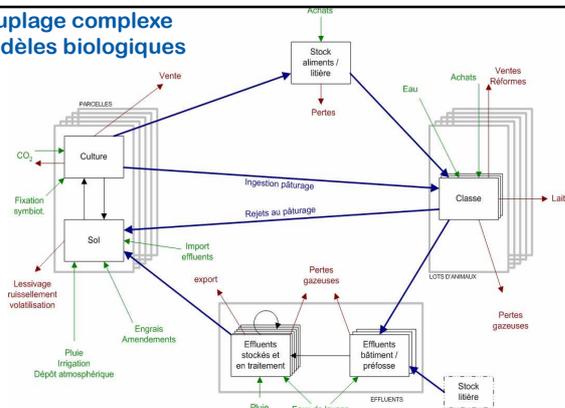


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Un couplage complexe De modèles biologiques

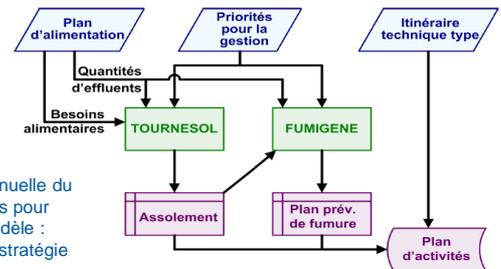


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Simulation dynamique de la planification



Simulation annuelle du plan d'activités pour donner au modèle :  
-Cohérence / stratégie  
-Anticipation  
-Flexibilité / climat

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Simulation pour l'étude des bilans azotés des exploitations

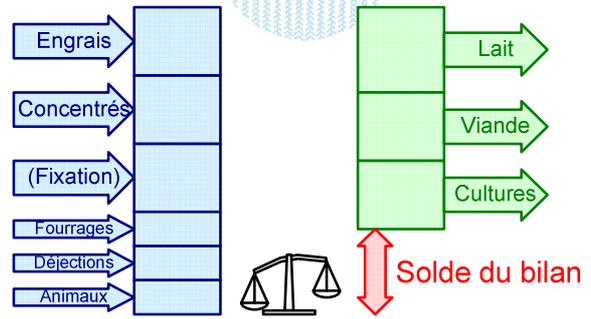
- La démarche de modélisation permet-elle de mieux interpréter les bilans N des exploitations?
- Comparaison de Mélodie avec le bilan N
  - Les relations {bilan <-> pertes N} sont-elles identiques dans chaque système de prod.? Le bilan est-il + pertinent dans certains systèmes?
  - Variabilité inter-annuelle du bilan N: toutes les pertes sont-elles affectées uniformément?

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Principe des méthodes de bilans



Efficacité d'utilisation N (avec fixation): 30 à 50%

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Plan d'expérience

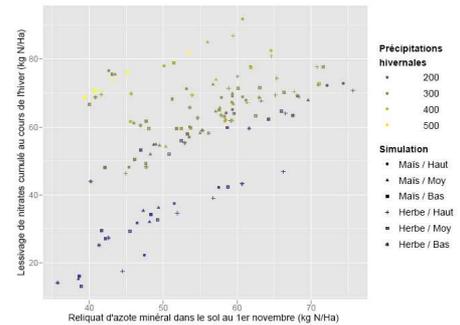
- Comparaison de deux grands systèmes d'alimentation avec  $\neq$  niveaux de concentrés
  - Système dominance ensilage de maïs et peu de pâturage vs système avec ensilage de maïs et pâturage équilibrés
  - X
  - Trois niveaux d'aliments concentrés (environ 0.5, 1 et 1.5 T/VL)
- Structure d'exploitation identique dans toutes les simulations; le module de planification assure la cohérence des systèmes
- Analyse de la variabilité des flux d'N

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Le lessivage dépend du reliquat automnal et de la lame drainante

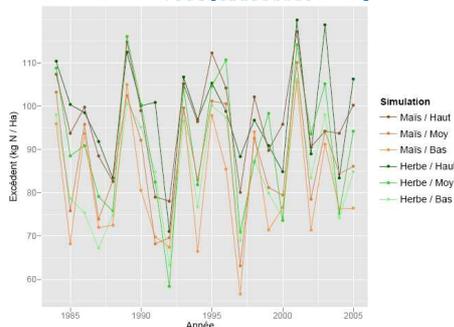


AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Le bilan N exploitation varie plus entre année qu'entre systèmes



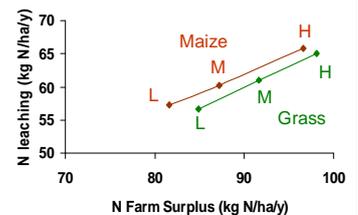
AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Le bilan N d'une exploitation laitière est-il un bon indicateur du lessivage d'azote ?

- Le lessivage annuel de nitrate est indépendant du bilan N de l'exploitation correspondant
- Le bilan N de l'exploitation est bien lié aux pertes par lessivage en moyenne
- L'augmentation de l'utilisation d'aliments concentrés accroît les pertes d'N par lessivage.



AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## MELODIE: Un cadre général pour simuler des systèmes d'élevage

- Autres émissions : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, C, N, P, Cu, Zn stockage du sol, utilisation d'énergie
- Evaluation des impacts environnementaux :  
→ Analyse de cycle de vie
- Approche de modélisation générique d'une exploitation d'élevage basée sur l'ontologie des systèmes pilotés  
→ Grande souplesse pour la modélisation des systèmes  
→ Possibilité de nouveaux développements sur la production, l'économie, le travail...

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA

## Conclusion

La recherche sur les systèmes d'élevage aborde avec la modélisation un niveau complexe d'organisation avec un regard et des méthodes renouvelées

Les modèles d'exploitation d'élevage constituent :

- Une nouvelle voie d'étude des interactions entre le pilotage et le système biotechnique
- Une méthode prometteuse pour l'étude des effets à long terme et la flexibilité des systèmes d'élevage
- Une méthodologie d'étude de l'impact de nouvelles réglementations sur le "comportement des exploitations d'élevage"
- Une approche complémentaire à l'expérimentation (pour aider à définir des essais systèmes, identifier des trous de connaissances, mettre en perspectives des résultats expérimentaux et valider les modèles...)

AFZ 23 avril 2010

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA



TF5 Sustainable... 6 Oct 2008

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA