

Journée AFZ – le 23 avril 2010

Modélisation systémique en production animale : de l'animal aux systèmes de production

Systèmes de production porcine, modélisation des troupeaux et des ateliers

J.Y. Dourmad¹, G. Martel², B. Dedieu³, C. Rigolo^{4,1}, Y. Salaün⁵

¹INRA Agrocampus Ouest, UMR SENAH, 35590 Saint-Gilles
²INRA, UR SAD Paysage, 35042 Rennes
³INRA, UMR METAFORT, 63122 Saint-Genes-Champagnelle
⁴INRA Agrocampus Ouest, UMR PL, 35590 Saint-Gilles
⁵FIP Institut du Porc, 35650 Le Rheu




ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Sommaire

- ✓ **Introduction**
 - ✓ Les différents types d'approches et de modèles
- ✓ **Modèles de fonctionnement de troupeau**
 - ✓ Conduite de l'alimentation (InraPorc)
 - ✓ Simulateur d'élevage (Shop)
 - ✓ Modèles gestion prévisionnelle (Porsim)
- ✓ **Modèles d'atelier et d'exploitation**
 - ✓ Conduite des bâtiments et émissions gazeuses
 - ✓ Evaluation environnementale (BrsPorc, Mélodie)
 - ✓ Optimisation de l'utilisation de ressources
- ✓ **Conclusions et perspectives**

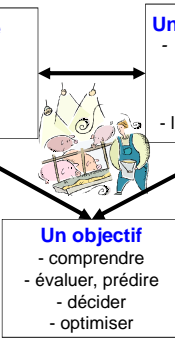
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Modélisation et élevage porcin

Un système

- l'animal
- le troupeau
- l'atelier
- l'exploitation




Un «point de vue»

- les performances
- l'alimentation
- la santé
- le travail
- l'environnement...

Un objectif

- comprendre
- évaluer, prédire
- décider
- optimiser

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Modélisation et élevage porcin

- **Animal** (cf présentation J. van Milgen)
 - Quoi ?
 - Comment ?
- **Troupeau**
 - ✓ Performances
 - ✓ Travail
 - ✓ Gestion - Planification
 - ✓ Santé – diffusion des pathogènes
 - ✓ Alimentation


animaux
conduite
bâtiments

simulation
performances
événements
- **Atelier - exploitation**
 - ✓ Economie
 - ✓ Environnement

animaux
bâtiments
cultures

simulation
optimisation
flux (€, N, P)


ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Sommaire

- ✓ **Introduction**
 - ✓ Les différents types d'approches et de modèles
- ✓ **Modèles de fonctionnement de troupeau**
 - ✓ Conduite de l'alimentation (InraPorc)
 - ✓ Simulateur d'élevage (Shop)
 - ✓ Modèles de gestion prévisionnelle (Porsim)
- ✓ **Modèles d'atelier et d'exploitation**
 - ✓ Conduite des bâtiments et émissions gazeuses
 - ✓ Evaluation environnementale (BrsPorc, Mélodie)
 - ✓ Optimisation de l'utilisation de ressources
- ✓ **Conclusions et perspectives**


ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



« Shop » : un modèle de fonctionnement des troupeaux de truies (Martel *et al* 2008)

- ✓ **Difficultés de l'expérimentation systémique au niveau du troupeau**
 - ✓ Temps longs
 - ✓ Variabilité des phénomènes biologiques
- ✓ **Courant de modélisation « Herd dynamics models »**
 - ✓ Effets de l'interaction entre pratiques d'élevage et biologie sur
 - la production et le renouvellement du troupeau
 - L'occurrence des événements et la charge de travail

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

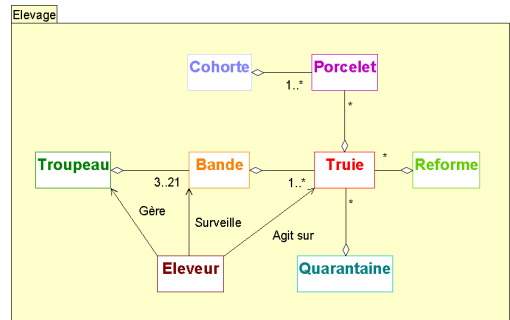


« Shop » : un modèle de fonctionnement des troupeaux de truies (Martel *et al* 2008)

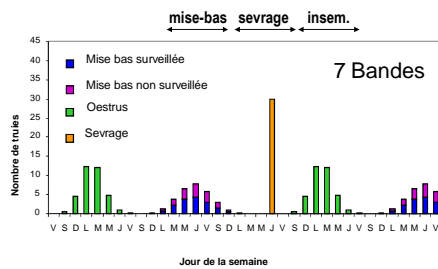
- ✓ **Dynamique :**
 - ↳ Effet du temps (court et long)
- ✓ **Stochastique :**
 - ↳ Variabilité biologique (effectifs, intervalles)
- ✓ **Individu centré :**
 - ↳ Chaque animal est représenté (carrière)
- ✓ **A événements discrets :**
 - ↳ Les objets du modèle (animaux, éleveurs,...) génèrent des événements
 - ↳ Pas de temps d'une heure (organisation du travail)



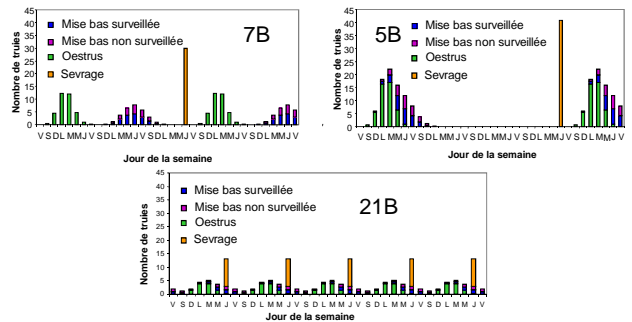
« Shop » : un modèle de fonctionnement des troupeaux de truies (Martel *et al* 2008)



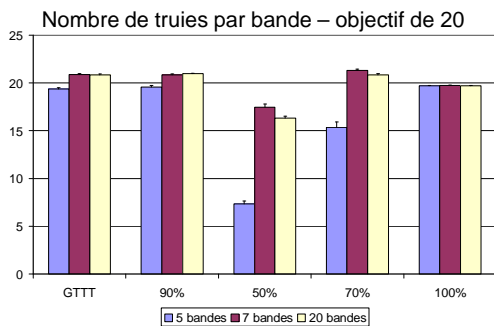
Influence de la conduite sur la répartition temporelle des évènements (Martel *et al* 2008)



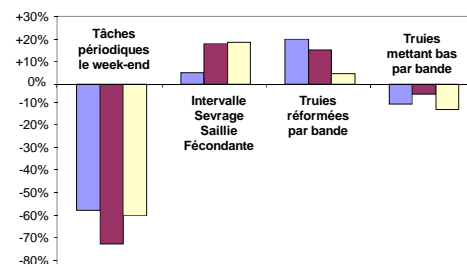
Influence de la conduite sur la répartition temporelle des évènements (Martel *et al* 2008)



Sensibilité des différentes conduites à la baisse de la fertilité (Martel *et al* 2008)



Influence d'un scénario "week-end libre" sur les performances (Martel *et al* 2008)



Influence de la stratégie de détection-insémination sur la fertilité (Martel *et al* 2008)

Délai détection - 1 ^{ère} insémination	2 doses / j	1 dose / j	P
Immédiatement	93,3 % ^a	92,8 % ^a	***
12 heures	91,9 % ^b	88,2 % ^c	***
24 heures	78,1 % ^c	58,2 % ^d	***
Selon l'ISO	93,3 % ^a	92,2 % ^b	***



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Porsim (IFIP) : logiciel de simulation d'élevage pour analyser la rentabilité des investissements

✓ Aide à l'analyse technique, économique et financière de projets porcins : création, extension, modification

- Prévisions à long terme
- Déterministe (non stochastique)
- Solutions compatibles avec la situation de l'élevage (flux optimisés / capacités, règles conduite & objectifs de résultats donnés)

✓ Prédictions réalisées

- Flux physiques (nombres d'animaux, consommations d'aliments...)
- Trésorerie – tableaux de financement
- Comptes d'exploitation - Bilans prévisionnels



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Sommaire

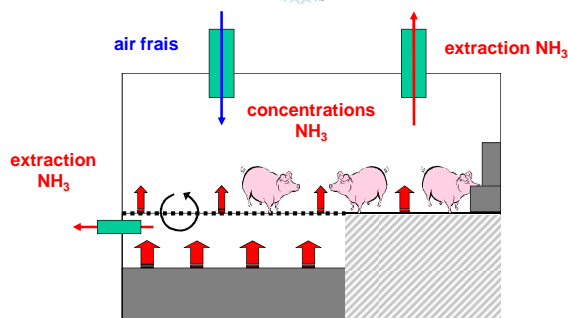
- ✓ Introduction
 - ✓ Les différents types d'approches et de modèles
- ✓ Modèles de fonctionnement de troupeau
 - ✓ Conduite de l'alimentation (InraPorc)
 - ✓ Simulateur d'élevage (Shop)
 - ✓ Modèles de planification (Porsim)
- ✓ Modèles d'atelier et d'exploitation
 - ✓ Conduite des bâtiments et émissions gazeuses
 - ✓ Evaluation environnementale (BrsPorc, Mélodie)
 - ✓ Optimisation de l'utilisation de ressources
- ✓ Conclusions et perspectives



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



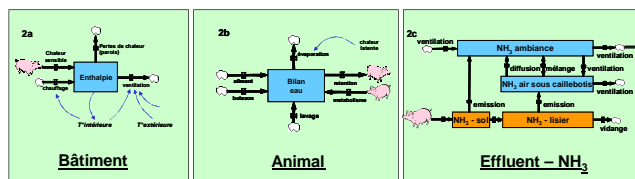
Modélisation dynamique de l'émission et de la concentration de NH₃ (Dourmad *et al* 2008)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



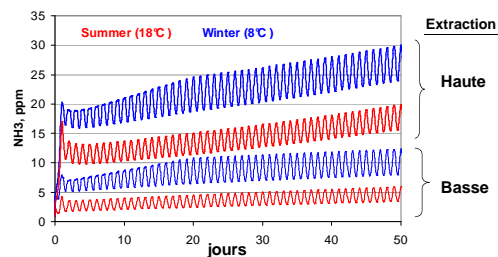
Modélisation dynamique de l'émission et de la concentration de NH₃ (Dourmad *et al* 2008)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Simulation de la teneur en NH₃ de l'air ambiant dans différentes situations (Dourmad *et al* 2008)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Influence de la saison et du type de ventilation et de sol sur l'émission cumulée de NH₃ (kg/porc) et la teneur (ppm) dans l'ambiance (Dourmad *et al* 2008)

	caillebotis total	caillebotis partiel	
		sale	propre
Eté			
Basse	1,05 [3,5]	1,10 [7,1]	0,91 [6,0]
Haute	0,94 [14,0]	1,03 [15,7]	0,85 [13,2]
Hiver			
Basse	0,64 [7,9]	0,68 [15,0]	0,57 [12,6]
Haute	0,54 [22,1]	0,67 [28,0]	0,56 [23,6]

¹concentration moyenne dans l'ambiance entre parenthèses [ppm]



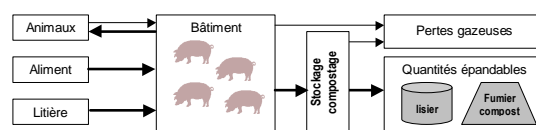
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Modèles relatifs à l'impact environnemental

✓ **BrsPorc** (w3.rennes.inra.fr/CORPEN/)

Modèle de calcul de flux



✓ **Modèles d'optimisation de la conduite alimentaire**

Programmation linéaire (Pomar *et al* 2007)

- Contraintes environnementales
- Fonction objectif modifiée (coût environnemental)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Modèles relatif à l'impact environnemental

✓ **Modèles d'exploitation**

▪ Modèles de simulation

↳ Mélodie (cf *présentation de Ph Faverdin*)

▪ Modèles d'optimisation

↳ « Extension » de modèles de formulation d'aliments

- Formulation des aliments
- Choix de l'assolement
- Épandage des déjections

↳ Différentes options technologiques et contraintes environnementales



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Optimisation environnementale de systèmes de production porcine (Baudon *et al* 2005)



✓ **Programme d'optimisation non linéaire (GAMS)**

✓ **Fonction objectif : marge brute**

✓ **Optimisation**

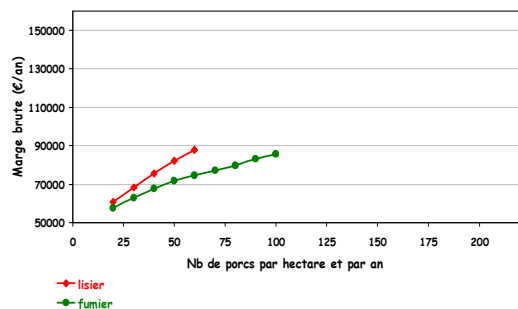
- Aliment (contraintes, disponibilité des MP, excréation...)
- Assolement (contraintes, valorisation, fertilisation...)
- Effluents (contraintes, technologiques, valorisation...)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



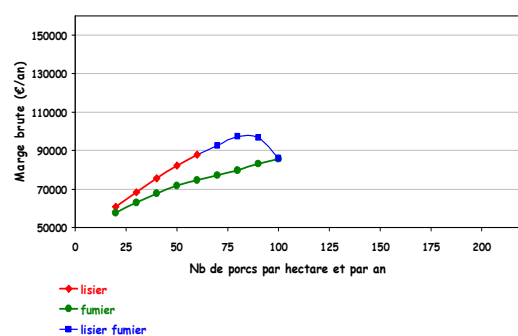
Influence de la gestion des effluents et du chargement sur la marge brute (Baudon *et al* 2005)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



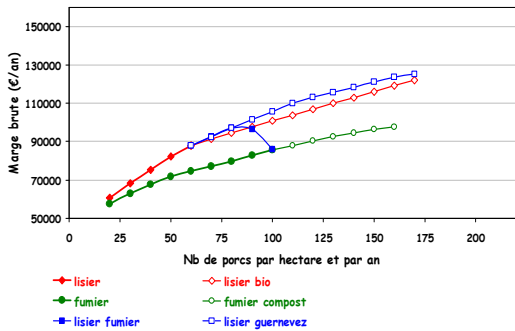
Influence de la gestion des effluents et du chargement sur la marge brute (Baudon *et al* 2005)



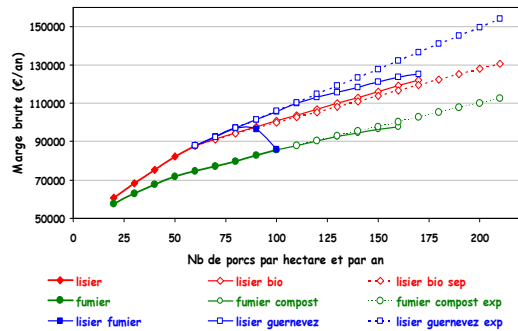
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



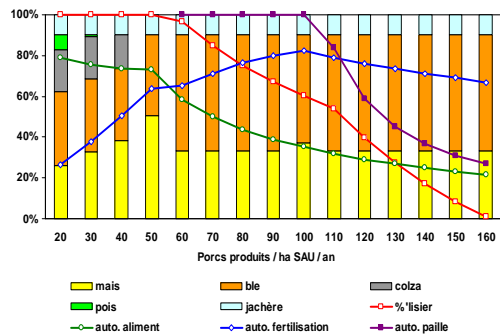
Influence de la gestion des effluents et du chargement sur la marge brute (Baudon *et al* 2005)



Influence de la gestion des effluents et du chargement sur la marge brute (Baudon *et al* 2005)



Evolution de l'assolement dans une filière lisier/fumier/fumier composté (Baudon *et al* 2005)



Sommaire

- ✓ Introduction
 - ✓ Les différents types d'approches et de modèles
- ✓ Modèles de fonctionnement de troupeau
 - ✓ Conduite de l'alimentation (InraPorc)
 - ✓ Simulateur d'élevage (Shop)
 - ✓ Modèles de planification (Porsim)
- ✓ Modèles d'atelier et d'exploitation
 - ✓ Conduite des bâtiments et émissions gazeuses
 - ✓ Evaluation environnementale (BrsPorc, Mélodie)
 - ✓ Optimisation de l'utilisation de ressources
- ✓ Conclusions et perspectives

Conclusion

- ✓ Différents niveaux d'approche
 - ✓ Animal – Troupeau – Bâtiment - Exploitation
- ✓ Deux thématiques principales
 - ✓ Conduite d'élevage : performances, travail, *santé*
 - ✓ Environnement : atelier, exploitation
- ✓ Des objectifs variables
 - ✓ Des modèles pour représenter et comprendre
 - ↳ recherche
 - ✓ Des modèles pour tester des systèmes
 - ↳ recherche développement
 - ✓ Des modèles pour quantifier et/ou décider
 - ↳ application

Perspectives

- ✓ De nombreux modèles relatifs à la production porcine
 - ✓ Beaucoup de modèles de recherche - développement
 - ✓ Un nombre plus limité de modèles/outils d'aide à la décision
 - ↳ Coût important (temps, €) de la production d'outils
- ✓ La modélisation systémique
 - ✓ Une approche particulièrement intéressante pour aborder les questionnements actuels de la filière porcine
 - ↳ Questions sociétales : environnement, qualité, bien-être...
 - ↳ Question des éleveurs : économie, conduite, travail...
 - ✓ Contribution à la production (système) ou à l'évaluation d'innovations (pratiques)
 - ✓ Des perspectives pour le développement d'outils de pilotage « en ligne » des élevages

Le modèle le plus utilisé !
1 123 353 éleveurs Virtuels !!!

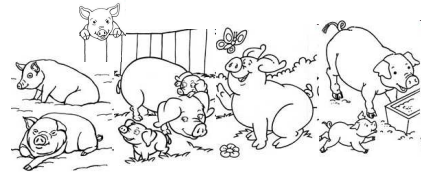


ALIMENTATION
 AGRICULTURE
 ENVIRONNEMENT



Journée AFZ – le 23 avril 2010
**Modélisation systémique en production animale :
 de l'animal aux systèmes de production**

Merci de votre attention...



ALIMENTATION
 AGRICULTURE
 ENVIRONNEMENT

