

## Thèse « Optimisation des ateliers d'engraissement porcins » (Saint-Gilles, 35, France)

### PhD position « Optimising the pig fattening unit » (Saint-Gilles, 35, France)

**PigOptim** : Optimisation économique et environnementale des ateliers d'engraissement porcins face aux incertitudes des prix de marché et de la valeur des aliments. [*Economic and environmental optimization of pig fattening units facing uncertainties of market prices and feed nutritive value.*]

**Directeurs de thèse** : **Jean-Yves DOURMAD** (IR INRA), UMR PEGASE (Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Elevage), Domaine de la Prise 35590 Saint-Gilles. **Eric DARRIGRAND** (MC Université Rennes 1) Equipe d'Analyse Numérique, UMR IRMAR (Institut de Recherche Mathématique de Rennes) Campus de Beaulieu, 35042, Rennes. **Alexandre GOHIN** (DR INRA), UMR SMART-LERECO (Structures et Marchés Agricoles, ressources et territoires, Laboratoire d'études et de recherche en Economie), 4 allée Adolphe Bobierre - CS 61103 - 35011 Rennes.

**Co-encadrants** : **Florence GARCIA-LAUNAY** (IR INRA), UMR PEGASE, **Fabrice MAHE** (MC Université Rennes 1), UMR IRMAR.

**Contact pour information et/ou candidature (avant mi-mai 2017 pour prendre contact et avant le 07/06/17 pour dépôt du dossier de candidature auprès de l'Ecole Doctorale VAS)** : [florence.garcia-launay@inra.fr](mailto:florence.garcia-launay@inra.fr) (02.23.48.50.87), [fabrice.mahe@univ-rennes1.fr](mailto:fabrice.mahe@univ-rennes1.fr) (02.23.23.60.48).

**Equipe d'accueil et encadrement** : La thèse sera menée au sein de l'équipe SysPorc "Le Porc dans les Systèmes d'Elevages" de l'UMR 1348 PEGASE (<https://www.rennes.inra.fr/pegase>), dans l'Ecole Doctorale VAS (<http://www.vas.univ-rennes1.fr/>). La thèse sera dirigée par Jean-Yves Dourmad et Alexandre Gohin, et co-encadrée par Florence Garcia-Launay au sein de l'équipe SysPorc, Fabrice Mahé et Eric Darrigrand au sein de l'IRMAR.

**Résumé** : Les stratégies alimentaires en atelier d'engraissement sont un facteur clé du résultat économique et des impacts environnementaux de la production porcine. Le choix de la stratégie alimentaire doit se faire dans un contexte économique incertain. La thèse devra répondre à la question : Comment optimiser la stratégie alimentaire pour un groupe de porcs à l'engrais sur des critères économiques et environnementaux dans un contexte incertain ? Le projet de thèse ambitionne i) de produire un modèle capable d'optimiser la stratégie alimentaire pour un groupe de porcs à l'engrais sur des critères économiques et environnementaux, et ce dans un contexte incertain ; et ii) d'utiliser ce modèle pour établir l'effet des incertitudes de prix et de valeur des aliments sur les stratégies optimales. Pour cela le modèle propose d'associer un modèle stochastique de croissance des porcs, une évaluation par Analyse du Cycle de Vie des impacts environnementaux de la production de porcs, un formulateur d'aliments pour porcs et une procédure d'optimisation de la stratégie alimentaire. [*Feeding strategies in pig fattening units are key factors of the economic result and environmental impacts of pig production. The choice of the feeding strategy is made under uncertainty of the economic context and additionally under uncertainty of feed nutritive value, associated to a growing use of coproducts. The PhD will answer to the following issue: How optimising the feeding strategy of a batch of fattening pigs on economic and environmental criteria under uncertainty of the context? The project will aim at i) producing a model able to optimise the feeding strategy for a batch of fattening pigs under uncertainty of the context, ii) using the produced model to establish the effect of uncertainty of market prices and of feed nutritive value on optimal feeding strategies. For this purpose; the model will associate a stochastic growth model of pigs (issued from InraPorc®), an evaluation of environmental impacts of pig production by Life Cycle Assessment, a feed formulator and a procedure of optimisation of the feeding strategy.*]

**Mots-clés** : Optimisation multiobjectif, modèle individu-centré, Analyse de Cycle de Vie, langage Python, résolution numérique, incertitude des prix de marché, formulation d'aliments pour porcs. [*Multiobjective optimization, individual-base model, Life Cycle Assessment, Python programming language, Numeric resolution, uncertainty of market prices, feed formulation.*]

**Compétences recherchées et financement** : Le candidat devra avoir une formation générale et un master (ou l'équivalent) en mathématiques appliquées et/ou calcul scientifique, ou sciences pour l'ingénieur, et présenter un fort intérêt pour les applications en biologie et en agronomie. Des compétences ou expériences complémentaires en optimisation et recherche opérationnelle, ainsi qu'en simulation des systèmes dynamiques seront appréciées. Le candidat présentera ce projet de thèse lors d'une audition devant un jury de sélection de l'Ecole Doctorale VAS (<http://www.vas.univ-rennes1.fr/>). Le présent projet de thèse bénéficie du financement d'une demi-bourse de thèse par le métaprogramme GloFoods INRA-CIRAD (<http://www.glofoods.inra.fr/>) et est en attente des sélections de la procédure ARED organisée par la région.

**Introduction** : Les résultats économiques des élevages porcins dépendent du coût des matières premières (céréales et tourteaux en particulier) utilisées pour formuler (préparer) les aliments et des cours du prix du porc. En production porcine, la programmation linéaire est utilisée depuis des décennies pour trouver les taux d'incorporation des matières premières qui minimisent le prix des aliments pour porcs, en respectant des contraintes de valeurs

nutritionnelles des aliments. Aujourd'hui la formulation des aliments à moindre coût ne permet plus de répondre aux enjeux de la production porcine :

- compétitivité économique en contexte de prix incertain : la stratégie d'alimentation d'une bande de porcs à l'engrais est définie au moins 4 mois avant son abattage, sans connaître les évolutions à venir des prix de marché.
- réduction des impacts environnementaux (émissions de gaz à effet de serre, de nitrates,...). La contribution de la production de l'aliment représente souvent plus de la moitié de l'impact total du kilo de porc produit. Raisonner la stratégie d'alimentation des porcs à l'engrais est donc déterminant pour les résultats environnementaux de l'élevage.

Ainsi, aujourd'hui l'enjeu est de pouvoir optimiser la stratégie alimentaire appliquée aux porcs, en maximisant la marge économique et en minimisant les impacts environnementaux.

Des travaux récents ont permis de construire des modèles capables de simuler l'effet de certaines pratiques d'alimentation sur les performances de croissance d'un animal moyen et d'un groupe de porcs à l'engrais (InraPorc®, 2006 ; Vautier et al. 2013). Un projet récent conduit entre l'UMR PEGASE et l'IFIP a ainsi permis d'aboutir à un modèle de l'atelier d'engraissement porcin qui simule les effets de différentes pratiques d'élevage (notamment pratiques d'alimentation) sur les performances des animaux, et calcule le résultat économique et les impacts environnementaux qui en résultent (Cadéro et al. 2016). Disposer d'un tel modèle permet aujourd'hui d'envisager l'optimisation multiobjectif (économie et environnement) des stratégies d'alimentation pour les porcs en engraissement.

Le projet de thèse devra répondre à la question suivante : **Comment optimiser la stratégie alimentaire pour une bande de porcs à l'engrais sur des critères économiques et environnementaux dans un contexte incertain ?**

Cette question est à la frontière entre mathématiques et informatiques appliquées, zootechnie des systèmes d'élevage, environnement et économie des exploitations d'élevage. Répondre à cette question nécessitera d'étudier la fonction-objectif et son domaine et d'envisager différentes approches / algorithmes d'optimisation : contrôle robuste, algorithme génétique, programmation dynamique stochastique,...

**Programme de recherche** : Le programme de recherches sera organisé selon les étapes suivantes :

- **Tâche 1** : Conception et implémentation du modèle d'engraissement d'un groupe de porcs à partir du modèle de Cadéro et al. (2016).
- **Tâche 2** : Ecriture d'un cahier des charges pour deux procédures d'optimisation : une première procédure capable d'optimiser la stratégie alimentaire en fonction d'un contexte économique donné et avec une performance élevée (temps de calcul bas, capacité à trouver la solution optimale dans tous les scénarios possibles), et une deuxième procédure capable de réaliser l'optimisation de la stratégie alimentaire dans un contexte incertain. Listing des procédures d'optimisation « candidates » et qui apparaissent à la lumière de la recherche bibliographique en accord avec le cahier des charges.
- **Tâche 3** : Implémentation et test des différentes procédures d'optimisation « candidates » dans des contextes économiques variés. Choix des procédures d'optimisation (pour optimisation en contexte incertain et optimisation sans prise en compte de l'incertitude du contexte).
- **Tâche 4** : Choix des scénarios économiques pour tester les procédures d'optimisation / Lancement et analyse des résultats des tests.
- **Tâche 5** : Détermination de stratégies optimales sur différents critères (économiques et environnementaux) et dans différents contextes de prix | exploration des compromis et interrelations entre les différents objectifs possibles (techniques, économiques, environnementaux)
- **Tâche 6** : Comparaison des performances des stratégies d'alimentation optimales définies avec l'optimisation en contexte incertain et l'optimisation faite sans prise en compte de l'incertitude des prix de marché.

**Résultats attendus** : Ce travail original et pluridisciplinaire (mathématiques appliquées, zootechnie des systèmes d'élevage, économie, informatique) fournira un modèle capable d'optimiser les stratégies alimentaires pour l'atelier d'engraissement porcin. Il produira également des connaissances et une démarche méthodologique générique pour raisonner l'optimisation de la conduite des systèmes d'élevages. Une question à laquelle le projet devrait d'ailleurs répondre concerne la possibilité d'intégrer les résultats (sorties) des stratégies optimales d'engraissement (au niveau de l'atelier ou de l'exploitation agricole) vers une échelle territoriale voire nationale.

**Références** :

- Cadéro, A., Aubry, A., Brossard, L., Dourmad, J.-Y., Salaün, Y., Garcia-Launay, F. (2016). Modelling fattening pig production systems: use of a dynamic, stochastic, mechanistic model. In: Book of Abstract of the 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal (p. 441). Wageningen, NLD : Wageningen Academic
- InraPorc® 2006. Un outil pour évaluer des stratégies alimentaires chez le porc. Version 1.0.4.0. INRA-UMR SENAH, [www.rennes.inra.fr/inraporc](http://www.rennes.inra.fr/inraporc)
- Vautier, B., Quiniou, N., van Milgen, J., Brossard, L., 2013. Accounting for variability among individual pigs in deterministic growth models. *Animal* 7, 1265-1273.