



## LES RENDEZ-VOUS DE L'INRA • CONFÉRENCES

# DES DONNÉES PAR MILLIONS ! TROP OU PAS ASSEZ POUR L'ÉLEVAGE DE DEMAIN ?

Programmes H2020



### Résumés des interventions

**Feed-a-Gene : adapter l'aliment, l'animal et les techniques d'alimentation pour améliorer l'efficacité et la durabilité des systèmes d'élevage de monogastriques**

**Jaap van Milgen**, Inra Bretagne-Normandie

**SAPHIR : renforcer les productions animales et la santé par la réponse immunitaire**

**Marie-Hélène Pinard-van der Laan**, Inra Île-de-France-Jouy-en-Josas

**Utiliser des données innovantes et personnalisées pour une gestion intégrée de la santé dans les élevages**

**Marie-Hélène Pinard-van der Laan**, Inra Île-de-France-Jouy-en-Josas

**À la recherche de nouvelles méthodes et données pour évaluer l'efficacité alimentaire chez le porc**

**Étienne Labussière et David Renaudeau**, Inra Bretagne-Normandie

**Élevage et alimentation de précision : une valeur à créer par la collecte et la maîtrise des données**

**Ludovic Brossard et Charlotte Gaillard**, Inra Bretagne-Normandie



Centre de recherche Bretagne-Normandie  
Domaine de la Motte - BP 35327  
35653 Le Rheu cedex  
[www.rennes.inra.fr](http://www.rennes.inra.fr)

# SAPHIR : renforcer les productions animales et la santé par la réponse immunitaire

**Marie-Hélène Pinard-van der Laan** - marie-helene.pinard-van-der-laan@inra.fr

UMR Inra/AgroParistech « Génétique animale et biologie intégrative » (Gabi)

Inra Île-de-France-Jouy-en-Josas

Le projet SAPHIR vise à développer des stratégies de vaccination innovantes, sûres, abordables et efficaces contre les agents pathogènes endémiques responsables de pertes économiques importantes en élevage. En développant des stratégies de vaccination pour ces agents pathogènes chez les porcs, les volailles et les ruminants, SAPHIR aidera à améliorer la rentabilité des systèmes alimentaires, à améliorer le bien-être des animaux et à réduire l'usage des xénobiotiques en élevage dans une perspective « One Health ».

Lorsque la vaccination est disponible, elle reste l'une des manières les plus efficaces et les plus utilisées pour contrôler les maladies animales. Toutefois, pour de nombreuses maladies vétérinaires importantes, les vaccins ne sont pas disponibles ou loin d'être optimum. En particulier, on pourrait gagner à planifier la vaccination en complément d'autres stratégies, par exemple des stratégies d'élevage visant à améliorer la robustesse des animaux, incluant une meilleure adaptation aux challenges infectieux.

## Qu'est-ce que la « gestion intégrée de la santé des animaux » ?

C'est mieux de prévenir que de guérir. Mais intégrer différentes mesures de prévention et de contrôle, c'est encore mieux !

**Le concept de « gestion intégrée de la santé des animaux » repose sur la construction et la validation d'une approche intégrée holistique de l'environnement et des systèmes, y compris les « agents pathogènes » et les « hôtes » en tant qu'animaux dans des systèmes de « production ».**

**Toutes les mesures pour prévenir et contrôler les maladies de manière plus efficace peuvent être en principe intégrées :**

- La vaccination et la sélection d'animaux pour une meilleure résistance ou tolérance aux maladies
- La vaccination et la sélection d'animaux pour une réponse immunitaire plus efficace à cette vaccination
- La vaccination et la gestion de la biosécurité
- Des conditions d'élevage adaptées (ex. densité en bâtiment) et une sélection des animaux pour un risque réduit de transmission de maladies
- Des systèmes d'alimentation et des interactions positives entre médicaments et nutriments, et une sélection d'animaux plus robustes.

Le projet SAPHIR aborde déjà une partie de ces mesures combinées, par exemple, en développant de nouveaux vaccins et en explorant comment combiner la variabilité génétique de la réponse de l'hôte à la maladie et à la réponse du vaccin. La prochaine étape nécessaire sera d'évaluer l'optimisation de l'approche combinée vaccination-génétique en utilisant des données de terrain.

**L'information socio-économique**, comme l'impact sur les mesures de prévention et de contrôle existantes (à partir de la littérature) et les nouvelles mesures (vaccins dans le projet SAPHIR), est ici très précieuse. **Une bonne communication et les avis et conseils des acteurs de la production animale** seront nécessaires pour discuter et orienter les stratégies.

L'objectif ultime est de développer à la fois chacun des éléments nécessaires à ces systèmes de contrôle (par exemple, les procédures de gestion et de biosécurité, les vaccins, les génotypes résistants à des maladies, les systèmes d'alimentation, ...) et les approches rentables nécessaires pour combiner ces éléments en des systèmes intégrés de prévention et de contrôle des maladies.

**On pourra alors espérer que ces stratégies intégrées de gestion de la santé des animaux pourront être utilisées en élevage.**

# Utiliser des données innovantes et personnalisées pour une gestion intégrée de la santé dans les élevages

**Marie-Hélène Pinard-van der Laan** - marie-helene.pinard-van-der-laan@inra.fr

UMR Inra/AgroParisTech « Génétique animale et biologie intégrative » (Gabi)

Inra Île-de-France-Jouy-en-Josas

Dans un même troupeau, tous les animaux, même vaccinés en même temps et avec la même dose, ne vont pas tous répondre de la même manière au vaccin, temps en intensité qu'en persistance. **L'impact de ces variabilités individuelles génétiques de l'hôte sur la formation des réponses immunitaires innées et adaptatives est un levier émergent à prendre en compte dans les nouvelles stratégies de vaccination.**

Pour aborder cette question, il est **nécessaire d'intégrer des données génétiques et des données génomiques pour identifier des biomarqueurs potentiels, susceptibles de prédire la capacité immunitaire individuelle des animaux et leur réponse aux vaccins.** C'est une question difficile abordée, tant chez les poulets que chez les porcs, par le projet Européen SAPHIR, coordonné par l'Inra et financé par le programme H2020.

Des porcs Large White (48 familles) ont été vaccinés contre *Mycoplasma hyopneumoniae* (M. hyo, 182 porcelets) ou contre le virus Influenza A (IAV, 98 porcelets) au sevrage (environ 28 jours) avec une vaccination de rappel trois semaines plus tard. La réponse vaccinale humorale a été mesurée en suivant la dynamique des IgG sériques spécifiques de M. hyo- ou d'IAV chaque semaine pendant cinq semaines après la vaccination et avant l'abattage à l'âge de 21 semaines.

Pour les poulets, les réponses vaccinales ont été mesurées sur des poulets de chair commerciaux vaccinés (Cobb 500) et sur un sous-groupe d'animaux infectés par une espèce fréquente de coccidies, *Eimeria maxima* (de 96 à 36 poulets). Les réponses des animaux ont été évaluées par la mesure des taux sériques d'IL-10 avec un nouveau test ELISA développé par les partenaires du projet, ainsi que par des phénotypes caractéristiques d'une réponse à cette maladie parasitaire : le gain de poids corporel, des scores de lésion et la charge parasitaire.

Pour les porcs et les poulets, du sang a été prélevé avant la vaccination pour réaliser des génotypages SNP à haute densité ainsi que des analyses de type RNAseq.

**Les premiers résultats sont prometteurs.** Nous avons en effet identifié des associations significatives entre l'expression des gènes dans le sang avant la vaccination et les réponses vaccinales chez le porc. Chez le poulet, nous avons mis en évidence que le poids corporel était un caractère pertinent en tant que mesure liée au suivi des réponses vaccinales des broilers.

**Ainsi, nous fournissons une première preuve de concept selon laquelle le sang pourrait être une source pertinente de biomarqueurs prédictifs des réponses vaccinales. La possibilité d'intégrer ces nouvelles données individuelles génomiques et génétiques aux données déjà collectées en ferme et aux valeurs génétiques estimées en sélection, ouvre un grand potentiel pour mieux comprendre les réponses individuelles aux vaccins et identifier des leviers d'action innovants.**



# À la recherche de nouvelles méthodes et données pour évaluer l'efficacité alimentaire chez le porc

Étienne Labussière et David Renaudeau - [etienne.labussiere@inra.fr](mailto:etienne.labussiere@inra.fr), [david.renaudeau@inra.fr](mailto:david.renaudeau@inra.fr)

UMR Inra/Agrocampus Ouest « Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage » (Pegase)

Inra Bretagne-Normandie

Les fluctuations du marché des matières premières et du porc influencent fortement la rentabilité des élevages de porc et de la filière. En raison de l'importance des coûts alimentaires dans les coûts de production, **l'efficacité alimentaire est un paramètre clé de cette rentabilité. Outre l'impact économique, l'amélioration de l'efficacité alimentaire est un levier important pour réduire les rejets d'éléments polluants dans l'environnement et la compétition food/feed/fuel pour l'accès aux ressources alimentaires.** L'efficacité alimentaire est généralement quantifiée en élevage porcin par son inverse, l'indice de consommation (IC), comme le rapport entre la quantité d'aliment ingérée et le gain de poids de l'animal sur une période donnée. La sélection génétique associée à des améliorations significatives dans la conduite (notamment alimentaire) des animaux a permis d'augmenter très nettement l'efficacité alimentaire en 30 ans. L'IC a été ainsi diminué de 3,35 à 2,73 kg d'aliment/kg de gain entre 1984 et 2014 (données IFIP-GTE).

Chez un porc en croissance, l'efficacité énergétique et protéique est généralement faible : environ 40% de l'énergie et 45% de l'azote ingéré sont retenus par l'animal sous forme de tissus gras et de tissus maigres. Même si certaines dépenses (notamment énergétiques) sont difficilement compressibles, des marges de progrès sont cependant encore possibles. Par exemple, la définition de besoins nutritionnels individuels et instantanés, et leur satisfaction par le recours à des techniques d'alimentation de précision peuvent permettre d'améliorer l'efficacité azotée à l'échelle du troupeau. Toutefois, les gains escomptés restent modestes dans la mesure où les rations actuelles sont déjà à des niveaux planchers en protéines, souvent influencés par les capacités de formulation, elles-mêmes dépendantes de la disponibilité des matières premières à faible teneur en protéines.

À l'échelle individuelle, il existe une forte variabilité dans la façon dont l'animal valorise les différents nutriments de la ration qu'il ingère. Cette variabilité a une origine en grande partie génétique et est fortement dépendante de l'environnement (alimentaire, sanitaire, climatique) dans lequel l'animal est élevé. **La recherche de nouveaux indicateurs de l'efficacité alimentaire est essentielle pour quantifier et valoriser cette variabilité interindividuelle dans de futurs programmes de sélection et/ou proposer des nouvelles stratégies alimentaires tirant profit de cette variabilité et basées sur l'utilisation des concepts d'alimentation de précision.**

Un des objectifs du projet européen Feed-a-Gene est de **produire de nouveaux indicateurs pour mieux caractériser les principaux déterminants de l'efficacité digestive et métabolique de l'aliment par l'animal.** Ces travaux passent notamment par la mise en place de méthodes rapides et fiables pour caractériser la valeur ou l'utilisation digestive individuelle de l'aliment et pour quantifier le niveau d'activité physique et la dépense énergétique associée mais également par la recherche de biomarqueurs de l'efficacité alimentaire dans les fèces (microbiote) ou dans le plasma (transcriptome et métabolome). Ces indicateurs constitueront des supports pour la sélection des animaux. En élevage, certains d'entre eux permettront une adaptation en temps réel du niveau d'ingestion et de la composition de l'aliment pour un pilotage optimisé de la croissance des animaux, en prenant en compte les effets de l'environnement d'élevage et des caractéristiques individuelles sur les performances des animaux.

# Élevage et alimentation de précision : une valeur à créer par la collecte et la maîtrise des données

**Ludovic Brossard et Charlotte Gaillard** - ludovic.brossard@inra.fr, charlotte.gaillard@inra.fr

UMR Inra/Agrocampus Ouest « Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage » (Pegase)

**Inra Bretagne-Normandie**

Les élevages de monogastriques, porcs comme volailles, connaissent des évolutions rapides pour répondre à la demande sociétale, réduire les impacts sur l'environnement et rester compétitifs face au contexte économique. Ces évolutions sont notamment permises par le développement de l'élevage de précision et l'amélioration de la capacité à capter de l'information, à l'analyser, et à l'utiliser dans le pilotage des élevages.

## Caractéristiques de l'élevage de précision

L'élevage de précision peut être défini comme l'utilisation coordonnée de capteurs (assurant la collecte de paramètres liés aux animaux et à leur environnement) et de techniques d'information et de communication (stockage, transformation et restitution des données précédemment collectées) dans le but d'aider l'éleveur à piloter son élevage. L'objectif de l'élevage de précision est d'améliorer les performances économiques, environnementales et aussi sociales de l'élevage (Hostiou *et al.*, 2014). Grâce au développement de divers capteurs et d'automates de mesures mesurant des paramètres, physiologiques et de production, les animaux peuvent être suivis individuellement ou en groupes homogènes. En effet, il existe une forte variabilité individuelle notamment en ce qui concerne les variables de production (ex. prise de poids chez le porc, nombre de porcelets chez la truie) qui nécessite d'être prise en compte pour une meilleure optimisation du potentiel de chaque animal. D'autres capteurs permettent également un contrôle des paramètres du milieu (ex. température, humidité), ainsi que l'amélioration du bien-être des animaux (surveillance des maladies, des mouvements). La difficulté réside en l'analyse et l'utilisation des données nombreuses pour aider l'éleveur dans sa prise de décisions.

## Analyse et utilisation des données

Avec une approche classique, les analyses s'effectuent a posteriori à l'échelle du groupe représenté par un animal moyen. L'approche de l'élevage de précision est différente car **elle vise à analyser ou prédire en temps réel pour chaque animal les variables d'intérêt telles que les besoins nutritionnels ou les comportements des animaux**. Par exemple, l'acquisition et le traitement d'images de la position des volailles permet de détecter des comportements inhabituels et d'agir en prévention ; ce qui impacte positivement leur bien-être. Un autre exemple est l'utilisation d'automates de mesure (ex. distributeur automatiques de concentrés) et d'outils d'aide à la décision (ex. InraPorc, Dourmad *et al.*, 2008 ; van Milgen *et al.*, 2008) qui permettent d'adapter au mieux les apports journaliers nutritionnels d'un porc en croissance ou d'une truie reproductrice. Avec une alimentation de précision, les coûts et les rejets peuvent être diminués jusqu'à 10 et 25% respectivement. **Le programme européen Feed-a-Gene vise notamment à développer des outils d'aide à la décision pour pouvoir calculer des rations adaptées nutritionnellement à chaque animal sur la base de modèles existants ou améliorés**. L'intégration dans ces modèles d'informations plus nombreuses sur les animaux et leur réponse (performance de croissance, ingestion, efficacité digestive, comportement) aux aliments ou aux perturbations permet de mieux prendre en compte l'utilisation des aliments par les animaux.

**L'aide à la collecte, l'analyse et l'interprétation des données doivent être pensées pour apporter un gain de temps et d'information à l'éleveur** en lui présentant une information synthétique répondant à ses attentes et des alertes pour l'aider dans son suivi et dans ses décisions. L'éleveur peut utiliser ce gain de temps et ces informations notamment pour observer plus souvent les animaux et pour une gestion plus ciblée de ses animaux et de son élevage.

## Développements en cours dans le projet Feed-a-Gene

En élevage porcin, dans le cadre du programme Feed-a-Gene, **un outil d'aide à la décision est en développement pour les truies** prenant en compte l'historique de production (rang de portée, taille de portée, poids, épaisseur de lard . . .), les données dynamiques de poids, et d'épaisseur de lard dorsal, l'activité et la température ambiante pour optimiser chaque jour les apports individuels. L'association de cet outil à des distributeurs automatiques de concentrés devraient permettre d'optimiser et de suivre individuellement leur alimentation, de gérer l'évolution du poids et de l'épaisseur de lard dorsal en différenciant les niveaux d'alimentation selon le rang de portée et l'état d'engraissement. La gestion centralisée pourra s'effectuer par ordinateur avec accès par tablette. En porc charcutier, il existe déjà des solutions de tri pour capter le poids, différencier les animaux selon ce critère, gérer l'alimentation de groupes différenciés. Dans le cadre du projet Feed-a-Gene, des distributeurs automatiques de concentrés ont été développés et sont en test. Ils permettent de contrôler et mesurer les quantités offertes, et de contrôler la qualité de l'aliment par la distribution des mélanges d'aliments. Un outil d'aide à la décision est également en test pour le pilotage de ces automates et l'adaptation de l'alimentation en fonction des performances passées de chaque porc. Cet outil comprend des méthodes d'analyse dynamique des performances (poids, ingestion) à affiner.

Les nombreuses données produites par les capteurs utilisés en élevage de précision sont donc à la base d'outils d'aide à la décision pour les éleveurs. Les informations produites à partir de ces données doivent être délivrées en nombre et qualité pertinents pour éviter la surcharge d'informations inutiles (fausses alertes, détails non interprétables). Outre la rentabilité des technologies employées, cette pertinence et l'accessibilité des outils d'aide à la décision conditionneront l'adhésion des éleveurs et l'implantation de l'élevage de précision.

## RÉFÉRENCES

*Dourmad JY, Etienne M, Valancogne A, Dubois S, van Milgen J and Noblet J 2008. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of sows. Animal Feed Science and Technology 143, 372-386.*

*Hostiou N, Allain C, Chauvat S, Turlot A, Pineau C, Fagon J 2014 L'élevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs ? INRA Productions Animales 27, 113-122*

*van Milgen J, Valancogne A, Dubois S, Dourmad JY, Sève B and Noblet J 2008. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. Animal Feed Science and Technology 143, 387-405.*