



INNOVEZ AVEC L'INRA SUR...



#GÉNÉTIQUE ANIMALE

GÉNÉTIQUE ANIMALE

**INNOVER POUR L'AMÉLIORATION ET LA GESTION DURABLE
DES POPULATIONS ANIMALES D'ÉLEVAGE**



Changeement global et transition agro-écologique d'une part, modifications des modes alimentaires et attentes du consommateur et du citoyen en matière de qualité des produits et de bien-être animal d'autre part, induisent des évolutions fortes des systèmes d'élevage. Face aux défis à relever (réduction des intrants et de l'empreinte environnementale, plus grande robustesse face aux aléas, évolution des pratiques d'élevage), l'amélioration génétique des populations animales constitue un levier majeur pour la (re) conception de systèmes d'élevage diversifiés, s'inscrivant dans un objectif de multiperformance environnementale, sociale, sanitaire et économique. L'Inra développe en génétique animale des recherches de renommée internationale, de la production de connaissances sur les génomes à la conception de méthodes de sélection performantes et limitant l'érosion de la variabilité génétique. Ces travaux mobilisent des compétences disciplinaires multiples, qui sont mises au service de notre domaine d'innovation.



Edwige Quillet,
cheffe du département
Génétique Animale

Génétique animale

L'essor de la génomique, de l'informatique et de la bioinformatique révolutionne nos capacités d'exploration de la variabilité génétique. Couplés à une description approfondie des caractères (phénotypage haut débit par biologie moléculaire et/ou capteurs), ces outils renouvellent les méthodes de préservation, de gestion et de sélection des populations d'élevage.

Explorer les génomes, gérer le Big Data

Les avancées biotechnologiques et informatiques permettent d'acquérir des données de génotypage et de séquençage haut débit à très grande échelle, au service de l'analyse de la variabilité des caractères et de l'amélioration génétique.

> Séquençage des génomes

Des innovations technologiques pour approfondir la connaissance des génomes et des épigénomes des animaux ainsi que de leur flore microbienne.

Ex : L'unité de service GeT-PlaGe offre une expertise de pointe dans l'utilisation des technologies de séquençage de longs fragments d'ADN, pour valoriser la diversité des populations animales et végétales.

#polymorphismes #variants #gènes

240 millions

de ruminants identifiés
et leurs milliards de performances
collectées en ferme conservées au
CTIG depuis sa création

> Big Data pour la génétique

Des bases de données et des plateformes de calcul pour stocker, sécuriser et mobiliser des volumes importants de données génotypiques, génomiques et phénotypiques haut-débit.

Ex : Créé en 1970, alimenté par plus de 200 organismes, le Centre de Traitement de l'Information Génétique (CTIG), est le premier « Big Data » mutualisé dédié à l'amélioration génétique des animaux.

#big data #base de données

Acquérir des phénotypes innovants

En lien avec le Domaine d'innovation « Elevage sur mesure », nous développons des outils de phénotypage pour décrire finement les caractères ou réaliser des mesures sur de grands effectifs.

> Phénotypage en unités expérimentales

Un dispositif expérimental pour le recueil de performances individuelles en conditions contrôlées, en métropole et en zone tropicale.

Ex : Pour explorer les bases génétiques de la résistance à la chaleur chez le porc, le projet ANR PigHeaT a étudié des animaux issus d'un croisement entre porcs créoles et porcs européens, élevés en parallèle en métropole et en zone caribéenne (Unité PTEA).

#expérimentation #phénotypage

En 2018, GeT-PlaGe
a séquençé plus de

83 Térabases

de données pour
270 projets de recherche

> Expression et régulation des génomes

Une palette de techniques de séquençage et de méthodes bioinformatiques pour cartographier les éléments fonctionnels des génomes et comprendre leur fonctionnement.

Ex : L'Inra est membre du consortium international FAANG (Functional Annotation of ANimal Genomes) et porte dans ce cadre le projet pilote FR-AgENCODE.

#épigénétique #annotation fonctionnelle

Le projet AquaExcel²⁰²⁰,
coordonné par l'Inra
regroupe

39

infrastructures aquacoles
d'excellence
de 12 pays européens

> Des outils de phénotypage en élevage

Des outils diversifiés: capteurs, imagerie, automatismes, et biomarqueurs prédictifs pour la recherche et les professionnels de l'élevage.

Ex : Le projet CASDAR Miellée a pour objectif d'automatiser la pesée des ruches pour surveiller leur santé et optimiser la production de miel.

#biomarqueurs #automatisation

> Des ressources génétiques originales pour explorer les caractères

Des modèles murins et des lignées divergentes pour la plupart des espèces de rente.

Ex : Des lignées de truites « végétariennes » pour limiter l'emploi d'huiles et de farines de poisson, des lignées de poulets sélectionnés sur l'efficacité digestive pour diminuer la compétition entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine.

#modèles animaux

➤ Identifier les déterminants de la variabilité génétique

L'analyse intégrée des données, qui prend en compte les facteurs liés à l'animal, son histoire de vie et son environnement d'élevage, permet de décrire l'élaboration des phénotypes et d'identifier les mutations responsables de leur variabilité.

> Méthodologie génétique et statistique

Des spécialistes en modélisation, en bioinformatique et biostatistique, en génomique des populations et en génomique structurale et fonctionnelle pour l'analyse et l'interprétation de données massives et hétérogènes.

Ex : La modélisation génétique des caractères intègre les particularités statistiques de performances enregistrées en continu (courbes d'ingestion, de production laitière...) dans la prédiction du potentiel génétique des individus.

#modélisation statistique

> Nouveaux caractères

Une analyse multicritère et la prise en compte de l'information sur le microbiote individuel pour viser la multiperformance (efficacité, santé, robustesse, comportement).

Ex : L'Inra coordonne le programme européen Smarter pour améliorer conjointement l'efficacité et la résilience des petits ruminants.

#agroécologie

➤ Le projet Smarter exploite les performances de plus de

500 000

ovins et caprins de 13 pays différents

➤ Caractériser, gérer et améliorer les populations animales

Dans chaque filière, en interaction avec les acteurs professionnels, nous apportons l'information, les méthodes et les outils pour sélectionner et gérer au mieux les populations animales.

> Diversité des populations

Des travaux sur le polymorphisme des séquences génomiques, la recombinaison chromosomique et les traces de sélection pour caractériser la diversité et l'histoire des populations.

Ex : Le projet ADAPMap, coordonné par l'Inra, révèle l'histoire adaptative (évolution, domestication) des populations de chèvres dans le monde.

#histoire des populations #ressources génétiques

> Sélection et gestion génomique des populations

Des compétences méthodologiques pour améliorer l'évaluation génomique des reproducteurs (effets génétiques non additifs, croisement ou interactions génotype-milieu) ; des stratégies de gestion optimisée de la variabilité génétique, conciliant progrès génétique et préservation de la diversité.

Ex : Depuis 2010, la société Valogene diffuse les résultats des évaluations génomiques bovines laitières conçues par l'Inra.

#sélection génomique #schémas de sélection

> Multiperformance et diversité des agricultures

Mobiliser les leviers de la génétique au service de la diversité des systèmes d'élevage et de l'agroécologie pour un élevage pérenne et créateur de valeur ajoutée dans les territoires.

Ex : L'Inra a créé la plateforme Porganic, élevage expérimental de porcs conduit selon le cahier des charges de l'agriculture biologique (BIO).

#diversité des systèmes d'élevage



La politique de l'innovation à l'Inra



Philippe Mauguin,
Président-directeur général

L'Institut renouvelle le dialogue avec ses parties prenantes pour contribuer activement à des chemins d'innovation. Nous sommes à une étape charnière : des transitions agricole, alimentaire, écologique ou énergétique sont nécessaires pour permettre à nos sociétés de vivre mieux et de façon plus durable. Par sa couverture thématique et disciplinaire, l'Inra est un organisme de recherche finalisée unique au monde, qui a de nombreux atouts pour proposer des innovations de rupture et accompagner les transitions.

➤ S'ouvrir à une large diversité de partenaires incluant les associations (consommateurs, patients, citoyens...), les PME, les start-up, les nouveaux acteurs du numérique, les réseaux d'agriculteurs...

➤ Co-construire des projets pluridisciplinaires orientés vers l'innovation

16 DOMAINES D'INNOVATIONS

- Agriculture et alimentation en ville
- Agriculture numérique
- Alimentation sur mesure
- Arbres-Forêt
- Biocontrôle
- Bioraffinerie et produits biosourcés
- Construction des qualités des aliments
- Eaux, sols, effluents
- Élevage sur mesure
- Financements des services environnementaux rendus par l'agriculture et la forêt
- Génétique animale
- Innovations pour la santé en élevage
- Micro-organismes sources d'innovation pour l'alimentation et la santé de l'Homme et des animaux
- PlantInnov
- Protéines pour l'alimentation humaine et animale
- Transition agroécologique des systèmes alimentaires

NOTRE OFFRE DE RECHERCHE-INNOVATION



1 Antilles-Guyane



- Plateforme Tropicale d'Expérimentation sur l'Animal : polyculture-élevage; valorisation des races créoles bovines, ovines, caprines et porcines; résistance à la chaleur et au parasitisme
- Centre de Ressources Biologiques ACS : conservation *ex situ* de ressources animales et microbiennes

2 Artiguères



- Unité Expérimentale Palmipèdes à Foie Gras : comportement et efficacité alimentaire chez les palmipèdes à foie gras, biomarqueurs de la stéatose hépatique

3 Bourges



- Domaine Expérimental Bourges-La Sapinière : études génétiques sur ovins et caprins (alimentation, santé, qualité), halle de phénotypage haut-débit

4 Clermont-Ferrand



- GENTYANE : Plateforme de génotypage et de séquençage

5 Jouy-en-Josas



- Centre de Traitement de l'Information Génétique : gestion des données zootechniques et des pedigree, plateforme de calcul



- Installation expérimentale porcine (GABI) : lignée MELIM pour l'étude du mélanome cutané



- SAAJ Sciences de l'Animal et de l'Alimentation Jouy : lapins et petits ruminants, épigénétique, reproduction



- Centre de Ressources Biologiques Animales (échantillons animaux et microbiotes associés) de l'infrastructure RARE; plateforme associée de génomique et microgénomique iBRIDGE



- IERP Infectiologie Expérimentale des Rongeurs et Poissons: infectiologie, imagerie, production de lignées caractérisées

6 Le Pin-au-Haras



- Domaine Expérimental du Pin : phénotypage des bovins laitiers et allaitants, systèmes herbagers, efficacité alimentaire, santé animale

7 Rennes



- Unité Expérimentale Porc de Rennes : génétique, alimentation, qualité des produits, physiologie et métabolisme, miniporcs

8 Roquefort-sur-Soulzon



- Domaine Expérimental de La Fage : ovins allaitants sur parcours intégral et brebis laitières Lacaune, lignées sélectionnées (résistance aux mammites, persistance laitière, comportements sociaux)

9 Sizun



- PEIMA Pisciculture Expérimentale Inra des Monts d'Arrée : transition alimentaire vers produits végétaux, résistance aux maladies, qualité de la chair ; ressources génétiques et lignées isogéniques (salmonidés)

10 Surgères



- GenESI Génétique, Expérimentation et Systèmes Innovants : études génétiques chez le porc (adaptation, qualités maternelles, comportement, qualité), lignées sélectionnées pour l'efficacité alimentaire, Plateforme bio Porganic

11 Toulouse



- Domaine expérimental de Langlade et Auzeville : études génétiques chez le lapin (efficacité alimentaire, qualités maternelles) et les ovins (reproduction et aptitudes maternelles)



- GeT-PlaGe Génome et Transcriptome : génotypage, expression de gènes, séquençage de génomes complexes ; base de données et analyses biostatistiques en lien avec GenoToul Bioinfo



- CATI SICPA Centre Automatisé du Traitement de l'Information Systèmes d'Informations et Calcul pour le Phénotypage Animal : automatismes pour le phénotypage, bases de données (acquisition, systèmes d'information)



- SIGENAE Système d'Information des GENomes des Animaux d'Elevage : Plateforme de bioinformatique et de biostatistique pour l'analyse des génomes animaux

12 Tours



- PEAT Pôle d'Expérimentation Avicole de Tours : poules et cailles, lignées sélectionnées (efficacité alimentaire et digestive, résistance aux pathogènes, comportement)



- PFIE Plateforme d'Infectiologie Expérimentale : infectiologie, télémétrie de la température, imagerie en confinement, poussins axéniques, analyses hématologiques et biochimiques (toutes espèces).

LES BELLES HISTOIRES...

↳ La nouvelle station porcine de phénotypage

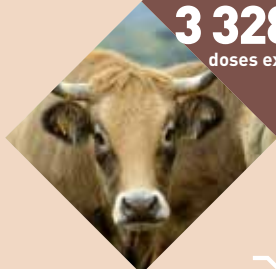
La station porcine de phénotypage du Rheu, pilotée par l'Inra et France Génétique Porc, joue un rôle central pour la filière porcine. Elle permet aux équipes de recherche de conduire des travaux sur la compréhension et la maîtrise des fonctions biologiques, et aux entreprises de sélection d'intégrer rapidement les nouveaux outils pour répondre aux besoins de la filière.

« L'Inra, l'IFIP et les organisations de sélection membres de FGporc ont un partenariat de longue date. La construction de la station de phénotypage du Rheu, financée par FGporc, a permis de donner une autre dimension à ce partenariat en se dotant d'un outil performant au bénéfice mutuel des trois partenaires » Jean-Pierre Bidanel, directeur de recherches, Inra

Environ
100 000
personnes travaillent
dans la filière porcine
en 2014



En 2016,
7 080 185
inséminations bovines
en France et
3 328 326
doses exportées



↳ GenEval : une structure professionnelle créée fin 2017 pour l'évaluation génétique des ruminants

Durant 50 ans, l'Inra a réalisé l'évaluation génétique des reproducteurs chez les ruminants. À la mise en application du Règlement Zootechnique Européen, l'Inra a transféré les procédures de calcul des index à GenEval, qui réalise désormais les évaluations. Geneval bénéficie de l'expertise et des outils que l'Inra continue à développer et le CTIG poursuit sa mission de gestion de la base zootechnique nationale.



↳ Prédilection génétique aux mammites : un gène majeur identifié

Une analyse génétique chez la brebis laitière a permis d'identifier la modification d'un acide aminé de la protéine SOCS2 qui prédispose les animaux à des inflammations mammaires plus sévères. L'étude de la mutation responsable permet de mieux comprendre les mécanismes de résistance à l'infection. Son utilisation pour la sélection génomique chez la brebis laitière devrait accélérer la réduction de la fréquence des mammites.

« Cette découverte et ses applications sont le fruit d'une collaboration inter-disciplinaire très riche et de longue date entre généticiens, immunologistes, bio-informaticiens et acteurs de la sélection » Rachel Rupp et Gwenola Tosser-Klopp, directrices de recherche à GenPhySE, Inra

1^{ère}

Les mammites
sont la première
cause d'utilisation
d'antibiotiques chez
les ruminants



4 fois plus
de chevaux de sport
depuis 30 ans



↳ Améliorer la longévité du cheval de sport : le projet LIFE

Financé par l'Institut Français du Cheval et de l'Équitation, le fonds Eperon et l'Inra, ce projet a pour objectif d'identifier des caractères mesurables précocement et à grande échelle et génétiquement liés à la longévité sportive. Les chercheurs mettent en œuvre les méthodes de phénotypage les plus avancées (analyses biologiques, accélérométrie, morphométrie, thermographie, évaluation du bien-être) et les combinent aux performances en concours d'élevage pour prédire et améliorer la robustesse et la longévité des chevaux.

« La conjugaison de la puissance des multiples données de compétition recueillies historiquement par les fédérations sportives et de la précision des mesures de terrain nous permettra d'assurer au cheval une longue carrière sportive en bonne santé » Anne Ricard chercheuse, Inra/IFCE



CONTACTS POUR LE DOMAINE D'INNOVATION

↳ **Hervé GARREAU**
herve.garreau@inra.fr
+33 (0)5 61 28 54 40



↳ **Didier BOICHARD**
didier.boichard@inra.fr
+33 (0)1 34 65 21 81

