

**Carnot France Futur Élevage**  
Votre partenaire d'innovation R&D  
pour un élevage durable et responsable

# Rapport d'activités 2020



**France  
Futur  
Élevage**

# Sommaire

## 5. Les Carnot, un label d'excellence

Un réseau de 39 instituts  
Carnot engagés pour  
l'innovation des entreprises

## 6. Le Carnot France Futur Élevage

La recherche pour les  
entreprises des domaines  
Agri-Agro

### 7. Nos engagements

### 7. Un réseau étendu à l'ensemble de nos tutelles

## 9. Actualités 2020

Du Carnot France Futur Élevage

### 9. Renouvellement du label Carnot

### 9. Rapprochement du Carnot France Futur Élevage avec le CEA Leti

### 9. Des installations expérimentales ouvertes aux partenariats

### 11. Des accords cadre pour renforcer les liens avec les acteurs socio-économiques

### 11. Prix et distinctions

### 12. Zoom sur BIRD-e

### 13. Evènements

## 14. Résultats marquants

De l'année 2020

### 18. Zoom sur les résultats du projet Européen Mitecontrol

## 19. Collaborations gagnantes

Carnot / entreprise

### 21. Création d'entreprise

## 23. Ressourcement scientifique

Appels à projets

### 23. Appel à projets interne France Futur Élevage

### 26. Appel à Projets conjoints

## 28. Projets innovants en 2020

Construire l'avenir avec les entreprises

## 31. Recherche partenariale

Les chiffres en 2020

# Édito

L'année 2020, marquée par une crise sanitaire sans précédent, a challengé les capacités de résilience et d'adaptation des entités du Carnot France Futur Élevage. Les scientifiques du Carnot experts en virologie, immunologie et diagnostic ont mis leurs compétences à contribution dans l'effort collectif contre la pandémie, avec une grande réactivité, confirmant l'intérêt des approches interdisciplinaires « One Health », à l'interface entre santé animale, santé humaine et santé environnementale. Plusieurs projets de recherche mettant à profit les compétences sur les coronavirus animaux et les modèles animaux ont vu le jour afin de mieux comprendre la physiopathologie du SARS-CoV-2 et développer des stratégies de lutttes et de prévention contre ce virus.

Côté des filières d'élevage, le confinement généralisé en Europe pour lutter contre l'épidémie de COVID-19 a eu un impact très fort sur les productions des produits issus de l'élevage et sur les chaînes alimentaires (effondrement de la demande en restauration hors domicile, achats chaotiques des ménages et débouchés au grand export très perturbés et incertains...). Dans ce contexte épidémique, les experts des instituts techniques agricoles (ITA) membres du Carnot France Futur Élevage ont suivi au plus près l'évolution – notamment économique – de la situation des filières d'élevage et mettent à disposition des entreprises, organisations professionnelles, coopératives et acteurs du domaine des productions animales, leur expertise pour les aider dans l'élaboration de nouvelles stratégies d'action.

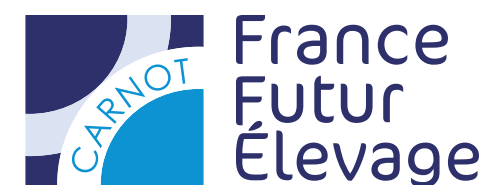
La crise COVID a montré à quel point les épidémies touchent tous les aspects de notre vie : la santé, bien-sûr, mais aussi toute notre organisation sociale et économique. Malgré le contexte et la fermeture des laboratoires pendant quelques mois, acteurs académiques du Carnot France Futur Élevage et entreprises du secteur ont continué à œuvrer ensemble pour relever les défis de la crise sanitaire et répondre aux multiples enjeux auxquels font face l'ensemble des filières animales, parmi lesquels : garantir le bien-être des animaux et des éleveurs, limiter l'impact environnemental des élevages, soutenir les éleveurs dans la transition numérique, garantir la sécurité sanitaire des denrées alimentaires.

En 2020, l'activité de recherche partenariale n'a pas faibli, avec un chiffre d'affaires de 13 M€ réalisé par le Carnot France Futur Élevage, et le besoin d'un élevage durable et responsable s'en ressent d'autant plus après cette crise.

Ensemble construisons une offre d'innovation à haute valeur ajoutée !

Fanny Wacquet, Tiffany Gambarà,  
Bruno Latgé, Latifa Najar  
et Muriel Vayssier-Taussat

L'équipe de direction  
du Carnot France Futur Élevage



# Les Carnot, un label d'excellence

Un réseau de 39 instituts Carnot  
engagés pour l'innovation des entreprises

Le label «Institut Carnot» distingue les équipes de recherche publiques (centres de recherche, universités, écoles d'ingénieurs, centres techniques) très engagées et expérimentées dans les partenariats pour l'innovation avec les entreprises. Il est attribué pour 4 ans par le M.E.S.R.I.



39  
INSTITUTS  
CARNOT

20%  
DES EFFECTIFS  
de la recherche  
publique

55%  
DE LA R&D financée  
par les entreprises à la  
recherche publique française

## Les engagements Carnot

- **Excellence scientifique**
- **Professionalisme** de la relation partenariale
- **Haut niveau** de recherche partenariale et de transfert pour les entreprises
- **Respect des exigences de la Charte Carnot** pour garantir la satisfaction des partenaires, avec notamment : confidentialité / propriété intellectuelle équilibrée / accès facilité aux compétences scientifiques et plateformes technologiques.
- **Anticipation des besoins des marchés** : à l'écoute des entreprises, chaque Carnot intègre dans sa stratégie de recherche les besoins industriels et les défis de recherche associés.
- **Réponses adaptées et réactivité** tout au long du projet de l'entreprise.
- **Mobilisation d'un réseau** aux compétences pluridisciplinaire.

Garantie  
de la qualité  
de la relation  
partenariale

la recherche  
— pour —  
l'innovation  
— des —  
entreprises

Guichet  
vers la  
recherche  
publique  
agro-  
vétérinaire

Synergie  
d'un réseau  
multi-  
disciplinaire



# Le Carnot France Futur Élevage

## La recherche pour les entreprises des domaines Agri-Agro

France Futur Élevage construit avec les acteurs du secteur de l'élevage une offre d'innovation à haute valeur ajoutée pour répondre aux enjeux de l'élevage de demain.

France Futur Élevage réunit les expertises des acteurs académiques de la recherche agro-vétérinaire de visibilité mondiale et le savoir-faire expert en R&D de trois instituts techniques agricoles leaders internationaux des services à l'élevage:



## 4 axes de recherche pour répondre aux enjeux de l'élevages

De l'échelle de l'individu au territoire et à la filière de production, France Futur Élevage développe des connaissances et des compétences de R&D sur 4 axes

### Améliorer LES PRATIQUES D'ÉLEVAGE

Élevage de précision et agroéquipements  
Efficience des systèmes d'élevage : qualité, quantité et durabilité de la production  
Nouveaux modes de production agricole agroécologiques



### Améliorer LES STRATÉGIES DE SÉLECTION GÉNÉTIQUE ET DE REPRODUCTION

Variabilité et déterminants des phénotypes  
Amélioration génétique et gestion des populations animales  
Maîtrise de la reproduction



### Améliorer LA PRÉVENTION, LA DÉTECTION ET LA GESTION DES MALADIES DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE

Nouvelles solutions médicamenteuses  
Alternatives aux solutions médicamenteuses et biocontrôle animal  
Diagnostic  
Technologies pour la santé  
Gestion sanitaire



### Comprendre LES DÉTERMINANTS DES ÉVOLUTIONS SOCIO-ÉCONOMIQUES DE L'ÉLEVAGE

Acceptabilité de l'élevage : controverses et attentes des éleveurs, des consommateurs et de la société  
Attractivité des métiers liés à l'élevage  
Études et prospectives socio-économiques  
Attentes des transformateurs et distributeurs



## En quelques Chiffres



350

Contrat avec des  
partenaires privés

13 Mk€

Chiffre d'affaire avec  
des partenaires privés



1300

Chercheur.euse.s

<170

Doctorant.e.s

47

Thèses Cifre

900

Publications  
de rang A

## Nos membres, sur le territoire



15

Unités mixtes  
de recherche

1

Unités expérimentale

3

Instituts techniques

## Nos engagements



France Futur Élevage est certifié ISO 9001/2015 pour ses bonnes pratiques de contractualisation en matière de recherche partenariale et de propriété intellectuelle



CONFIDENTIALITÉ  
DES ÉCHANGES



TRANSFERT DES  
RÉSULTATS OPTIMISÉS



POLITIQUE  
DE PROPRIÉTÉ  
INTELLECTUELLE CLAIRE



FACILITÉ  
DE NÉGOCIATION ET DE  
CONTRACTUALISATION

## Un réseau étendu à l'ensemble de nos tutelles

Au sein d'un second cercle d'entités, France Futur Élevage associe les compétences en productions animales de l'ensemble des équipes de ses tutelles. Il apporte ainsi une ouverture vers l'ensemble des forces de recherche de ses tutelles et de leurs partenaires publics.

### UMR et UE invitées des tutelles de France Futur élevage

#### Bretagne

- UMR 1348 Physiologie, Environnement et Génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage
- Institut de l'Élevage
- Institut du Porc
- Institut Technique de l'Aviculture, de l'Aquaculture, de la Cuniculture

#### Pays de la Loire

- UMR 1300 Biologie Épidémiologie et analyse de Risque en santé animale
- Institut de l'Élevage
- Institut Technique de l'Aviculture, de l'Aquaculture, de la Cuniculture

#### Nouvelle Aquitaine

- UMR 1419 Nutrition, Métabolisme, Aquaculture
- Institut de l'Élevage
- Institut Technique de l'Aviculture, de l'Aquaculture, de la Cuniculture

#### Occitanie

- UMR 1225 Interactions Hôtes-Agents Pathogènes
- UMR 1331 Toxicologie Alimentaire
- UMR 1388 Génétique Physiologie et systèmes d'Élevage
- UMR 1309 Animal, Santé, Territoires, Risques et Écosystèmes
- Institut de l'Élevage

#### Ile de France

- UMR 0892 Virologie et Immunologie Moléculaires
- UMR 1198 Biologie et reproduction, Environnement, Épigénétique et Développement
- UMR 1313 Génétique Animale et Biologie Intégrative
- Institut de l'Élevage
- Institut du Porc
- Institut Technique de l'Aviculture, de l'Aquaculture, de la Cuniculture

#### Centre Val de Loire

- UMR 0083 Biologie des Oiseaux et Aviculture
- UMR 0085 Physiologie de la Reproduction et des Comportements
- UMR 1282 Infectiologie et Santé Publique
- UE 1277 Plateforme d'Infectiologie Expérimentale
- Institut Technique de l'Aviculture, de l'Aquaculture, de la Cuniculture

#### Auvergne-Rhône-Alpes

- UMR 1213 Herbivores
- Institut de l'Élevage

# Actualités 2020

## Du Carnot France Futur Élevage

### Renouvellement du label Carnot

Les membres du Carnot France Futur Élevage ont vu leur label Carnot renouvelé pour un nouveau mandat de 4 ans, de 2020 à 2023. Aux côtés de 39 autres structures de recherche, le Carnot France Futur Élevage s'inscrit parmi les lauréats de l'appel à labellisation lancé en juin 2019 par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### Rapprochement du Carnot France Futur Élevage avec le CEA Leti

Afin de renforcer leurs offres de compétences et de co-développer des innovations pour l'élevage de précision, un rapprochement a été initié entre les deux Carnot France Futur Élevage et CEA LETI.

Le Financement du projet Ammon'AVI visant à la mise au point d'un capteur innovant afin d'améliorer la fiabilité des mesures de concentration en Ammoniac en élevage, a permis de confirmer la pertinence de cette association.

Puis l'organisation d'un webinaire commun, le 29 Septembre 2020 a permis de préciser les enjeux de l'élevage de précision et de présenter les possibilités de développement technologique du Carnot CEA LETI. Deux axes thématiques ont été identifiés lors de cette première journée d'échange, et des groupes de travail sur chacune d'elle ont été mis en place :

- Suivi des animaux d'élevage
- Méthodes de détection et diagnostic précoce

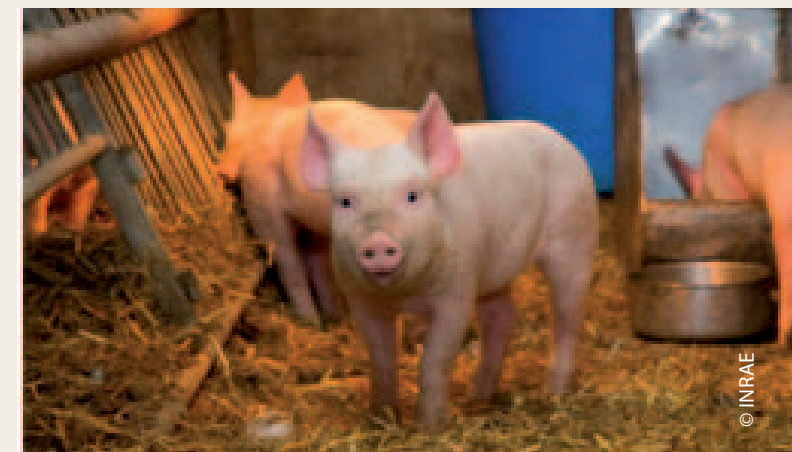
Ces groupes de travail ont permis d'identifier une dizaine de projets communs à fort potentiel de partenariats et ont confirmé la nécessité de reconduire un AAP conjoint entre les deux Carnot en 2021.

### Des installations expérimentales ouvertes aux partenariats

#### La station expérimentale de Romillé, IFIP - Institut du porc évolue pour répondre aux nouveaux enjeux de la filière porcine

La station porcine IFIP est un outil privilégié de R&D pour concevoir et déployer des solutions, valider leur intérêt et proposer des outils fonctionnels. En 2020, la station a fait peau neuve avec 3 objectifs :

- Améliorer la biosécurité et le bien-être animal, avec notamment des maternités en liberté, un SAS pour désinfecter le matériel à l'entrée des bâtiments...
- Améliorer l'économie, en maîtrisant notamment l'alimentation, clé de l'équilibre économique de l'exploitation
- Renforcer le numérique, notamment grâce à l'acquisition et le traitement des données de traçabilité, de suivi des performances et du bien-être animal, de réduction des intrants...







## Inauguration du nouveau Centre d'Innovation et de Recherche sur la production de viande rouge issue du troupeau laitier (CIRBEEF)

Le 26 août 2020 a eu lieu l'inauguration du CIRBEEF sur le site de la ferme d'innovation et de recherche des Bouviers, située à Mauron (56).

Conduite depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2019 par l'Idel, et historiquement centrée sur la production de viande rouge issue du troupeau laitier et allaitant, cette inauguration concrétise le projet, soutenu par la profession, de créer un site consacré au devenir des veaux laitiers et plus largement à la viande issue du troupeau laitier.

La création de valeur ajoutée pour les éleveurs et leurs filières, l'augmentation de la part de viande française en RHF, mais aussi la valorisation de l'herbe dans les rations des animaux ainsi que la réponse aux attentes sociétales (environnement et bien-être animal) sont au cœur des essais mis en oeuvre.

## Porganic : un dispositif expérimental INRAE pour des recherches en production porcine biologique en région Nouvelle-Aquitaine

Porganic est un dispositif expérimental conçu par INRAE pour conduire des recherches sur l'élevage porcin biologique, avec le soutien financier de l'Europe et de la Région Nouvelle-Aquitaine. Premier dispositif expérimental en France sur l'élevage porcin biologique en bâtiments, il a vocation à accélérer les recherches sur les systèmes d'élevage porcin et accompagner le développement de cette filière.

Plusieurs projets expérimentaux ambitieux ont d'ores et déjà commencé dans ce nouveau dispositif ou sont prévus à court et moyen termes. Ils s'inscrivent dans des programmes de recherches lauréats de financements régionaux, nationaux ou européens, ce qui souligne la pertinence des sujets traités et les attentes en terme de résultats. Des recherches sur la génétique, la reproduction, l'alimentation, la santé, le comportement des animaux et la qualité des produits sont prévues.

## Des accords cadre pour renforcer les liens avec les acteurs socio-économiques

### Convention cadre INRAE ADISSEO

Avec une vision commune des enjeux agricoles et alimentaires, INRAE et ADISSEO collaboraient depuis plusieurs années sur des projets de recherche. Afin de structurer leurs collaborations scientifiques, les deux entités ont signé une convention cadre en juillet 2020. D'une durée de 5 ans, cet engagement vise à collaborer dans les domaines de la nutrition et de la santé animale avec pour objectif de partager et développer des systèmes alimentaires sains et durables.



### Olmix et INRAE

La filière de valorisation des algues marines est en pleine expansion. En effet, de par la haute qualité nutritionnelle des algues et leur richesse en molécules bioactives, celles-ci sont potentiellement utilisables tant dans le domaine de l'alimentation humaine et animale que dans le domaine de la nutrition et de la santé des plantes. Depuis 2012, un partenariat de recherche suivi et fructueux a été mis en place entre Olmix et INRAE. En février 2020, une première convention-cadre a été signée entre les deux organismes afin de consolider leurs collaborations dans les domaines de la nutrition, de la santé animale et de l'environnement avec l'objectif partagé de développer des systèmes agricoles alimentaires durables et économiquement viables.

« Ce contrat-cadre est à la fois la reconnaissance de notre travail avec INRAE et une incitation à le renforcer. Depuis 20 ans, Olmix développe des solutions algo-sourcées avec un objectif : rendre économiquement viable des solutions pour les agriculteurs qui permettent de produire une alimentation saine et durable ». Hervé Balusson, PDG d'Olmix



## Prix et distinctions

### Un Innov'Space

#### COHÉSİM

L'outil web Cohésim mis au point par l'IFIP a reçu un Innov'Space\* au Space 2020. Cet outil est conçu pour les éleveurs de porc afin de les éclairer dans leur prise de décision et optimiser la conduite de leur élevage. Il propose une analyse technique de l'occupation et du chargement des bâtiments porcins. La rentabilité des leviers d'action disponibles en élevage est analysée via des simulations permettant de choisir une éventuelle restructuration de l'élevage sur la base d'options techniques chiffrées.

Cette innovation est à découvrir lors du SPACE 2021 sur la Maison du Porc, notamment le Mardi 14 septembre après midi pour une démo de l'outil en ligne.



### Médaille Dufrenoy

#### ÉLISE BORDET

Elise Bordet a été récompensée de la médaille d'argent Dufrenoy de l'Académie d'agriculture de France pour ses travaux de thèse effectués au sein de l'unité Virologie et Immunité Moléculaire (VIM), du centre INRAE d'Île-de-France-Jouy-en-Josas-Antony. Sa thèse portait sur l'analyse des perturbations de la réponse immunitaire innée et humorale induites chez le porc par le virus du syndrome dysgénésique et respiratoire.





## Zoom sur BIRD-e

### La mangeoire connectée, mise à l'honneur au Salon international de l'agriculture 2020

L'aliment représente une part prépondérante des coûts de production des volailles. La consommation et l'efficacité alimentaire sont des éléments clés en termes de rentabilité de la production. L'efficacité alimentaire dépend à la fois du potentiel génétique des animaux, des caractéristiques de l'aliment et de leur interaction. Elle est généralement évaluée par l'indice de consommation, qui est le ratio entre la quantité d'aliment consommée et la quantité de viande produite. Pour la mesurer, il est impératif de disposer des données individuelles de croissance et de consommation alimentaire des animaux. Pour réaliser ces mesures en condition d'élevage, les chercheurs du Carnot France Futur Élevage (UMR BOA, ITAVI) et leurs partenaires de l'UMT BIRD ont développé une mangeoire électronique permettant ces mesures dès l'âge de 3 jours. L'automate mis au point comprend 8 accès indépendants à l'aliment et permet d'enregistrer les données sur 100 à 120 animaux. L'animal est détecté par l'automate au moyen d'une puce électronique, placé sur son cou. À chaque visite, la consommation, le poids de l'animal, l'heure et la durée de la visite sont enregistrés, permettant non seulement des études d'efficacité alimentaire, mais également de comportement alimentaire sur des volailles identifiées et élevées en groupe et au sol, de la naissance à l'âge adulte.

La transition vers des systèmes avicoles plus agro-écologiques implique d'une part de mettre au point des régimes limitant la concurrence entre homme et animal et intégrant plus de matières premières locales, et d'autre part d'améliorer par la sélection génétique la capacité des animaux à valoriser les aliments formulés pour répondre à ces exigences.

Cette mangeoire ouvre donc de vastes perspectives pour les études de nutrition animale et permettra de revisiter les méthodes de sélection de l'efficacité alimentaire, pour améliorer la durabilité de la production avicole.



#### CONTACTS SCIENTIFIQUES

Sandrine GRASTEAU  
sandrine.grasteau@inrae.fr  
Éva PAMPOUILLE  
pampouille@itavi.asso.fr



## Evènements

L'année 2020 a été marquée par  
l'apparition des évènements digitaux

### SIA 2020

Atelier Partenariats et Innovations  
28 Février

### Journées de la Recherche Porcine

4 et 5 février

### Journée du Cluster Biocontrôle

5 mai 2020

### Les rendez-vous Carnot 2020

18 et 19 novembre



### VétoTIC

Le digital pour la santé animale  
24 novembre



### 3R 2020

Une 25<sup>ème</sup> édition au plus près  
des grands enjeux des filières animales  
2 et 3 décembre 2020



### Webinaire AgroTIC

Numérique et bien-être en élevage  
4 décembre 2020



### Biofit

Du 7 au 10 décembre 2020





# Résultats marquants

De l'année 2020

## PCLS, Precision Cut Lung Slice

**Mise au point d'une technique innovante pour examiner les interactions hôte-pathogènes dans le poumon de poulet**

Une technique de découpe de précision de poumon de poulet (PCLS, pour Precision Cut Lung Slice) a été mise au point par des chercheurs de l'UMR ISP et du Roslin Institute.

Ce modèle couplé à des techniques d'imagerie en fluorescence (microscopie confocale) permet de visualiser, en trois dimensions, la microstructure du poumon de poulet afin de mieux comprendre les interactions des virus ou des bactéries avec le tissu pulmonaire.

Cette technique permet de générer des centaines d'échantillons minces, maintenus viables en culture, à partir d'un seul organe. Cela permet à la fois de réduire les erreurs expérimentales en générant un grand nombre de répétitions, et également de réduire le nombre d'animaux requis pour tester une hypothèse, répondant ainsi au principe des 3R (Réduire le nombre d'animaux en expérimentation, Raffiner : améliorer le bien-être animal, Remplacer ou éviter l'utilisation d'animaux).

Ce modèle de tissu 3D reflète fidèlement le microenvironnement naturel des voies respiratoires et reste viable plusieurs semaines, ce qui permet de suivre les effets d'un traitement ou d'une infection au cours du temps sur un même tissu.

Le poumon est un organe très important pour la recherche sur les maladies des volailles. En effet, Les voies respiratoires chez les oiseaux sont une voie d'entrée courante pour de nombreux agents pathogènes, dont les virus de l'influenza aviaire. De plus, l'industrie de la volaille produit régulièrement des vaccins à pulvériser ou en aérosol pour immuniser de manière efficace et rentable un grand nombre d'oiseaux.

Ainsi, ce PCLS de poulet adulte fournit un bon modèle pour simuler la réactivité des organes vivants et le comportement des cellules en présence d'agents pathogènes, en vue de développer de nouvelles thérapies et de nouveaux adjuvants vaccinaux.



### CONTACT SCIENTIFIQUE

Rodrigo GUABIRABA-BRITO, UMR  
Infectiologie et Santé Publique (ISP)  
Rodrigo.Guabiraba-brito@inrae.fr

## Une méthode pour évaluer l'intérêt des extraits de plantes pour les volailles

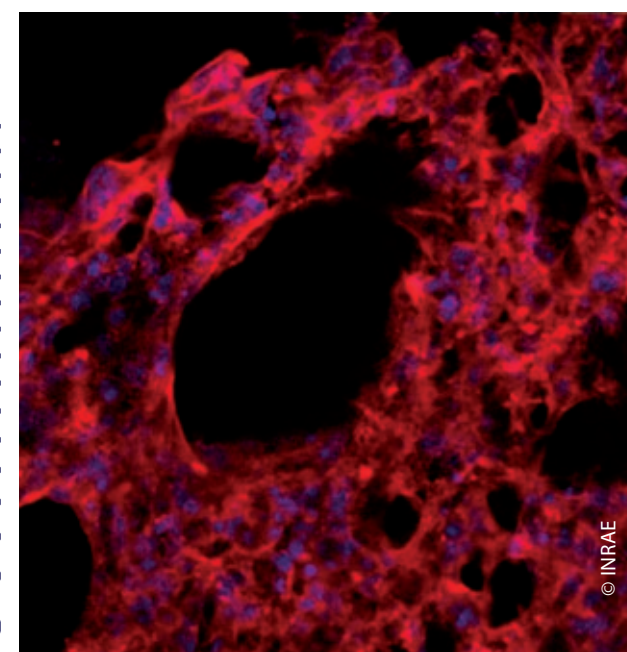
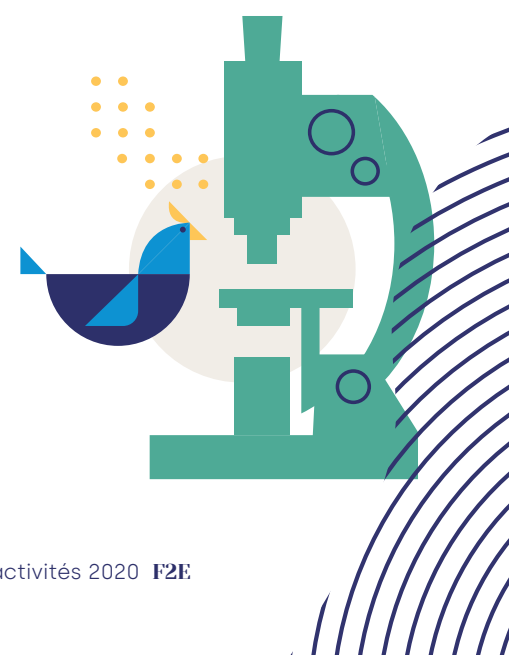
Les extraits de plantes utilisés en tant qu'additif dans l'alimentation des volailles connaissent un engouement croissant. Grâce à leurs propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydante ou immunostimulantes, ils constituent des solutions intéressantes pour soutenir le bon fonctionnement de l'organisme. Par conséquent, ils peuvent prévenir l'usage des antibiotiques.

Toutefois, le développement de leur utilisation est freiné en partie par le manque de références robustes et de méthodes adaptées. Les résultats d'essais disponibles sont peu reproductibles et parfois contradictoires. Issue d'une collaboration public-privé impliquant ITAVI et INRAE, une méthode d'évaluation fiable et solide a été développée dans le cadre du projet Mexavi et aide à faire les bons choix des extraits de plantes capables de renforcer les défenses naturelles des volailles.



### CONTACT SCIENTIFIQUE

Angélique Travel, ITAVI  
travel@ltavi.Asso.Fr



© INRAE



© P. here.com





## Des biomarqueurs de prédiction de la couleur de la viande bovine

Une analyse des publications scientifiques récentes au niveau international, par les chercheurs de l'UMR Herbivore et ses partenaires, a permis d'identifier les voies biologiques impliquées dans la couleur de la viande bovine fraîche et de révéler les protéines clés qui pourront servir de biomarqueurs de cette couleur.

La couleur est un critère essentiel à la commercialisation de la viande de bœuf fraîche car elle influence les décisions d'achat des consommateurs et l'attractivité du point de vente. La myoglobine est un pigment protéique contenant un atome de fer et est responsable de la couleur rouge de la viande des mammifères. La stabilité de la couleur varie au cours du temps, en fonction du packaging et selon la forme prédominante de myoglobine présente.

Au cours des deux dernières décennies, les technologies de la « Foodomics » ont été appliquées à la viande pour élucider les bases/mécanismes biologiques de la qualité de la viande, y compris la couleur. Jusqu'à récemment, aucune étude détaillée ou critique n'avait été réalisée sur de potentiels biomarqueurs protéiques de la couleur

de la viande.

Une méta-analyse a été réalisée sur des études protéomiques traitant de la couleur de la viande, publiées entre 2000 et 2002. Deux cent trente-neuf articles ont été sélectionnés à partir de cette première recherche documentaire. Ils ont ensuite fait l'objet d'un examen d'admissibilité (méthode PRISMA) en ciblant les études sur la viande bovine uniquement. Ensuite, treize articles de recherche ont finalement été retenus et ont constitué la première base de données sur les biomarqueurs de la couleur de la viande bovine. Au final, ce travail a permis d'identifier six voies impliquées dans la couleur de la viande de bœuf, notamment le métabolisme énergétique, les protéines du choc thermique, le stress oxydatif, les protéines de structure, la voie de signalisation, la protéolyse et l'apoptose. Cette étude d'intégration propose au final une liste de 27 biomarqueurs robustes de la couleur de la viande de bœuf. Une validation par des méthodes d'analyses à haut débit constituera l'étape suivante de ce travail.



### CONTACT SCIENTIFIQUE

Brigitte Picard, UMR Herbivores,  
brigitte.picard@inrae.fr

## Des méthodes de mesure pour contribuer à réduire les émissions de méthane entérique des vaches laitières

Le méthane émis par le système digestif des bovins représente une part non négligeable des émissions nationales de gaz à effet de serre (autours de 5% selon Chiffres clés de l'environnement). Les travaux des chercheurs de l'institut de l'élevage (Idele) ont permis de mettre au point différents outils et équations de prédiction permettant d'approcher ces émissions de méthane en élevage à partir de l'alimentation (plus de 100 équations de prédiction des émissions de méthane entérique, mettant en jeu différents niveaux d'informations : l'ingestion, le poids vif et les caractéristiques de la ration) ou à partir de la composition du lait (plus de 20 équations de prédiction). Différentes solutions d'atténuation ont été proposées. Elles reposent sur la conduite du troupeau (diminution de l'âge au vêlage, favoriser le vieillissement du troupeau limiter le taux de renouvellement et le nombre d'animaux improductifs) sur la génétique, sur l'alimentation (ajout de lipides, algues, ou nitrate de calcium...) ou encore sur les biotechnologies (vaccination, anticorps, bactéries, levures).



### CONTACTS SCIENTIFIQUES

Marie-Pierre Jacqueroud  
Marie-Pierre.Jacqueroud@idele.fr  
Benoît Rouillé  
Benoit.Rouille@idele.fr  
Raphaël Boré  
Raphael.Bore@idele.fr

## Nouvelle cartographie du génome bovin

Le projet NOVA aboutit à la production d'un nouvel assemblage du génome bovin qui enrichit la précédente version de quelques 66 millions de paires de bases. Les travaux conduits dans le cadre de ce projet ont permis de progresser dans la reconstitution du génome, cet énorme puzzle, qui chez les bovins, est composé d'environ 2,8 milliards de paires de bases.

Avoir une connaissance fine de la cartographie du génome Bovin est essentiel pour les évaluations génomiques. La représentation de cette carte, appelée assemblage, permet de positionner les marqueurs sur chacun des chromosomes.

Elle est le fruit d'un important travail de la communauté scientifique internationale et bénéficie des progrès spectaculaires dans le domaine du séquençage et des techniques calculatoires.

Publiée 9 ans après le dernier assemblage, cette nouvelle carte, appelée ARS-UCD1.2, identifie et positionne plus de 66 millions de paires de bases qui n'avaient pas pu être positionnées dans la version précédente.

Grâce aux travaux conduits par l'UMT eBIS, l'INRAE-CTIG et GenEval, le nouvel assemblage sera utilisé à partir de mi-février pour les évaluations génétiques. Les équipes ont aussi collaboré avec Valogène pour l'intégrer dans les tests sur haplotypes.

L'amélioration du positionnement des marqueurs bénéficiera à toutes les évaluations génomiques, quelle que soit la race, et apportera plus de précision dans les tests sur haplotypes.



### CONTACTS SCIENTIFIQUES

Sophie Mattalia, Institut de l'Élevage  
Stéphane Barbier, GenEval







# Zoom

sur les résultats du projet Européen

## Mitecontrol

Contact : Geoffrey Chiron | [chiron@itavi.asso.fr](mailto:chiron@itavi.asso.fr)

Mitecontrol est un projet européen qui vise à mettre au point des méthodes de traitement efficaces et durables pour lutter contre les poux rouges de la poule pondeuse à l'aide d'une approche de lutte intégrée contre les ravageurs. Cette approche semble être une méthode durable et respectueuse de l'environnement pour lutter contre le pou rouge. Elle est en cours de test dans une douzaine d'élevages de poules pondeuses (cage, volière, plein air, bio), répartis en France, en Belgique et en Angleterre. Les quatre élevages français, situés en Bretagne et dans le Sud-Est, sont suivis par l'ITAVI.

### La lutte intégrée repose sur cinq piliers

#### PRÉVENTION

du pou rouge par le nettoyage/désinfection du bâtiment

#### SURVEILLANCE

de la population d'acariens

#### APPLICATION

de traitements non-chimiques

#### UTILISATION

de traitements chimiques en dernier recours

#### ÉVALUATION

en fin de bande de la stratégie globale de lutte

5

### En parallèle

Des essais sont menés en laboratoire pour améliorer les traitements existants, en tester de nouveaux, évaluer le développement de la résistance et tester la combinaison de plusieurs traitements.

Enfin, un système automatisé de surveillance va être développé afin de suivre les populations de pou rouge et de raisonner le moment d'application des traitements. L'état d'agitation des poules pendant la nuit va être enregistré à l'aide d'une caméra infrarouge. Une modification de comportement peut indiquer une infestation en poux rouges dans le poulailler, car les poules peuvent être plus agitées pendant leur sommeil lors d'une infestation d'acariens.



# Collaborations gagnantes

Carnot / entreprise

### CET'Automatique

Développement d'une technique de contrôle de la perte de conscience après étourdissement des porcs

Un partenariat entre la société NeoTec Vision, l'IFIP - Institut du porc, l'Idèle, des entreprises d'abattage a permis de développer une technique de contrôle de la perte de conscience après étourdissement des animaux.

Cette solution permet d'assister les opérateurs dans la surveillance de l'efficacité de l'étourdissement et vise à améliorer les conditions d'abattage des animaux ainsi que les conditions de travail des hommes et leur sécurité.

Contact : [Mathieu.Monziols@ifip.asso.fr](mailto:Mathieu.Monziols@ifip.asso.fr)

### Jamboflash

L'IFIP et CSB System associés pour trier les jambons par vision

Le commerce de jambon cuit a progressivement changé de nature, passant d'un jambon brut à un jambon dit « 5D » : (désossé, découenné, dégraissé, dénervé, dépiécé). Ce changement a entraîné des difficultés de mesure du pH ultime sur toutes les noix du jambon. Pour s'adapter, l'IFIP a développé un appareil installable sur un tapis de convoyeur en fin de ligne de désossage, capable de détecter la présence de défaut déstructuré, un paramètre d'importance de la qualité technologique du jambon. Son principe repose sur les liens existants entre la couleur de la viande et la présence du défaut déstructuré. La partie développement industriel a été confiée à un partenaire allemand, la société CSB System, qui propose une version du système avec automatisation du traitement des images à haute cadence.

Contact : [antoine.vautier@ifip.asso.fr](mailto:antoine.vautier@ifip.asso.fr)



### Déclik travail

Un autodiagnostic et des solutions pour que les éleveurs de ruminants travaillent plus sereinement

Aujourd'hui, le travail est au cœur des préoccupations des éleveur.se.s. Les préoccupations concernent aussi bien la rentabilité des exploitations que la garantie du bien-être des éleveur.se.s (réduire la pénibilité, assurer la sécurité...) pour au final assurer l'attractivité du métier. Déclik travail est le fruit d'une collaboration entre la CNE, les Chambres d'agriculture, le Centre wallon de Recherches Agronomiques, le Cniel, l'Anicap et l'Institut de l'Élevage, suite à de longues réflexions dans le cadre du RMT Travail en agriculture. Cette application met à disposition des éleveurs des solutions pratiques, adaptées aux questions que se posent les éleveurs de ruminants sur les conditions d'exercice de leur métier et sur les équilibres entre vie privée et vie professionnelle. L'outil comporte un autodiagnostic travail assorti de pistes de solutions concrètes et ciblées.

Pour aller plus loin, les éleveurs peuvent contacter des experts de l'organisation, la santé, la sécurité ou la gestion des ressources humaines. L'ensemble des supports est aussi disponible pour les conseillers et les enseignants. L'application est accessible gratuitement sur ordinateur, tablette ou smartphone.

Contact : [Patrick.sarzeaud@idele.fr](mailto:Patrick.sarzeaud@idele.fr)

### Des solariums pour l'élevage porcin

Résultant d'une collaboration avec IFIP, Verelec lance une solution de chauffage par rayonnements infrarouges longs. Cette solution permet de réduire fortement la consommation d'énergie, annonçant une baisse de la consommation électrique de 60 % par rapport à un dispositif classique. Les infrarouges longs transmettent directement la chaleur aux matériaux et aux animaux situés dans la pièce. Le confort thermique est uniforme ce qui réduit le stress des porcelets.



Identifier les antiparasitaires du futur

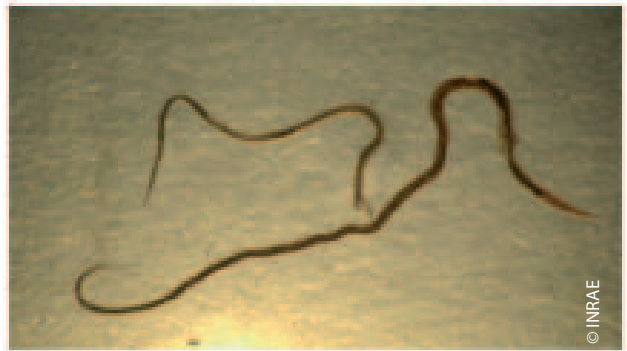
Depuis de nombreuses années, l'équipe de recherche « Multirésistances et pouvoir pathogène des nématodes » de l'UMR ISP développe des méthodes de criblage de molécules antiparasitaires synthétiques ou naturelles afin de disposer de nouveaux traitements efficaces pour contrôler les parasites résistants aux anthelminthiques les plus couramment utilisés dans les élevages.

INRAE et INVENesis ont co-developpé une technologie de criblage de molécules basée sur l'analyse en temps réel de la cinétique de migration des larves de nématodes parasites. La réalisation de ce test sur des isolats parasites résistants aux anthelminthiques permettra de valider l'activité des nouvelles molécules pour le contrôle de parasites qui menacent la pérennité de nombreux élevages, ovins, caprins, équins et porcins.

La société INVENesis, fondée en mars 2017 par des scientifiques suisses, a créé une antenne INVENesis France, implantée depuis janvier 2020 sur le site de Nouzilly au sein de l'UMR ISP.

Ainsi la collaboration entre l'équipe de l'UMR ISP et INVENESIS est un échange permanent, une fois que des molécules prometteuses auront été repérées par INVENesis, des caractérisations de leur mode d'action pourront être réalisées par l'équipe INRAE.

Contact : cedric.neveu@inrae.fr



Plus les poules ont de pépins, moins en ont leurs poussins

Dans le cadre de l'élevage de volailles destinées à la consommation de viande, appelés aussi poulets de chair, la sélection génétique sur la croissance musculaire a conduit à des problèmes de santé liés notamment au surpoids, à l'accumulation de graisse et au stress. Une équipe de l'UME PRC, en collaboration avec la société IDENA, a étudié l'intérêt d'ajouter des extraits de pépins de raisin, riche en flavonoïdes, dans l'aliment des poules reproductrices, mères des futurs poulets de chair.

Le projet a permis de montre que l'ajout de 1 % d'extraits de pépins de raisin dans l'alimentation améliore la qualité de leurs œufs en diminuant le nombre de double jaune d'œufs, en augmentant la solidité de la coquille et en réduisant la proportion de radicaux libres dans le jaune d'œuf qui peuvent provoquer le stress oxydatif. Plus inattendu, leurs résultats montrent également une augmentation de la vitesse de croissance et de la viabilité des poussins, ainsi qu'une réduction du risque de stress oxydatif, suggérant un effet transgénérationnel bénéfique.

Une deuxième expérience a permis de montrer qu'un régime alimentaire enrichi en extrait de pépins de raisin réduit la production de graisse des poules et améliore leur microbiote intestinal et les différentes fonctions qui en résultent comme la santé intestinale et la reproduction. L'ajout de 2 % d'extrait de pépins de raisin pendant deux semaines est suffisant pour améliorer le métabolisme des poules et la qualité de leurs œufs grâce à la modification de leur microbiote.

Contacts : pascal.froment@inrae.fr et joelle.dupont@inrae.fr



Création d'entreprise

SPYDIAG

La start up SpyDiag émane de travaux de recherche de L'UMR ISP – Infectiologie et santé publique en co-tutelle Université de Tours et INRAE, du CHU et de l'Université d'Amiens.

Sa mission première est de mettre au point, de développer et de commercialiser une technologie de diagnostic rapide du polyomavirus BK chez les patients transplantés rénaux.

Elle tend à substituer à un dispositif de suivi lourd et coûteux par un dispositif léger, via un kit de diagnostique urinaire, permettant un suivi rapproché des personnes ayant bénéficié d'une greffe de rein.

SpyDiag s'appuie sur les expertises de l'équipe Biologie des Infections à Polyomavirus/UMR ISP et de sociétés spécialisées pour mener à bien ses développements.

# Ressourcement scientifique

## Appels à projets

Le Carnot France Futur Élevage réserve chaque année une part importante de son abondement au ressourcement scientifique en vue d'enrichir l'éventail de ses compétences et services proposés à ses partenaires et ainsi accroître et professionnaliser son activité de recherche partenariale.

### Appel à projets interne France Futur Élevage

En 2020, France Futur Élevage a consacré 980 000 € de son budget à l'Appel à Projets interne, dont l'intitulé était le suivant :

*Proposer des projets visant à développer des solutions innovantes pour un élevage multiperformant, durable et rentable.*

L'ensemble des filières d'élevage étaient considérées, autour des quatre enjeux de l'élevage de demain:

- socio-économique (qualité et volume, valeur ajoutée et export, durabilité de l'élevage),
- santé publique (conformément à la dynamique One Health, optimiser la santé de l'animal pour produire des denrées assurant la santé des consommateurs),
- agro-environnemental (innovations pour la maîtrise d'impact, le développement de services écosystémiques attestés pour être rémunérés, l'agroécologie...),
- attentes sociétales (bien-être et santé, éthique de production, acceptabilité sociétale).



## VACCIBIOTA

*Combined effect of genetics and intestinal microbiota on variations on the vaccine response and their impact on welfare in chicken*

Démarrage du projet : février 2021 | Fin du projet (Estimée) : décembre 2021

### Partenaires

UMR GABI ; UMR PRC

### Contexte

Le microbiome intestinal joue un rôle crucial dans le développement et la régulation du système immunitaire et sa composition pourrait donc avoir une incidence sur la réponse des individus aux vaccins. Ce projet vise à étudier les effets combinés des variations génétiques de l'hôte et de la composition du microbiote sur la réponse immunitaire de l'hôte afin d'identifier des biomarqueurs prédictifs de l'ampleur de la réponse à la vaccination.

### Perspectives de valorisation

Mettre en œuvre des stratégies sur le terrain reposant sur l'utilisation combinée de la sélection génétique animale et des stratégies nutritionnelles ou des pratiques d'élevage ciblant le microbiote intestinal pour améliorer la réponse vaccinale dans la production de volaille.

### Contact

Fanny Calenge, UMR GABI | fanny.calenge@inrae.fr

## Chiffres clés

6

Projets sélectionnés

1160 K€

Investis pour le ressourcement scientifique





## WHAT-SOW

*Automatic recording and analysis of lactating sow postural activity*

**Enregistrement et analyse automatiques de l'activité posturale des truies en lactation**

**Démarrage du projet : février 2021**

**Fin du projet (Estimée) : 31 janvier 2024**

### Partenaires

INRAE (UMR GenPhySE, GIBBS/GABI, URZ)

### Contexte

L'évolution des conditions de logement des truies vise à leur donner plus de liberté de mouvement. L'activité, indicateur de leur comportement maternel et de leur état de santé, pourrait être exploitée pour améliorer leurs performances en lactation. Les variations de postures des truies enregistrées automatiquement par vidéo et par capteurs seront analysées par intelligence artificielle puis mises en relation avec la mortalité des porcelets dans divers contextes génétiques et environnementaux (élevages conventionnels ou biologiques).

### Perspectives de valorisation

Les professionnels de la filière porcine ont besoin d'évaluer le comportement des truies à grande échelle. WHAT-SOW donnera des outils et procédures pour caractériser l'activité posturale des truies et engranger des connaissances pour faciliter le choix de truies adaptées à des systèmes plus libres. Intégrer l'activité dans les schémas d'amélioration devrait permettre de produire des truies plus robustes, plus maternelles, et de réduire indirectement la mortalité des porcelets.

### Contact

**Laurianne CANARIO**, Chargée de recherche – modélisation des caractères complexes, UMR GenPhySE, INRAE  
laurianne.canario@inrae.fr



## IRMA

*Use of mid infra-red spectra for an efficient and healthy management*

**Utilisation des spectres moyens infrarouges du lait pour un pilotage efficient des élevages de brebis laitières**

**Démarrage du projet : octobre 2020**

**Fin du projet (Estimée) : octobre 2023**

### Partenaires

IDELE, INRAE (UMR IHAP, GENPHYSE)

### Contexte

Le potentiel offert par les SMIR du lait sera exploré pour une conduite plus efficiente de l'alimentation des brebis laitières, en lien avec le métabolisme énergétique, le microbiote digestif et la santé des brebis et des agneaux. Le tout début de la lactation sera particulièrement ciblé car cette période est caractérisée par une pratique d'allaitement pendant un mois avant la traite.

### Perspectives de valorisation

L'objectif est de proposer un outil d'aide à la décision pour les éleveurs de brebis laitières, s'appuyant sur une interprétation multicritère d'indicateurs non invasifs accessibles notamment à partir du lait. L'analyse du microbiote digestif permettra d'investiguer son implication dans l'efficacité alimentaire. L'articulation avec le projet H2020 SMARTER permettra l'identification de caractères d'efficacité à intégrer en sélection.

### Contact

**Gilles Lagriffoul**, Responsable UMT GPR  
Département Génétique et Gestion des Populations -IDELE  
gilles.lagriffoul@idele.fr



## CHIRON

*Identification of plant extracts for cyathostomin control in equids*

**Proposer une alternative thérapeutique à base de plantes pour contrôler les cyathostomes chez les équidés**

**Démarrage du projet : mars 2020**

**Fin du projet (Estimée) : décembre 2023**

### Partenaires

INRAE (UMR ISP,UMRH, GABI), Multifolia, Pancosma

### Contexte

Les cyathostomes infestent les chevaux pâturant et entraînent des retards de croissance, voire la mort des animaux. Le contrôle de ces parasites est donc indispensable mais des résistances aux anthelminthiques apparaissent. Notre projet vise à identifier des plantes bioactives qui, utilisées sous forme d'extraits ou de plantes entières, permettront de contrôler les cyathostomes. Nous caractériserons leurs effets antiparasitaire direct, ou indirect via leur action de renforcement de la réponse immunitaire de l'hôte et leur influence sur le microbiote intestinal.

### Perspectives de valorisation

Ce projet évaluera le potentiel anthelminthique des plantes et de leurs extraits, pour identifier de nouvelles pistes de contrôle des populations parasitaires résistantes. Le développement de tests in vitro permettant la caractérisation des effets directs et indirects des extraits testés débouchera sur une preuve de concept pour une plateforme prédictive miniaturisée, limitant le recours à l'expérimentation animale

### Contact

**Guillaume Sallé**, Ingénieur de Recherche, UMR1282 Infectiologie et Santé Publique  
Guillaume.Salle@inrae.fr

**Géraldine Fleurance**, Ingénieur de Recherche, Institut Français du Cheval et de l'Équitation, UMR1213 Herbivore  
Geraldine.Fleurance@inrae.fr

**Núria Mach**, Chargée de Recherche, UMR1313 Génétique Animale et Biologie Intégrative  
Nuria.Mach@inrae.fr



## BeeMuse

*Bee Multicriteria Selection to promote the agro-ecological transition of production systems and food security through reduced use of treatments for diseases and parasites in Apis mellifera*

**Sélection apicole multicritère pour favoriser la transition agro-écologique des modes de production et la sécurité alimentaire par un usage réduit des traitements des maladies et parasites des abeilles.**

**Démarrage du projet : mars 2021**

**Fin du projet (Estimée) : février 2024**

### Partenaires

INRAE (UMR GABI, GenPhySE, UR 406 A&E)  
ITSAP – Institut de l'Abeille, ADAP1

### Contexte

La filière apicole française a besoin d'accroître l'offre locale de reines pour limiter la dépendance à l'importation et les risques sanitaires associés et améliorer leur adaptation au contexte de production français. Formaliser des objectifs de sélection apicole durable et développer les outils de sélection correspondants est donc une étape essentielle pour progresser dans cette voie.

### Perspectives de valorisation

Développer des méthodes fiables d'estimation des valeurs génétiques des reines et intégrant des critères de productivité et de résilience représente une innovation forte pour améliorer l'offre génétique des sélectionneurs apicoles français. L'adaptation des outils d'évaluation génétique aux spécificités biologiques de l'abeille et la meilleure connaissance des caractères de résilience permettront des projets de recherche intégrant ces innovations.

### Contact

**Florence PHOCAS**, Directrice de recherche, UMR1313 GABI  
florence.phocas@inrae.fr





## ANTHERIN

*ANTHElmintic Resistance in sheep dairy farms: Survey and INnovative solutions*

**lutter contre la résistance aux anthelminthiques dans les élevages laitiers ovins : Enquête et solutions innovantes**

**Démarrage du projet : février 2021**

**Fin du projet (Estimée) : février 2024**

### Partenaires

INRAE (UMR INTHERES, IHAP, ISP, PFIE), IDELE, CEVA Santé Animale

### Contexte

Les infections par les parasites gastro-intestinaux entraînent des pertes de production importantes en élevages. Les traitements sont à base de médicaments anthelminthiques, et l'éprinomectine (EPR) est le seul médicament encore efficace et disponible sans délai d'attente pendant la période de lactation chez les ovins et les caprins laitiers. Actuellement, les performances économiques des exploitations laitières sont menacées par la résistance à l'EPR.

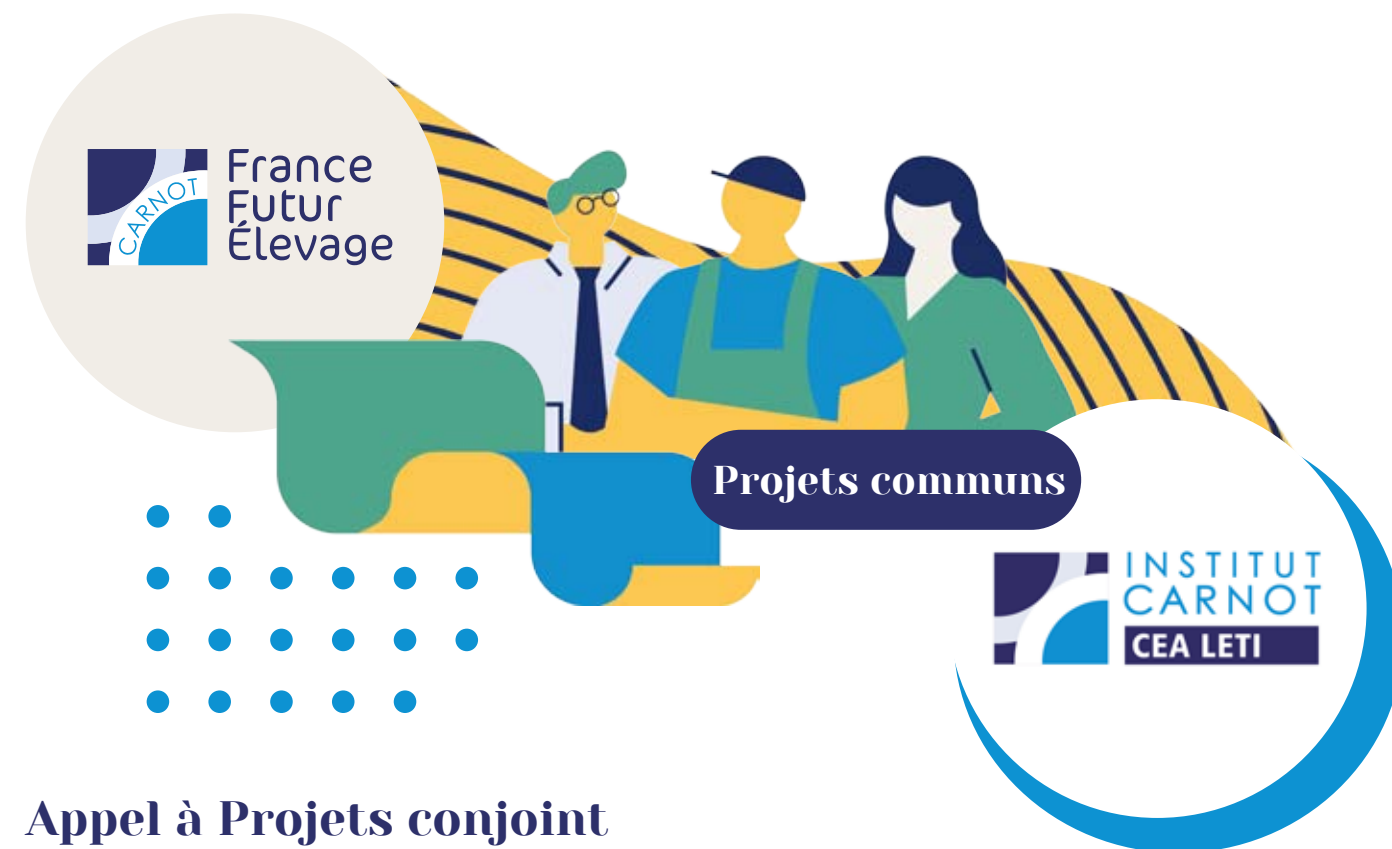
### Perspectives de valorisation

Lutter durablement contre les vers parasites du tube digestif garantira la viabilité économique des exploitations laitières ovines en France. Les alternatives aux produits chimiques seront encouragées, en accord avec la politique agro-environnementale de réduction des intrants chimiques en agriculture. Les résultats seront communiqués auprès des professionnels de l'élevage de l'élevage et des étudiants (lycée agricoles, ENV). Ces travaux ouvrent sur l'évaluation des conséquences socioéconomique et environnementale de l'utilisation de ces alternatives, en vue de leur généralisation.

### Contacts

**Anne Lespine**, Unité INTHERES  
anne.lespine@inrae.fr

**Philippe Jacquet**, Unité IHAP  
philippe.jacquet@envt.fr



## Appel à Projets conjoint

### Entre les Carnot France Futur Élevage et le CEA Leti

Avec l'objectif de promouvoir leurs actions inter-Carnot, le Carnot France Futur Élevage s'est associé pour la première année au Carnot CEA Leti pour proposer un co-financement de projets de recherche menés en collaboration entre au minimum une équipe membre du Carnot France Futur Élevage et une équipe membre du Carnot CEA Leti

Cette AAP avait pour but de voir émerger des projets de recherche collaboratifs, à fort impact, qui devront participer au développement de l'élevage de précision et/ou des agroéquipements

Un projet a été retenu pour un financement de 100 k€.

## Ammon'avi

### Améliorer la fiabilité des mesures de concentration en Ammoniac en élevage

**AVicole : Mise au point d'un capteur innovant et performant pour gérer l'ambiance**

**Démarrage du projet : janvier 2021**

**Fin du projet (Estimée) : décembre 2022**

### Contexte

Les capteurs sont très largement utilisés pour le pilotage de l'ambiance dans les élevages avicoles (température, hygrométrie et dioxyde de carbone). Piloter finement l'ambiance est un enjeu majeur en élevage de volailles pour garantir la multi-performance de l'élevage (économique, environnementale, bien-être et santé des animaux et des hommes). Les capteurs d'ammoniac sont peu utilisés en élevage car ils sont majoritairement de technologie électrochimique avec une durée de vie insuffisante (3 à 6 mois).

### Perspectives de valorisation

L'objectif de ce projet est de développer un capteur de concentration en ammoniac reposant sur une technologie de nouvelle génération, basée sur l'absorption moléculaire dans le Moyen Infrarouge (MIR). Les éleveurs pourront ainsi s'équiper de capteur fiables et robustes pour contrôler l'ambiance de leur bâtiment. Cette technologie pourra être transposée à d'autres élevages, porcin par exemple.

### Contact

**Pauline Creach**  
creach@itavi.asso.fr



# Projets innovants en 2020

Construire l'avenir avec les entreprises

## AQUAEXCEL 3.0

Un projet pour le développement de l'aquaculture européenne

Entités F2E Impliquées : INRAE, UMR GABI  
Autres partenaires : Ifremer, Université de Lorraine...  
Financement européen Horizon 2020 : 9,981,113.75€

Aujourd'hui, l'Europe n'est pas autosuffisante pour son approvisionnement en produits issus de la mer, qui proviennent à 75% d'exportation. Le développement de l'aquaculture est donc une priorité européenne. Ce développement doit toutefois se faire dans un cadre de durabilité économique, sociale et environnementale, en respectant aussi le bien-être des animaux. Pour atteindre ces objectifs, l'Europe investit sur la recherche en aquaculture. La mission du projet H2020 AQUAEXCEL est de garantir une croissance durable et soutenable pour l'aquaculture en Europe. Ce projet européen, coordonné par INRAE, en est à sa troisième édition.

AQUAEXCEL3.0 fait suite à AQUAEXCEL et AQUAEXCEL2020. Il s'agit d'un réseau de 40 infrastructures expérimentales de recherche aquacole, gérées par 22 partenaires - dont INRAE, l'Ifremer et l'Université de Lorraine- de 11 pays (France, Espagne, Portugal, Italie, Grèce, Royaume-Uni, Pays-Bas, Danemark, Norvège,

République Tchèque, Hongrie). Cette nouvelle édition du projet mènera trois types d'actions en parallèle :

- Ouverture de ces installations en accès transnational (TNA) pour que des partenaires extérieurs, académiques ou industriels, puissent réaliser des expérimentations avec le meilleur appui scientifique possible.
- Le perfectionnement des services apportés par les infrastructures au service des questions de recherche sera également au cœur du projet. Un focus important sera fait sur la règle des 3R2, avec d'une part la mise en œuvre de biotechnologies innovantes permettant de limiter le nombre d'animaux utilisés en expérimentation (cultures de cellules, greffes de cellules souches) et d'améliorer leur bien-être, et, d'autre part, le développement de modèles de simulation numérique des expérimentations (mise en place de Laboratoires Virtuels).
- Une partie du projet consistera à développer un site web, dans la continuité de celui existant (<https://www.aquaexcel2020.eu/>), avec notamment la création de cours en ligne sur les grands sujets de la recherche aquacole. Seront notamment abordés des thèmes comme les indicateurs de bien-être chez les espèces aquacoles ou encore la production d'algues et de mollusques en installations expérimentales.

## IPEMA

Alternatives à la castration des porcelets

Entité F2E Impliquées : IFIP, INRAE, UMR  
Programme Européen

L'IFIP et l'INRAE participent pour la France à une action européenne qui évalue les alternatives à la castration des porcelets (immunocastration, élevage de porcs mâles entiers).

Le projet IPEMA a aussi pour objectif la dissémination des connaissances sur le sujet, des scientifiques vers les acteurs des filières, les décideurs et le grand public. Il doit réduire les écarts entre pays de l'Est et de l'Ouest de l'Europe, de la prise de conscience des enjeux économiques et sociétaux de l'arrêt de la castration sans anesthésie.

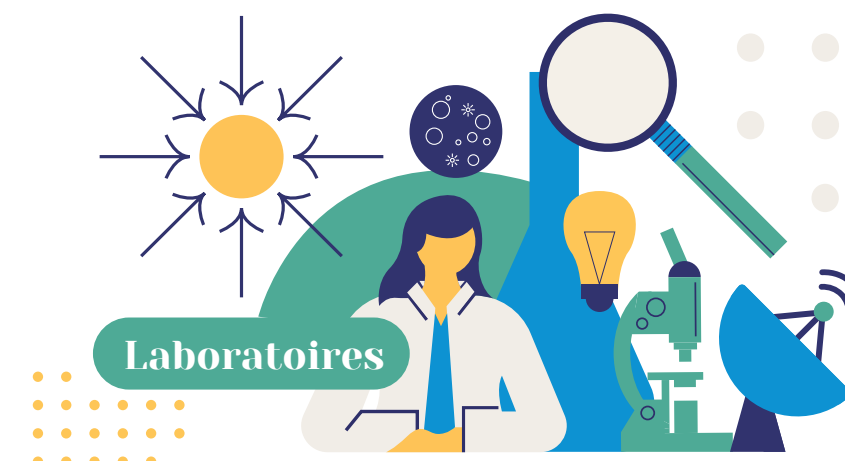
Coordonnée par l'Université de Stuttgart en Allemagne, ce projet mobilise la communauté scientifique internationale intéressée par ce sujet : 85 chercheurs de 24 pays européens et du Canada. Les 6 groupes de travail concernent la génétique, la nutrition, le bien-être et la santé, le contrôle de la qualité des viandes, la transformation des produits et l'acceptabilité par les consommateurs.

Les enjeux sont de maîtriser les caractéristiques des viandes de mâle entier plutôt défavorables : odeurs sexuelles des produits riches en gras cuits à la maison et consommés chaud, faible teneur en gras et insaturation des gras pour les produits secs, moindre tendreté pour les produits frais...

Il faut aussi maîtriser les comportements défavorables des verrats (agressivité, monte) qui s'expriment d'autant plus qu'ils sont lourds et âgés. L'équilibre avantages/inconvénients des alternatives à la castration est variable. La production de mâles entiers est plus facile dans les filières de production de qualité standard que dans les systèmes extensifs visant une qualité supérieure, à évaluer au cas par cas.

IPEMA va s'élargir pour diversifier ses compétences et sa représentativité. Il est important que les acteurs des filières rejoignent les scientifiques pour que les connaissances acquises par la science soient diffusées mais aussi pour que le retour d'expérience des producteurs, abatteurs et transformateurs engagés dans la démarche bénéficie au plus grand nombre.

L'arrêt de la castration dans les situations où c'est possible et des mesures pour réduire la douleur, amélioreront l'image et la rentabilité de la production porcine.



# D'autres projets collaboratifs

Lancés en 2020

## COCCINELLE

Entités F2E impliquées : centre INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

Autre partenaire : VetagroSup

Financement : agence Nationale de la Cohésion des Territoires , Métaprogramme SANBA (INRAE), I-SITE CAP 20-25

CO-Concevoir avec les Citoyens un Nouvel Élevage Laitier Écologique de montagne

## GrASTech

Entité F2E impliquée : Idele, INRAE

Piloté par ILVO (Institut Technique Agricole Belge)

Financement : programme européen ERA-NET SUSAN

Utilisation des nouvelles technologies pour réduire les émissions de gaz à effet de serre des systèmes d'élevages bovins basés sur le pâturage

## Financement CASDAR Recherche technologique

### CryptoLait

Entités F2E impliquées : IDELE, UMR BioEpar

Evaluation de la contamination du lait cru de vache par le parasite *Cryptosporidium* spp. et des pratiques associées dans un contexte de supposée de circulation parasitaire

### PRESAGE

Entités F2E impliquées : IDELE, UMR GenPhySE

Préparer la création d'un observatoire des Anomalies Génétiques en Petits Ruminants

### MélBA

Entités F2E impliquées : ITAVI, UMR BOA

Modélisation dynamique et multicritère de l'ambiance en bâtiments d'élevage avicole

### MycoRepro

Entités F2E impliquées : ITAVI, UMR TOXALIM

Risque mycotoxique chez les volailles reproductrices : Objectiver, Evaluer, Protéger, Former

## Financement CASDAR Innovation et Partenariat

### COCORICO

Entités F2E impliquées : ITAVI, UMR BOA, UMR PRC

Quel système d'élevage de poulets de chair demain ? Codesign d'un élevage conciliant prix et attentes sociétales

### ErgoTraite

Entité F2E impliquée : IDELE

Optimisations ERGOnomique et fonctionnelle pour des TRAITES durables

### TROPICOW

Entités F2E impliquées : IDELE, UE Ferlus (second cercle)

auTonomie fouRragère et prOtéique Par l'Introduction de Céréales et de prOtéagineux tropicaux dans la ration des ruminant

### VALORAGE

Entités F2E impliquées : IDELE, ITAVI, UMR PEGASE

Valorisation de parcours et de fourrages riches en protéines par les monogastriques biologiques

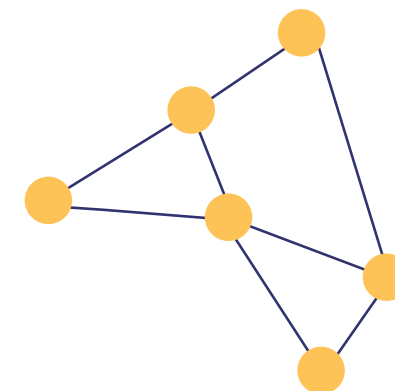
### PROVerBIAL

Entités F2E impliquées : IDELE, Inrae Herbipôle (Second cercle)

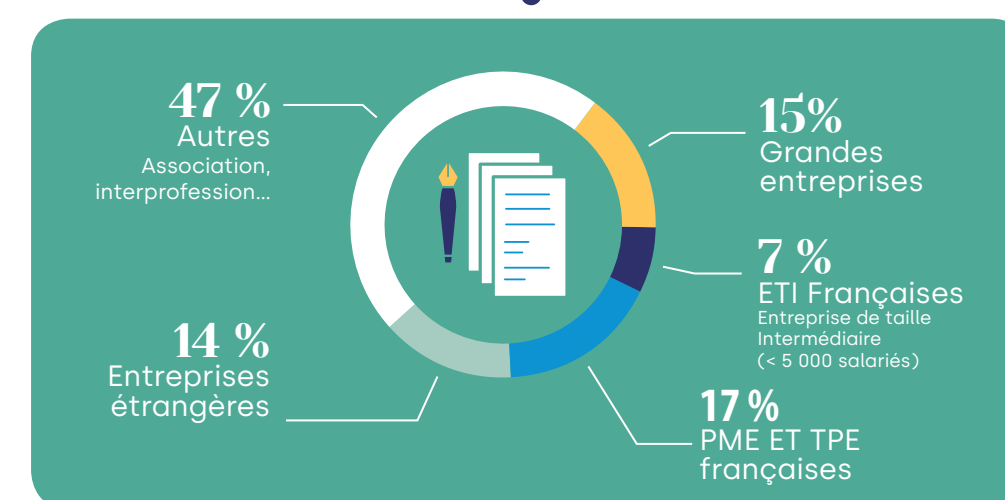
PROduire de la Viande Biologique qui valorise les territoires avec le troupeau bovin ALLaitant

# Recherche partenariale

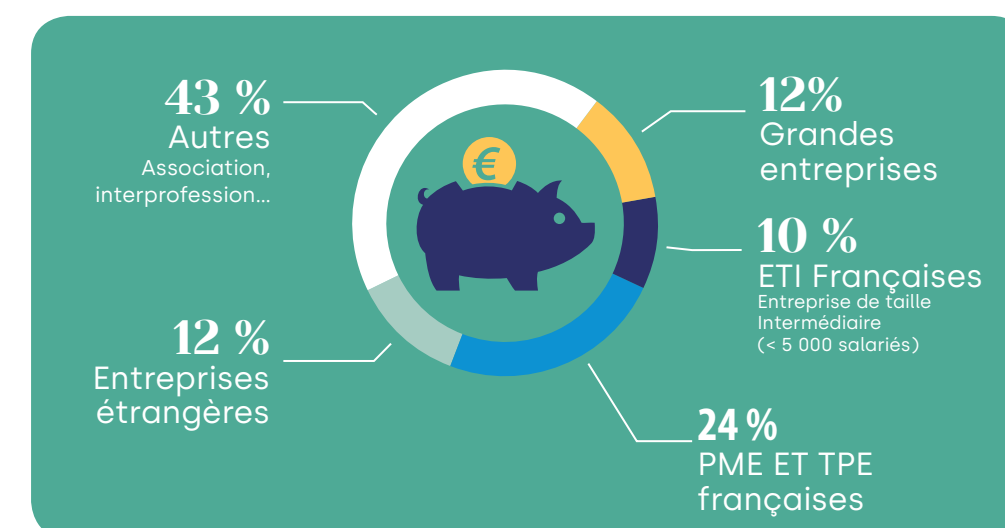
Les chiffres en 2020



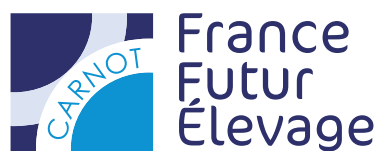
## Répartition des contrats de recherche contractuelle par type d'entreprises



## Répartition du chiffre d'affaires de recherche contractuelle par type d'entreprises







### Contact

[contact@francefuturelevage.com](mailto:contact@francefuturelevage.com)

### En savoir plus

[www.francefuturelevage.com](http://www.francefuturelevage.com)

 Carnot France Futur Élevage |  @Carnot\_F2E

INRAE

  
Oniris  
École Nationale  
Vétérinaire, Agrobiologique et de l'Alimentation

ifip —  
Institut du porc

 cirad

l'institut Agro  
agriculture • alimentation • environnement 

 ITAVI

envt  
école nationale  
vétérinaire  
toulousaine

  
INSTITUT DE  
L'ÉLEVAGE idele

 université  
de TOURS











# Sommaire

- P. 3 ▶** Édito
- P. 5 ▶** Les Carnot, un label d'excellence
- P. 6 ▶** Le Carnot France Futur Élevage :  
la recherche pour les entreprises  
des domaines Agri-Agro
- P. 9 ▶** Les actualités 2019  
du Carnot France Futur Élevage
- P. 14 ▶** Résultats marquants 2019
- P. 21 ▶** Le ressourcement scientifique : les appels à projets  
du Carnot France Futur Élevage
- P. 24 ▶** Des projets innovants lancés en 2019 :  
construire l'avenir avec les entreprises
- P. 28 ▶** Les chiffres de la recherche partenariale en 2019

**Institut Carnot France Futur Élevage**

Votre partenaire d'innovation R&D

pour un élevage durable et responsable de demain

# Rapport d'activités 2020



**France  
Futur  
Élevage**





**Institut Carnot France Futur Élevage**

Votre partenaire d'innovation R&D

pour un élevage durable et responsable de demain

# Rapport d'activités 2020



France  
Futur  
Élevage