

Chers partenaires,

J'ai l'habitude de dire que l'on s'enrichit de nos différences. Le programme filière Méthane 2030 est un bel exemple.

Lors du lancement institutionnel du 21 février au Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, bien nommé Ambition Méthane 2030, j'ai pu remercier l'ensemble des partenaires, parce que si la réduction des émissions de méthane entérique est un véritable enjeu pour les bovins lait et viande, il n'aurait pas fallu moins qu'une filière ruminant soudée pour que la labellisation de ce programme aboutisse.

Le financement Bpifrance et le soutien d'APIS-GENE et de ses actionnaires, mais également la participation du cabinet du ministre de l'Agriculture traduisent cette ambition. Au final, nous avons une filière exploratoire qui investit plus de 10 millions d'euros sur cette thématique. Rappeler ensuite que notre ambition se traduit au niveau de l'architecture même de Méthane 2030, puisque ce programme a été construit en 7 lots pour ne pas le réduire à un programme en silo. Et les messages sont passés, puisque Frédéric Jobert, Secrétaire Général adjoint à la Planification Ecologique, a conclu cette matinée en précisant que Méthane 2030 est la démonstration que l'élevage ne s'oppose pas à la transition écologique, mais bien au contraire qu'il fait partie de la solution, et de dire : « La Planification Ecologique, c'est vous ! ».

Bonne lecture.

Daniel Perrin, Président

Sommaire

En vedette

Programmes à la Une

- Efficience alimentaire et alimentation de précision : vers de nouveaux outils pour améliorer la performance des exploitations
- Besoin d'un éclairage ? Des données de fluorescence pour mettre en lumière des anomalies chromosomiques
- Vers de nouveaux outils pour un phénotypage à semi et haut débit

Du côté des doctorants

- Smart Repro-2, la deuxième brique technologique vers le développement d'un outil embarqué de monitoring des hormones de la reproduction

Valorisation

- Il y a de l'index dans le gaz

Calendriers

Le bon coin des actionnaires

En vedette : Ambition Méthane 2030 - Retour sur le lancement institutionnel du programme Méthane 2030

Les partenaires de Méthane 2030 étaient réunis le 21 février 2024 au Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire pour le lancement institutionnel de ce programme porté par APIS-GENE et cofinancé par France 2030 et APIS-GENE.

Cette demi-journée a été l'occasion de présenter à un public de quelques 80 participants, professionnels, institutionnels et de l'administration publique, ce programme collectif français visant à identifier et développer des solutions de réduction d'émissions de méthane entérique des bovins. Madame la directrice de cabinet adjointe du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, Mylène Testut-Néves, a notamment pu rappeler que « l'élevage est un élément de notre souveraineté alimentaire et contribue évidemment à l'agroécologie ».

Un corpus de présentations a ensuite permis de préciser à la fois le contexte, les enjeux et livrables de chaque lot.

Les partenaires ont également pu affirmer leur ambition de relever ensemble le défi de la réduction des émissions de méthane entérique, pour avoir un élevage bovin français encore plus acteur de la décarbonation et de la souveraineté alimentaire.

Frédéric JOBERT, Secrétaire général adjoint à la Planification Ecologique, a conclu la matinée et a assuré le soutien du SGPE pour que les sorties du programme se traduisent sur le terrain.

En savoir plus [ici](#).



80 PARTICIPANTS : institutionnels, professionnels et de l'administration

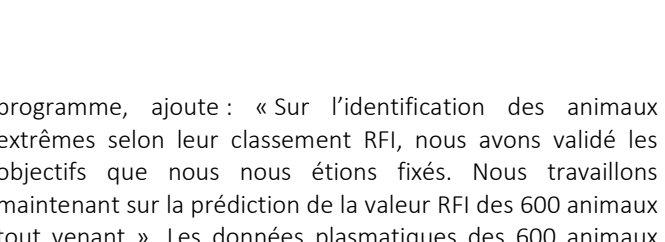
CONTEXTE : par Philippe Vissac (Coordinateur agriculture France 2030), André Le Gall (Idelle), Claire Rogel-Gaillard (INRAE) et Carine Capel (APIS-GENE)

TABLE RONDE « MÉTHANE 2030, ATTENTES ET ENJEUX POUR LES FILIÈRES » avec Patrick Bénézit (CNE), Emmanuel Bernard (INTERBEV), Thierry Roquefeuil (Cniel) et Bernard Malabrade (ELIANCE)

INTRODUCTION : par Daniel Perrin (APIS-GENE) et Mylène Testut-Néves (MASA)

CONTENU DU PROGRAMME : par Mickaël Brochard (Idelle), Mathieu Marthe (CA Bretagne) et Nicolas Gaudillière (ELIANCE)

CONCLUSION : par Frédéric Jobert (Secrétaire Général à la Planification Ecologique)



PROGRAMMES À LA UNE

La Science avance pour nos Filières !

Efficiencia alimentaire et alimentation de précision : vers de nouveaux outils pour améliorer la performance des exploitations

NUTRI-MARKERS – R&D – 2023/2024
534 K€ dont 318 K€ financés par APIS-GENE

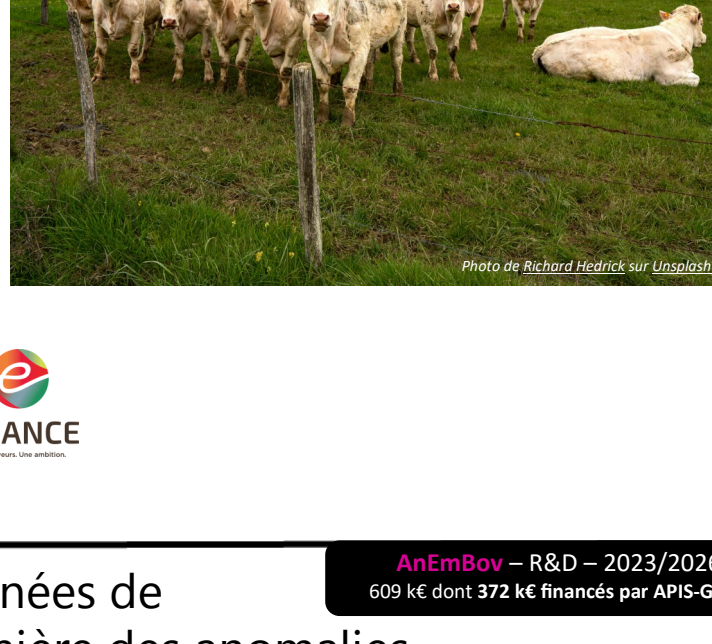
Début février 2024, l'Index alimentation animale du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire montrait que, depuis mai 2020, le prix des aliments 'Bovins à l'engrais' a augmenté d'année en année, comparativement au même mois de l'année précédente, ce qui positionne l'alimentation comme un levier central pour améliorer la performance des exploitations agricoles. Depuis 2015 et le lancement du programme BEEFALIM 2020 (APIS-GENE 2014 – 2020), des premiers modèles de prédiction de l'efficience alimentaire basés sur des biomarqueurs du plasma, comme l'abondance naturelle de l'azote ¹⁵N ou certains métabolites ou hormones, ont été développés. Ces modèles de prédiction de l'ingéré résiduel (RFI), principal critère de choix pour la sélection génétique de l'efficience alimentaire, suggèrent qu'il est possible à partir de certains de ces indicateurs de classer « a posteriori » les animaux en deux groupes ayant des valeurs extrêmes de RFI.

Renforcer la complémentarité entre nutrition et génétique constitue l'un des leviers pour améliorer l'efficience alimentaire des animaux de rente. Il a été montré chez le porc et la vache laitière qu'une amélioration des performances est possible en limitant l'apport de nutriments chez les animaux inefficients. Mais cette stratégie nécessite un phénotypage de l'efficience alimentaire à grande échelle ou l'utilisation de lignées divergentes pour ce caractère, tous deux inenvisageables. Le projet de finalisation NUTRI-MARKERS propose de capitaliser sur les biomarqueurs de RFI identifiés et d'étudier les gains technico-économiques et environnementaux de la mise en place d'une alimentation de précision assistée par ces biomarqueurs.

Le premier volet du programme s'intéresse au potentiel des biomarqueurs plasmatiques identifiés dans BEEFALIM 2020 à prédire de façon précoce le classement RFI des jeunes bovins à partir d'analyses simples et peu coûteuses réalisées en début d'engraissement, et capitalise sur les données d'un dispositif de 48 jeunes bovins extrêmes sur le caractère RFI. Les résultats sont prometteurs ! Sept métabolites plasmatiques communs ont été identifiés comme biomarqueurs de RFI à la fois en début et fin d'engraissement, dont quatre ressortant toujours comme discriminants lorsque leur analyse est effectuée par des méthodes simplifiées et peu coûteuses. Les modèles de prédiction de la classe RFI à partir de ces mêmes biomarqueurs dosés par ces méthodes simplifiées sont aussi prometteurs, avec un taux de classification correct supérieur à 70%, voire 80% pour certains modèles. Gonzalo Cantalapiedra (INRAE), coordinateur du

programme, ajoute : « Sur l'identification des animaux extrêmes selon leur classement RFI, nous avons validé les objectifs que nous nous étions fixés. Nous travaillons maintenant sur la prédiction de la valeur RFI des 600 animaux mâles génotypés dans le programme BEEFALIM 2020 seront combinées aux informations génomiques pour améliorer le modèle de prédiction de la classe RFI (efficieux vs inefficients) et prédire la valeur individuelle de RFI de chaque animal. Ces analyses sont en cours et devraient rendre leurs conclusions sur la fin de l'année 2024. Dans un même temps, plusieurs modèles d'évaluations génétiques Single-Step intégrant les données des métabolites sont testés.

Le cœur du projet réside dans un essai d'alimentation impliquant 120 jeunes bovins Charolais de la ferme expérimentale des Etablères (La Roche sur Yon). L'objectif ? Faire la preuve de concept d'une alimentation de précision assistée par des biomarqueurs de RFI, l'alimentation de précision étant également un moyen de diminuer les émissions de méthane entérique et l'excrétion d'azote vers l'environnement. Autrement dit : y a-t-il des intérêts à classer en début d'engraissement les broutards selon leur ingéré résiduel et à adapter leur alimentation en fonction de ce phénotype ? Le classement des animaux sera réalisé via les équations de prédiction basées sur les biomarqueurs précoces développés dans le programme. Résultats à suivre courant 2025 ...



Partenaires du programme : INRAE, ANR, ELIANCE

Besoin d'un éclairage ? Des données de fluorescence pour mettre en lumière des anomalies chromosomiques

AnEmBov – R&D – 2023/2026
609 K€ dont 372 K€ financés par APIS-GENE

Réduire les périodes improductives est un des enjeux économiques et environnementaux des élevages bovins laitiers et allaitants. Economie d'abord, puisqu'en élevage laitier par exemple, les frais liés à la reproduction s'élevaient à 10 €/t 000 L de lait en moyenne (Idelle). Environnement ensuite, puisque la maîtrise des périodes improductives des animaux permet notamment de diminuer les émissions de méthane et donc de maîtriser l'empreinte environnementale de l'élevage sur l'environnement. Détecter les anomalies génétiques pouvant affecter la fertilité ou la survie des jeunes le plus précocement possible est ainsi un enjeu pour les filières bovines et fait l'objet du programme AnEmBov. Pour fournir des diagnostics précoces, la détection des aneuploïdies avant la réimplantation des embryons est une piste qui fait l'objet de plusieurs sujets de recherches.

Mais qu'est-ce qu'une aneuploïdie ? C'est l'état d'une cellule qui ne possède pas le bon nombre de chromosomes, soit chez les bovins 29 paires auxquelles s'ajoute une paire de chromosomes sexuels. La trisomie est un cas d'aneuploïdie (par excès) par exemple.

Dans le cadre des schémas de sélection, 5 200 embryons sont produits en France par OPU-FIV (Ovum Pick Up puis Fécondation In Vitro) et sont plebiscités pour accélérer et diffuser le progrès génétique (source stats AETE 2023). Mais les taux de mise bas restent faibles, en partie car environ 20% de ces embryons présentent des aneuploïdies. La détection de ces embryons en début de gestation précoce. Par ailleurs, pour pallier des baisses de fertilité, détecter les veaux porteurs de ces anomalies permettrait également un fort intérêt pour la gestion du renouvellement en élevage. Couplé à la sélection génétique, un tel service d'identification d'anomalies chromosomiques pourrait être proposé aux éleveurs.

Pour identifier les aneuploïdies, plusieurs méthodes sont testées, capitalisant sur les données de génotypes réalisés en routine chez les veaux. Et les résultats sont encourageants. « Nous utilisons les données de génotypes bruts, mais aussi pour la première fois, les données de fluorescence. Ces données de fluorescence, et donc levé un premier verrou technologique. Cette méthodologie va être testée sur les embryons, dont les génotypes sont de moins bonne qualité », explique Daniel Le Bourhis (ELIANCE), coordinateur du programme. De ce fait, dès fin février 2024, avec le concours des entreprises de mise en place CONNEXYON et ALTIUDE, les productions de 200 embryons in vitro dans chacune des 3 races Holstein, Limousine et Charolaise, à partir d'ovocytes prélevés sur des ovaies d'abattoirs ont été lancées. Cela permettra de valider la méthode identifiée chez les veaux sur les données de génotypes de ces embryons. « Nous avons déjà produit 160 embryons en race Limousine. Ces embryons ont été biopsiés, et les cellules de ces biopsies seront génotypées. De là, nous pourrions récupérer les données de fluorescence pour tester la méthodologie retenue sur les données des veaux », précise Daniel Le Bourhis. Si la méthode de détection à partir des données de fluorescence est validée chez les embryons, elle sera ensuite appliquée sur les génotypes de 400 embryons produits par OPU-FIV par des partenaires de race Holstein. De plus, afin de comprendre l'origine de ces anomalies aux cours des premiers cycles de développement chez ces embryons produits in vitro et ainsi optimiser les protocoles de production, nous explorons grâce à des techniques d'imagerie les liens entre événements cellulaires et status aneuploïdes des embryons.

En ligne de mire de ce programme est attendue la production d'un nouvel indicateur permettant d'identifier les animaux porteurs d'aneuploïdie et donc d'infertilité, mais aussi d'un outil qui devrait améliorer significativement les taux de gestation obtenus après transfert d'embryons produits in vitro dans des femelles receveuses. Les résultats générés dans AnEmBov contribueront à améliorer les schémas de sélection et le renouvellement des troupeaux.

Partenaires du programme : ELIANCE, INRAE

Vers de nouveaux outils pour un phénotypage à semi et haut débit

D-PASS – R&D – 2019/2023
498 K€ dont 377 K€ financés par APIS-GENE

Avec des perspectives d'utilisation allant du support de phénotypage à l'outil diagnostique, les biomarqueurs, sont de précieux alliés pour les généticiens afin de prédire des caractères complexes comme l'efficience alimentaire, la qualité des produits ou encore la reproduction. Pour cela, après identification, plusieurs biomarqueurs doivent pouvoir être mesurés en parallèle, en routine et à grande échelle. Or la mesure de ces molécules biologiques, signatures de phénotypes contrastés et d'intérêt, se heurte à un manque d'outil facilement utilisable et peu coûteux ce qui ralentit leur utilisation.

D-PASS, programme technologique initié par APIS-GENE, se positionnait comme une première étape dans la mise en place d'innovations autour d'outils de mesure faciles à mettre en œuvre, rapides et économiques. Innovations indispensables pour envisager des phénotypages fins à semi et/ou haut débit et intégrer les biomarqueurs, en tant que support de la sélection génétique, de monitoring, ou d'aide à la décision de l'éleveur ou transformateur. En travail les aptamères, molécules jouant un rôle de capteurs moléculaires qui, couplés à un dispositif adéquat, permettent une détection fine et stable des biomarqueurs ciblés. Le programme s'intéressait à la fois à la validation de certains biomarqueurs récemment identifiés dans le cadre de programmes antérieurs comme BEEFALIM 2020 ou encore Pre-PILOTaGE et au développement d'outils spécifiques que sont les aptamères pour les biomarqueurs à travers une organisation séquentielle.

Dans le cadre du programme, un dispositif de validation de 20 animaux (8 bœufs et 12 vaches) de race Rouge des Prés a été créé pour confiner un set de protéines identifiées dans le programme Pre-PILOTaGE. L'analyse des données acquises via cette cohorte (modélisations, sensorielles, qualité de viande), combinée à des méthodes statistiques de méta-données, a permis de définir une liste restreinte, qui reste à confirmer, de 5 protéines circulantes potentielles biomarqueurs de la fertilité et de la teneur en gras. De même, les actions menées sur les biomarqueurs de l'efficience alimentaire ont abouti à une confirmation de protéines fluctuant avec le RFI (ingéré

résiduel), potentiellement détectables dans le plasma sanguin des animaux. Leur caractère marqueur de l'efficience alimentaire reste toutefois à asseoir en fonction du sexe et la conduite de l'animal.

En parallèle, après développements techniques, les protéines biomarqueurs de la reproduction ciblées dans le programme, LH et PAG1, ont pu être purifiées à partir de tissus permettant d'initier la phase de production des aptamères. Les compétences et connaissances acquises seront importantes pour assurer le bon déroulé de la thèse APIS-GENE Smart Repro-2 (ELIANCE/CEA/INRAE/VetAgroSup), qui vise au développement d'un biocapteur de la détection des ovulations et le monitoring en temps réel du statut reproductif chez la vache et utilisant pour partie les aptamères produits à l'issue de D-PASS.



Partenaires du programme : ELIANCE, INRAE

DU CÔTÉ DES DOCTORANTS

Smart Repro-2, la deuxième brique technologique vers le développement d'un outil embarqué de monitoring des hormones de la reproduction



En 2022, 6 411 925 inséminations (IA) ont été réalisées sur des vaches en France, dont 88% sur des vaches laitières (Idelle). La réussite de l'IA nécessite notamment de détecter le moment des ovulations chez les femelles. Traditionnellement, cette détection repose sur l'observation des chaleurs par observation visuelle. De plus en plus, les éleveurs utilisent des activimètres, qui permettent de détecter automatiquement les chaleurs. Cependant, chez les animaux à fort potentiel laitier, on observe une baisse de l'expression des chaleurs. En plus du fait que cela limite la fiabilité de la détection des ovulations et entraîne une dégradation des performances de reproduction, ce constat remet en cause les outils d'aide à la détection des ovulations basés sur l'enregistrement des chaleurs. Des réflexions s'orientent alors sur le développement d'outils basés sur le monitoring des dynamiques hormonales annonciatrices de l'ovulation.

Dans ce contexte, le projet SmartRepro (thèse de Juliette Simon, CEA Leti – INRAE – VetAgro Sup, financement Région Auvergne-Rhône-Alpes) propose de développer un outil d'aide à la détection des ovulations en élevage bovin basé sur le monitoring à distance et en temps réel des hormones impliquées dans la régulation de la reproduction, devant se présenter sous la forme d'un patch placé au niveau de l'oreille des bovins. Ce projet a permis d'aboutir à la définition d'un premier prototype composé de trois éléments majeurs : un réseau de microaiguilles creusées visant à extraire les fluides interstitiels après pénétration dans le derme de l'animal (la fabrication de ce réseau de microaiguilles a été effectuée par impression 3D mais requiert maintenant une optimisation du procédé de fabrication et des matériaux pour les tests d'implantation et d'extraction des fluides sur animal), un réseau microfluidique permettant de pomper et de convoyer les fluides prélevés par les microaiguilles vers la zone de mesure

(actuellement, le système fluidique est basé sur une pompe passive dont la fonctionnalité devra être démontrée lors de tests sur animaux) et des bases d'un biocapteur hormonal capable de détecter en temps réel la présence de progesterone dans des liquides artificiels.

La thèse de Rémy Séquestra réalisée dans le cadre du projet SmartRepro-2 consiste à poursuivre le développement des biocapteurs électrochimiques avec pour objectifs d'étendre les potentialités de capteur au dosage de la LH et de l'oestradiol et de transposer ces mesures en milieu réel. Le but visé est de rendre plus robuste le dosage des hormones par le biocapteur électrochimique retenu, un aptacapteur basé sur une technologie de transistor à effet de champs.

La particularité de l'aptacapteur est qu'il ne repose pas sur des aptamères mais sur les aptamères pour détecter les hormones. Le premier objectif de la thèse est ainsi focalisé sur le test du capteur à détecter la progesterone en milieu réel, c'est-à-dire à partir du sang ou du plasma prélevé au niveau de l'oreille de bovins. Rémy Séquestra explique : « Début janvier, nous avons pu initier les premiers essais en laboratoire de capteur graphique. L'étape de détection de la progesterone a débuté en mars. L'idée dans un premier temps est de réaliser une détection optimisée de cette hormone dans un milieu simple, avant de pouvoir la détecter sur des milieux complexes comme le fluide interstitiel ». Le capteur sera ensuite adapté de manière à pouvoir réaliser des mesures de cette hormone en dynamique sur plusieurs jours. Dans un second temps, le docteur s'attachera à tester la mesure de la LH à partir d'un aptamère développé à l'issue du programme D-PASS. Enfin, il s'intéressera à l'oestradiol avant de constituer un outil unique composé des 3 capteurs permettant la détection simultanément des trois hormones.

Partenaires du programme : ELIANCE, INRAE

VALORISATION

Il y a de l'index dans le gaz !

Plus exactement la France se maintient dans le peloton de tête mondial sur les avancées génétiques, puisque les premiers index « Méthane » sont prêts, 8 races laitières : Holstein, Montbéliarde, Normande, Brune, Simmental, Abondante, Tarentaise et Vosgienne.

Ces évaluations pilotes ont été mises au point et réalisées par l'UMT eBIS dans le cadre du programme MethaBreed. Démarré en 2018, MethaBreed a donc atteint son premier objectif d'inclure la production de méthane dans les objectifs de sélection des races laitières Françaises avec une perspective de mise en place des stratégies de conseil en élevage. Pour produire ces index, ont été générées et collectées plusieurs dizaines de milliers de mesures d'émissions du méthane par Greenfeed (mesure fine R&D) et spectres MIR (mesures en routine).

Ces premiers index montrent que si les corrélations entre émissions de méthane et caractères laitiers sont modérément défavorables il reste tout à fait possible de mettre en place une sélection sur ce critère sans dégrader les autres.

Nul doute que ces premiers index seront très bientôt améliorés et étendus notamment par les apports de mesures « sniffer » réalisées dans le cadre de la thèse MethaFor également soutenue par APIS-GENE depuis 2022, puis par les livrables du programme Méthane 2030 avec un élargissement attendu aux races allaitantes.



CALENDRIERS

Réunions à venir

- Comité Scientifique Opérationnel : 29 mai 2024
- Comité Stratégique : 04 juin 2024

Congrès scientifiques et salons

- Meeting annuel de l'EAAP - 75^{ème} édition du Meeting annuel de la Fédération européenne des sciences animales : 1^{er} au 5 sept. 2024 (Florence - Italie)
- SPACE 2024 - Le Salon International des Productions Animales : 17 au 19 sept. 2024 (Rennes)
- SOMMET DE L'ÉLEVAGE - Sommet de l'Élevage - Le Salon Européen des professionnels de l'élevage : 1^{er} au 4 oct. 2024 (Clermont-Ferrand)

- Sommet Mondial du Lait de la Fédération Internationale du Lait : 15 au 18 oct. 2024 (Paris)
- Conférence GLOMICAVE – « Approches holistiques et outils numériques pour l'analyse des données omiques » : 7 mai 2024
- Webinaire Déploiement index PARATUB en race Normande : 26 juin 2024
- Webinaire : Génétique ovine, un investissement pour vos troupeaux de demain : 28 mai 2024
- Les Marchés Mondiaux du lait et de la viande 2024 : 11 juin 2024 (Paris et en ligne)

avec les soutiens financiers de : Cniel, CNE, ELIANCE, Interbev