

Chers partenaires,

Si la COVID nous laisse un peu respirer, et idéalement sans masque, nous aurons le plaisir de vous retrouver à la Maison du Lait le mercredi 9 juin matin pour l'Assemblée Générale d'APIS-GENE.

Pour la première fois depuis la création d'APIS-GENE nous voulons, comme au travers de cette newsletter, mieux vous partager les actions menées qui, malgré la crise sanitaire sans précédent, n'ont jamais été aussi prioritaires : 45 programmes de R&D en cours de réalisation ou 7 valorisations déployées sur le terrain. Venez sans crainte 1 ou 2 programmes, illustrent les travaux conduits sur l'année 2020, pour chacun des quatre axes stratégiques, vous seront présentés de manière vulgarisée et courte. Mais cette AG sera aussi et surtout un moment d'échange avec nos actionnaires lors d'une table ronde et avec vous en direct dans la salle.

Je l'ai annoncé dès mon élection, nous n'aurons de cesse de rendre plus efficiente et cohérente la mutualisation au service de la R&D en génétique. Parfaite illustration, le rapprochement avec France Génétique Elevage (FGE) au travers de l'Appel A Projets (AAP) Actions Innovantes, pour lequel APIS-GENE vient de labelliser deux programmes. C'est dans cet esprit que Jean-Luc CHAUVEL, Président de FGE viendra s'exprimer à notre Assemblée Générale.

En attendant cet événement que nous vous préparons avec impatience, nous avons choisis de mettre en vedette de ce numéro les thèses, sujet prioritaire et d'actualité pour APIS-GENE dont l'AAP 2021, spécifique de co-financement de thèses, se clôturera le 14 mai prochain.

bonne lecture !

Daniel Perrin, Président

### Sommaire

#### En vedette

##### Programmes à la Une

- Quels impacts du réchauffement climatique sur les bovins ?
- À la découverte du génome des bactéries responsables de la paratuberculose
- Des oméga3 pour favoriser la reproduction des petits ruminants
- Comment limiter la dégradation des globules gras du lait ?

##### Du côté des doctorants

Le turnover protéique, un déterminant de l'efficience alimentaire ?

##### Valorisation

Pour devenir (meilleure) chèvre, suivez l'index !

##### Calendriers

##### Le bon coin des actionnaires

## En vedette : Doctorant un jour, chercheur toujours ?

Il est fondamental pour les filières de Productions Animales d'accompagner la formation des chercheurs de demain. C'est l'une des priorités d'APIS-GENE qui a investi plus de 3,2 millions € dans les co-financements de thèses. Depuis 2003, ce ne sont pas moins de 39 thèses qui ont été labellisées, dont plus de la moitié ont bénéficié du dispositif CIFRE, permettant de renforcer les partenariats entre les laboratoires de recherche et les entreprises professionnelles.

Véritables forces vives pour l'avancée des programmes de Recherches et boosters de résultats, les doctorants cofinancés par APIS-GENE ont notamment contribué à la mise en place de la sélection génomique pour les filières de ruminants. Si sur les deux premiers mandats d'APIS-GENE (2003-2013), les sujets de thèses portaient principalement sur des développements méthodologiques, ils se sont progressivement élargis et ont accompagné le développement de nouvelles thématiques, priorités de recherche définies par les professionnels. C'est d'ailleurs une spécificité des thèses soutenues par APIS-GENE d'allier un haut niveau scientifique à une réelle volonté de finalisation et de retour terrain pour nos filières. Les 11 thèses en cours, toutes en lien avec des programmes APIS-GENE (dont 6 en faisant partie intégrante), couvrent l'ensemble des axes stratégiques EGER 4.0 : efficacité alimentaire, recherche de mutations, amélioration des biotechnologies de la reproduction ou encore compréhension des mécanismes altérant la santé des animaux. Les thématiques sont vastes, les profils des doctorants également.

Après ces 3 années de formation, de dur labeur et de gestion de projet, les jeunes diplômés empruntent des chemins différents. Si certains ont quitté la recherche pour une carrière dans l'enseignement, le développement informatique ou encore l'expertise et le conseil en santé, dans plus de 60% des cas, nos doctorants évoluent encore dans le domaine de la génétique principalement dans les Productions Animales. Une dizaine d'entre eux mettent actuellement leurs compétences directement au service des professionnels de l'élevage : salariés d'Allice, d'Idéle, d'Entreprises ou d'Organismes de Sélection. Enfin, un peu moins d'un tiers poursuivent leur carrière en recherche, en grande majorité dans des laboratoires étrangers.

En 2021, APIS-GENE consacre son Appel A Projet annuel aux projets de thèse. Clôture des soumissions de projets : J-25 !

[\[Plus d'informations sur les modalités de dépôt ici\]](#)

## PROGRAMMES À LA UNE

### La Science avance pour nos Filières !

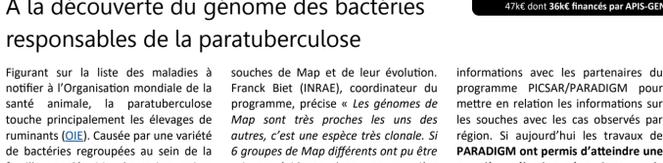
## Quels impacts du réchauffement climatique sur les bovins ?

CAIColor – R&D – 2020/2024  
597K€ dont 177K€ financés par APIS-GENE

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur et des épisodes caniculaires, conséquence directe du réchauffement climatique, devrait se poursuivre au cours du XXIème siècle (MétéoFrance). Particulièrement sensibles aux périodes chaudes, notamment à cause de la rumination qui produit de la chaleur et augmente leur température corporelle, les bovins sont, dans nos régions climatiques, affectés par la période estivale tant sur le plan de la production que sur le bien-être.

L'adaptation au changement climatique est donc un enjeu crucial pour l'élevage de ruminants et un sujet de premier ordre pour APIS-GENE, qui s'y est engagé en 2020 en soutenant le programme CAIColor. Ce programme a pour objectif d'étudier l'impact des vagues de chaleur sur différents caractères de production et de reproduction des vaches laitières (Holstein, Normande et Montbéliarde) mais aussi sur les reproducteurs d'élite allaitants et laitiers en termes de production et qualité de semence ou production d'embryons. Une étude transgénérationnelle permettra également de montrer les effets d'un stress thermique sur les performances de génisses dont la mère a subi un épisode de fortes chaleurs pendant sa gestation, mais aussi d'identifier un lien entre la semence produite

et la production des génisses. Dans son ensemble, CAIColor vise à accompagner les filières afin qu'elles puissent, à terme, être en mesure de faire face au défi du réchauffement climatique. « CAIColor va nous permettre d'en savoir plus pour pouvoir a posteriori contribuer pleinement au programme européen tout en acquérant des résultats franco-français, ce qui n'est pas toujours la norme dans un programme européen », explique Roxane Vallée. Avec en ligne de mire le développement d'un indicateur de résistance au changement climatique, CAIColor permettra de définir une stratégie de conseil sur les pratiques à adopter afin de limiter l'impact des vagues de chaleur pour les professionnels. Résultats à suivre ...



Partenaires du programme :

## A la découverte du génome des bactéries responsables de la paratuberculose

GenoMap – Amorçage – 2019/2020  
47K€ dont 36K€ financés par APIS-GENE

Figurant sur la liste des maladies à notifier à l'Organisation mondiale de la santé animale, la paratuberculose touche principalement les élevages de ruminants (DIE). Causée par une variété de bactéries appartenant au sein de la famille appelée *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* ou Map, la paratuberculose est une maladie dont la gestion est d'autant plus importante que les impacts sur les élevages bovins, tant économiques que sur le bien-être des animaux, sont conséquents. Malgré la mise en place de plans sanitaires par les Groupements de Défense Sanitaire, il est estimé que 50% des élevages bovins français sont touchés par la paratuberculose (ANSES).

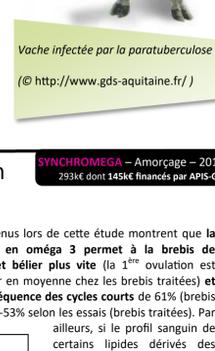
Afin d'améliorer les stratégies de maîtrise de cette maladie, il semble nécessaire de vérifier si le type de souche contaminant peut expliquer des différences de sensibilité à la paratuberculose au niveau de l'hôte. Collecté lors du programme PICAR/PARADIGM, un panel unique de 200 souches de Map a pu être séquencé dans le cadre du programme GenoMap. Pas moins de 153 génomes ont ainsi été validés et permettront d'améliorer la connaissance de la diversité de

souches de Map et de leur évolution. Franck Biet (INRAE), coordinateur du programme, précise : « Les génomes de Map sont très proches les uns des autres, c'est une espèce très clonale. Si 6 groupes de Map différents ont pu être mis en évidence dans une première analyse par génotypage, une distinction en terme d'impact (ou conséquence) biologique va être très difficile à démontrer ».

Les analyses bio-informatiques ont également montré que plusieurs souches voisines se retrouvent au sein d'un même élevage. Les génomes obtenus dans le cadre du programme GenoMap donnent une bonne visibilité des souches contemporaines qui circulent dans le Grand Ouest et permettent d'en établir leurs caractéristiques. « Isoler et cloner des souches de Map est un travail technique et complexe. L'obtention de ces séquences est donc un premier pas, mais compte tenu du nombre obtenu, il n'est pas encore possible de conclure sur l'écologie et la biologie de ces souches », ajoute Franck Biet. Ces premiers résultats ouvrent la porte à de nouvelles perspectives, notamment en partageant ces

informations avec les partenaires du programme PICAR/PARADIGM pour mettre en relation les informations sur les souches avec les cas observés par région. Si aujourd'hui les travaux de PARADIGM ont permis d'atteindre une première sélection génomique sur la susceptibilité à la paratuberculose en Holstein, l'objectif à terme est bien d'une part d'en faire bénéficier d'autres races en tant que référence et de sélectionner des souches spécifiques de souches.

[\[En savoir plus sur les résultats issus du programme PICAR/PARADIGM\]](#)



Vache infectée par la paratuberculose  
(© http://www.gds-aquitaine.fr/)

Partenaires du programme :

## Des oméga3 pour favoriser la reproduction des petits ruminants

SYNCHROMEGA – Amorçage – 2018/2020  
293K€ dont 145K€ financés par APIS-GENE

Les schémas de sélection des petits ruminants reposent sur l'insémination animale après utilisation d'hormones, qui permettent de synchroniser les chaleurs et d'assurer un désaisonnement de la reproduction. Cependant, le contexte actuel tend vers une diminution, voire une suppression, comme dans la filière biologique, de

l'utilisation de ces hormones. Parmi les voies de recherches de pratiques alternatives, l'effet mâle permet d'influencer et de synchroniser les chaleurs des femelles en contre-saison. Si cette alternative semble intéressante, elle nécessite souvent, dans le cas concret des ovins, deux ou trois ovulations pour que la brebis soit gestante. En effet, la 1ère ovulation induite par effet mâle est infertile chez plus de 50% des brebis, du fait de la régression prématurée du corps jaune, qui joue un rôle clé lors de la reproduction en sécrétant de la progestérone. On parle alors de « cycle court ». Afin de prévenir ces cycles courts, une supplémentation de la ration alimentaire avec des acides gras polyinsaturés de type oméga 3 pourrait s'avérer bénéfique.

Le programme SYNCHROMEGA s'attache à étudier l'impact d'une telle supplémentation sur la fréquence des cycles courts, sur la fertilité en lutte naturelle et sur le groupage des chaleurs après une mise à la reproduction par effet mâle chez les ovins de race Ile-de-France.

Les résultats obtenus lors de cette étude montrent que la supplémentation en oméga 3 permet à la brebis de répondre à l'effet bélier plus vite (la 1ère ovulation est avancée d'un jour en moyenne chez les brebis traitées) et de diminuer la fréquence des cycles courts de 61% (brebis non traitées) à 25-53% selon les essais (brebis traitées). Par ailleurs, si le profil sanguin de certains lipides dérivés de

certains acides gras polyinsaturés est modifié, ils ne peuvent être définis comme biomarqueurs des cycles normaux. Enfin, une bonne fertilité (98% des brebis mettant bas) a été obtenue aussi bien chez les brebis supplémentées que non supplémentées en oméga 3, sans impacter la prolificité. Ainsi, aux doses utilisées dans l'étude, si les résultats montrent un impact sur la fréquence des cycles courts, ces derniers n'ont pas pu être totalement supprimés pour autant.

« Les premiers résultats produits dans le cadre de SYNCHROMEGA sont encourageants et revêtent un intérêt certain dans le contexte d'IA, mais des recherches, notamment d'affinage des protocoles de supplémentation alimentaire, restent à conduire », explique Marie Peller-Rubio (INRAE), coordinatrice du programme. De nouvelles réflexions doivent donc être menées dans une perspective de développement d'un supplément alimentaire pour une application en élevage.



Partenaire du programme :

## Comment limiter la dégradation des globules gras du lait ?

LIPOMEC – R&D – 2018/2021  
769K€ dont 316K€ financés par APIS-GENE

Cofinancement :

utilisé comme critère de mesure du lait dans certaines régions, ce qui entraîne des pénalités financières pour les éleveurs bovins laitiers d'environ -3€/1000L de lait, des pertes économiques pour la filière et un gaspillage des matières premières. L'amélioration de la compréhension des mécanismes contrôlant la dégradation de la matière grasse laitière fait l'objet du programme LIPOMEC. Pour Christelle Cebo (INRAE), coordinatrice du programme, « le soutien d'APIS-GENE qui a permis d'initier ces recherches chez le bœvin, a été un élément crucial dans l'obtention d'un financement par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), qui nous permet aujourd'hui d'étendre l'étude aux petits ruminants et de hiérarchiser l'impact de facteurs d'élevage sur la lipolyse spontanée ».

Une approche zootechnique a montré qu'une restriction alimentaire et que le moment de la traite (soir vs matin) impactaient la lipolyse spontanée, de respectivement +0,20 et +0,56 Meq/100g de matière grasse. En complément, des analyses moléculaires sont en cours. Elles permettront d'établir une connaissance fine de la composition du lait et de mieux comprendre les

mécanismes en jeu lors de la lipolyse spontanée dans le lait et dans la glande mammaire. Le programme a également permis de développer des équations de prédiction de la lipolyse sur lait individuel basé sur l'utilisation des spectres moyen infrarouge, les équations utilisées depuis 2012 par les laboratoires interprofessionnels laitiers étant basées pour des laits de chèvre. « C'est un beau résultat qui nous permet, grâce à la ré-exploitation de données collectées dans le cadre du programme PhénofinLait (également cofinancé par APIS-GENE), d'explorer les régions génomiques qui peuvent être impliquées dans la susceptibilité des vaches à la lipolyse dans le lait », précise Christelle Cebo. Ces derniers résultats permettront peut-être à moyen terme d'améliorer la sélection en intégrant ce caractère pour les races Holstein, Normande, et Montbéliarde.

A terme, ce projet ambitieux permettra également de développer un outil terrain qui permettrait de quantifier des biomarqueurs de la lipolyse dans le lait à l'échelle individuelle et ainsi d'éviter l'introduction de lait lipolysé dans le tank.

Partenaires du programme :

## DU CÔTÉ DES DOCTORANTS



Pablo GUARNIDO-LOPEZ  
M.P. ORTIGUES (Directrice de thèse)  
G. CANTALAPIEDRA

## EFFI-SCIENCE : le turnover protéique, un déterminant de l'efficience alimentaire ?

Les études de la FAO (2013) ont donné un nouvel élan aux recherches relatives à l'efficience alimentaire des élevages de ruminants, notamment de bovins allaitants. Véritable levier d'amélioration de la durabilité et probablement un élément de réponse aux problématiques d'autonomie protéique. La vitesse du turnover protéique, c'est-à-dire le renouvellement des protéines, est un phénomène vital pour l'entretien et la survie des animaux. Zéro, c'est énergivore et associé à des pertes en azote, ce turnover protéique a été identifié par les équipes de recherche comme un déterminant des variations d'efficience alimentaire.

Dans ce contexte, l'étude du métabolisme protéique dans la variabilité individuelle de l'efficience alimentaire chez le bœvin engraissement est le sujet de la thèse EFFI-SCIENCE, qui bénéficie d'une partie du dispositif animal de grande envergure du programme BeefAlim 2020.

Durant les deux premières années de sa thèse, Pablo Guarnido-Lopez a montré que bien qu'il n'existe pas de différence d'utilisation de l'azote entre animaux efficaces et non efficaces, leur composition corporelle a varié de manière significative, et donc, la distribution de l'azote corporel qu'ils ont déposé. Les animaux efficaces ont déposé plus de protéines vers la carcasse au

détriment du cinquième quartier par rapport aux animaux moins efficaces, ce qui augmente la profitabilité des éleveurs. « Les animaux efficaces ont présenté des organes moins volumineux, et sachant que les viscères ont un métabolisme et un turnover plus élevé que le muscle, un turnover protéique et une dépense énergétique plus faibles sont attendus chez ces animaux efficaces, ce qui pourrait expliquer leurs ingestions plus basses avec les mêmes performances », explique le doctorant. Menées sur deux types de régimes (herbe vs maïs), les recherches montrent que les régimes plus énergétiques reflètent une différence de composition corporelle plus importante entre animaux turnover et donc, plus de différences par rapport au turnover protéique. « Ces résultats suggèrent que pour les jeunes bovins en croissance et engraissement, où l'alimentation utilisée est fondamentalement énergétique, une sélection sur l'efficience alimentaire aura le même impact sur le turnover protéique » complète Pablo Guarnido-Lopez. Avec une telle sélection, un impact sur l'efficience protéique des animaux et donc, sur la profitabilité du système des jeunes bovins viande est attendu.

L'ensemble de la partie expérimentale étant achevée, la dernière année de thèse sera mise à profit pour analyser l'ensemble des données collectées sur l'aspect biomoléculaire du métabolisme.

[\[En savoir plus sur BeefAlim2020\]](#)

Articles scientifiques : [Guarnido et al., Renc. Rech. Ruminants, 2020, 25](#) ; [Guarnido et al., ISEP, 2019](#)

Valorisation : équations de prédiction de l'efficience alimentaire à partir du biomarqueur N<sup>15</sup>

## VALORISATION

## Pour devenir (meilleure) chèvre, suivez l'index !

Les schémas de sélection caprins Français sont particulièrement performants et s'appuient depuis fin 2018 sur la sélection génomique. Ayant bénéficié de la mutualisation des fonds d'APIS-GENE, cette avancée majeure est le résultat d'un long travail collaboratif public/majeur mobilisant l'Organisation et Entreprise de Sélection Capgènes, FCEI, Allice, INRAE et Idéle au travers de l'UMT GPR.

Comme pour toute mise en place d'indexation génomique, des animations de référence ont été constituées, à partir d'animaux pour lesquels les performances et les génotypes ont été collectés. Pour les caprins laitiers il s'agit des bœufs d'insémination Animale de race Alpine et Saanen, leurs performances étant celles de leurs filles collectées en ferme pour les caractères de morphologie, de production et de qualité laitière (cellules somatiques). Les génotypes ont été obtenus grâce à la lecture de l'ADN sur une puce SNP spécifique de l'espèce, développée avec Illumina.

Ces bœufs et leurs filles ont permis d'établir des corrélations entre les performances et les marques génétiques qu'ils portent sur leur ADN (allèles déterminés via le génotype sur la puce SNP) et ainsi déterminer des équations de prédiction. Il devient alors possible de réaliser les processus inverse : prédire les performances futures des jeunes animaux à partir de leur ADN. La méthodologie pour établir ces équations de prédiction a fait l'objet d'un travail spécifique qui a abouti à réaliser ces évaluations génomiques directement en « Single Step ». Cette intégration simultanée des performances et de l'indexation génomique permet notamment de gagner en précision et est en cours de mise en place chez les bovins.

La sélection génomique caprine a déjà permis de gagner en vitesse de sélection et en précision par rapport à une sélection génétique classique (polygénique). Ces gains sont accentués par l'enrichissement de nouveaux animaux génotypés au cours du temps et ont déjà permis de dépasser le CD initial de 0,35 à 0,51 actuellement. Le nombre de bœufs du schéma de sélection a été revu à 115 vs 80 avant sélection génomique) amenant une plus grande

variabilité génétique disponible pour les éleveurs. Cela s'est accompagné, en amont, d'une augmentation de la pression de sélection puisque seulement un bœuf sur 3 est aujourd'hui retenu pour l'insémination avec l'ambition d'atteindre les 1/4 dans un avenir proche (1/2 avant génomique).

Elle ouvre également le champ des possibles des caractères sélectionnables, notamment à faibles héritabilités. La fertilité et certains gènes majeurs (résistance à la tremblante et TB) ont déjà été intégrés. A moyen terme elle devrait permettre l'intégration de la résistance aux strongles, en cours d'étude au travers du programme TEPACAP labellisé par APIS-GENE en 2020.

Les objectifs de la filière caprine sont aujourd'hui d'améliorer l'efficacité de l'investissement collectif avec les élevages Français (bœufs et chèvres). La filière ambitionne l'élargissement du programme de sélection à d'autres pays, via la mise en place d'une évaluation Européenne commune (programme européen SMARTER) ou par l'évaluation des animaux étrangers issus des semences françaises exportées.

Un fameux proverbe chinois dit que « Quand le sage désigne la lune, l'idiot regarde le doigt », pourtant la génomique nous montre depuis plus de dix ans qu'il faut bien regarder l'index pour atteindre la lune !

[\[En savoir plus : CAPGENES & MARI PELLER\]](#)



Chèvre Alpine (© Capgènes)



## Glossaire :

- CD (coefficient de détermination) : indice de fiabilité d'un index, compris entre 0 et 1. Plus le CD est proche de 1 et plus l'index est fiable.
- Marques génétiques : réparties sur l'ensemble du génome, ce sont des séquences simples qui permettent de suivre des zones plus complexes comme par exemple des gènes. En génomique des ruminants, les plus utilisées sont les SNP.
- Sélection polygénique : sélection génétique classique, réalisée à partir des pedigrees et des performances mesurées (propres à un individu et celles de sa parenté).
- SNP (Single Nucleotide Polymorphism) : variation de séquences d'ADN d'une seule base.
- TB (taux butyreux) : teneur en matière grasse du lait.

## CALENDRIERS

### Réunions à venir

- Comité Stratégique** : 25 Mai 2021
- Comités de Suivi des Valorisations** : 20 avril 2021
- Assemblée Générale** : 9 juin 2021
- Comité Scientifique Opérationnel** : 3 juin 2021
- Sélection Génomique Bovins viande** : 30 juin 2021
- Autre réunion** : Directeur Opérationnel du GIS Avenir Elevages : 1<sup>er</sup> juin 2021

## LE BON COIN DES ACTIONNAIRES

Webinaires :
 

- Ferme expérimentale de Trévarez - Système "Maïs" vs système "Herbe" : Les enseignements de 8 ans de travaux : 23 avril 2021
- Grand Angle Ovin 2021 : 4 mai 2021 (100% numérique)
- Marchés Mondiaux du lait et de la viande : Du 3 au 24 juin 2021
- Smart Elevage : 24 juin 2021

 ➔ A consulter : Idéle Mag n°19

Mondial du Fromage : 06/06/2021 (Tours)

Journées Made in Viande : 24 au 31 mai (France)