

Impact des communautés bactériennes et de leur pilotage dans la gestion des mammites chez la vache laitière : présentation du projet " EcoSA "

Hélène Lirot, Patrick Gasqui, Laurent Crespin, Xavier Bailly, Anaïs Bompard

▶ **To cite this version:**

Hélène Lirot, Patrick Gasqui, Laurent Crespin, Xavier Bailly, Anaïs Bompard. Impact des communautés bactériennes et de leur pilotage dans la gestion des mammites chez la vache laitière : présentation du projet " EcoSA ". Glande mammaire lait / Glactinnov, INRAE; Galactinnov; L'institut agro Rennes Angers, Nov 2022, Rennes, France. hal-03845350

HAL Id: hal-03845350
https://hal.inrae.fr/hal-03845350

Submitted on 9 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Impact des communautés bactériennes et de leur pilotage dans la gestion des mammites chez la vache laitière : présentation du projet « EcoSA »

Hélène Lirot, Patrick Gasqui, Laurent Crespin, Xavier Bailly et Anaïs Bompard

INRAE EPIA

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

INRAE anr

Contexte

Mammites

- Infection de la mamelle
- Principal problème sanitaire en élevage laitier
- *Escherichia coli, Streptococcus uberis, Staphylococcus aureus …*
- Multifactoriel
- Traitement antibiotique

S. aureus

- Difficile à contrôler par traitements antibiotiques
- Antibiorésistance
- Infections récurrentes : mammites chroniques
- Zoonose
- Des ennemis naturels (lactobacilles, phages)
- Risque sanitaire variable selon les fermes

Problématiques générales

- Circulation des agents pathogènes entre les compartiments microbiens
- Impact des interventions en élevage
- Dysbiose et infections

EcoSA

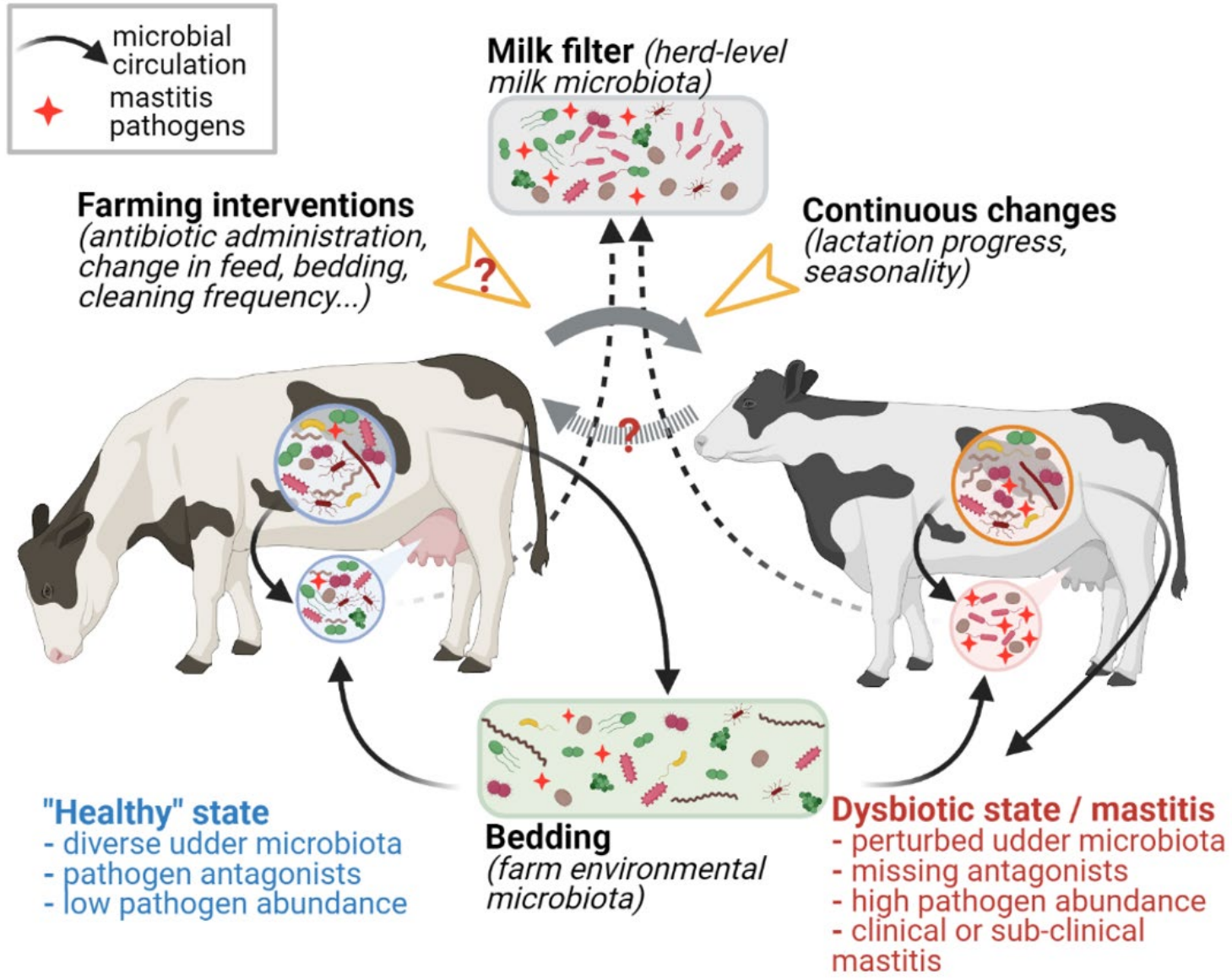
Ecosystem-based control of Staphylococcus aureus mastitis in dairy farms

- Projet ANR
- 48 mois (2021 à 2025)
- Coordinateur : Anaïs Bompard
- **Etudier les relations entre *S. aureus* et son écosystème microbien pour identifier des solutions de biocontrôle**

Objectifs

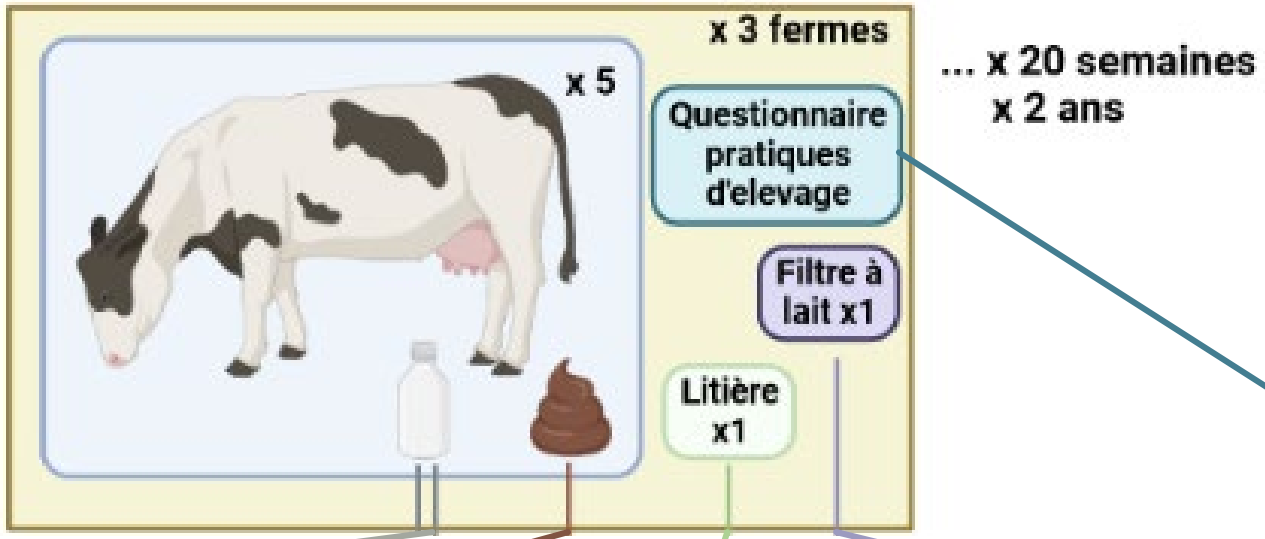
- Mieux comprendre les relations de *S. aureus* avec l'écosystème microbien
- Dynamique et la circulation des principaux pathogènes (*S. aureus, S. uberis, E. coli*)
- Dynamiques des communautés microbiennes, interactions biologiques
- Réponse aux interventions agricoles
- Etats « sains » et « perturbés »
- Proposition de nouvelles méthodes de surveillance (filtre à lait)
- Proposition de méthodes de biocontrôle

→ **Suivi longitudinal**



Matériels et méthodes

Echantillonnage

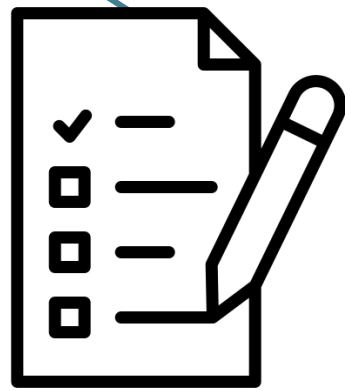










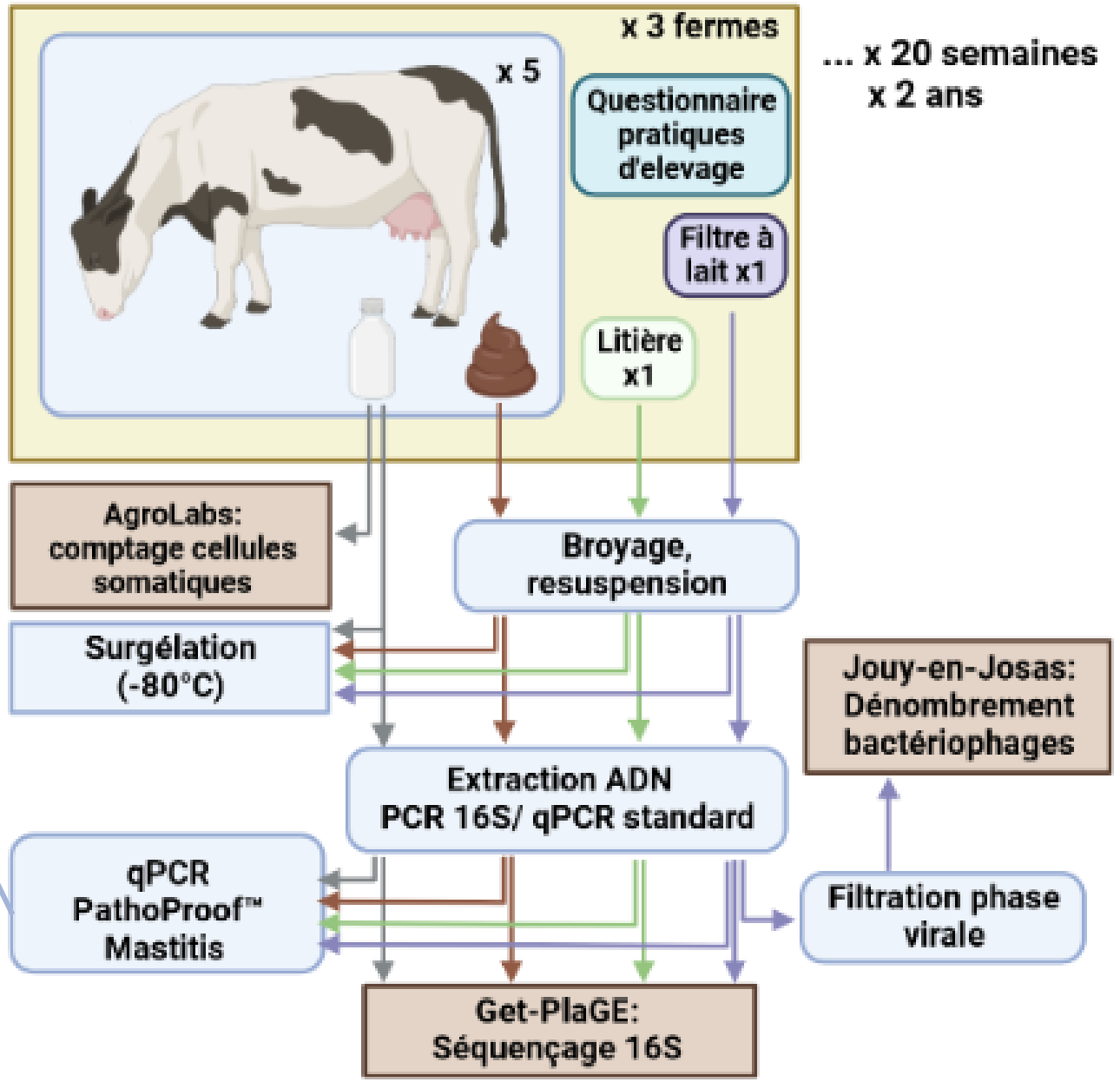


Matériels et méthodes

Analyses de laboratoire

PathoProof™ Mastitis Complete-16 Kits

- *Staphylococcus* aureus
- *Staphylococcus* spp. (including all major coagulase-negative staphylococci)
- *Streptococcus agalactiae*
- *Streptococcus dysgalactiae*
- *Streptococcus uberis*
- *Escherichia coli*
- *Enterococcus* spp. (including *E. faecalis* and *E. faecium*)
- *Klebsiella oxytoca* and *K. pneumoniae*
- *Serratia marcescens*
- *Corynebacterium bovis*
- *Arcanobacter pyogenes* and *Peptoniphilus* (*Peptostreptococcus*) *indolicus*
- *Mycoplasma bovis*
- *Mycoplasma* spp.
- *Yeast*
- *Prototheca* spp
- Staphylococcal β-lactamase gene (penicillin-resistance gene)



Matériels et méthodes

Analyses des données

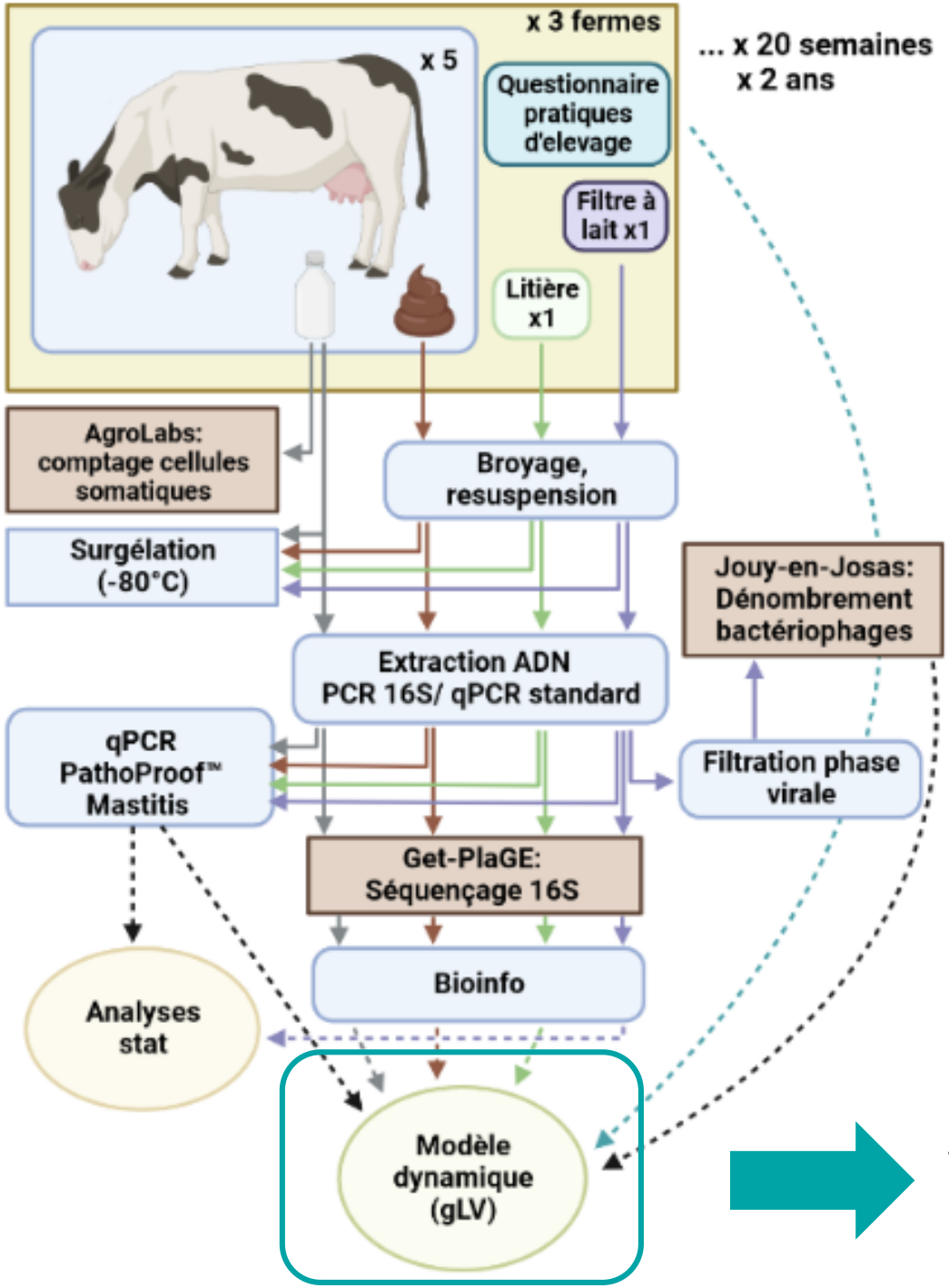
- Métagénomiques :

Connaître les OTU présentent dans les matrices

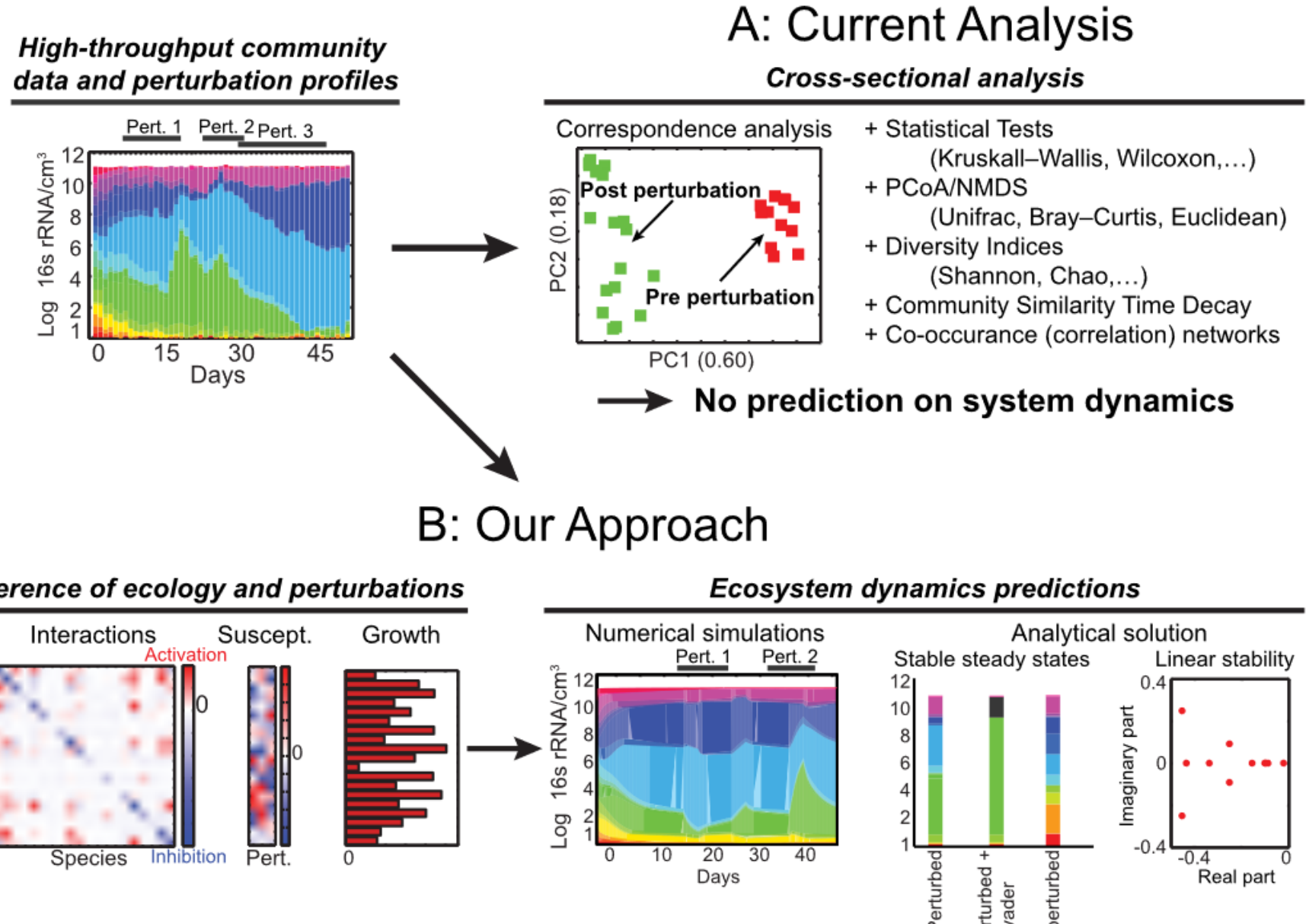
- Analyses statistiques :

PCoA, indice de diversité, similarité des communautés, co-occurrence des réseaux d'interaction

- Modèle dynamique



Stein et *al.*, 2013



Thèse

Impact des communautés bactériennes et de leur pilotage dans la gestion des mammites chez la vache laitière : une approche par la modélisation dynamique

Directeur de thèse : Xavier Bailly

Co-encadrante de thèse : Anaïs Bompard

Description

- Mettre en évidence la circulation des bactéries pathogènes et leurs interactions avec d'autres bactéries commensales

Modélisation

- Modéliser les communautés bactériennes de la mamelle, de la sphère intestinale et de l'environnement

Simulation

- Evaluer l'impact des perturbations liées à des interventions en élevage sur les communautés bactériennes
- Identifier des leviers potentiels de pilotage de l'écosystème microbien permettant une meilleure gestion des mammites

Thèse

Modèle dynamique : Lotka-Volterra généralisé (gLV)

$$\frac{d}{dt}x_i(t) = x_i(t)\left(\mu_i + \sum_{j=1}^{N} M_{ij}x_j(t)\right)$$

Concentration du taxon i

Taux de croissance spécifique de i

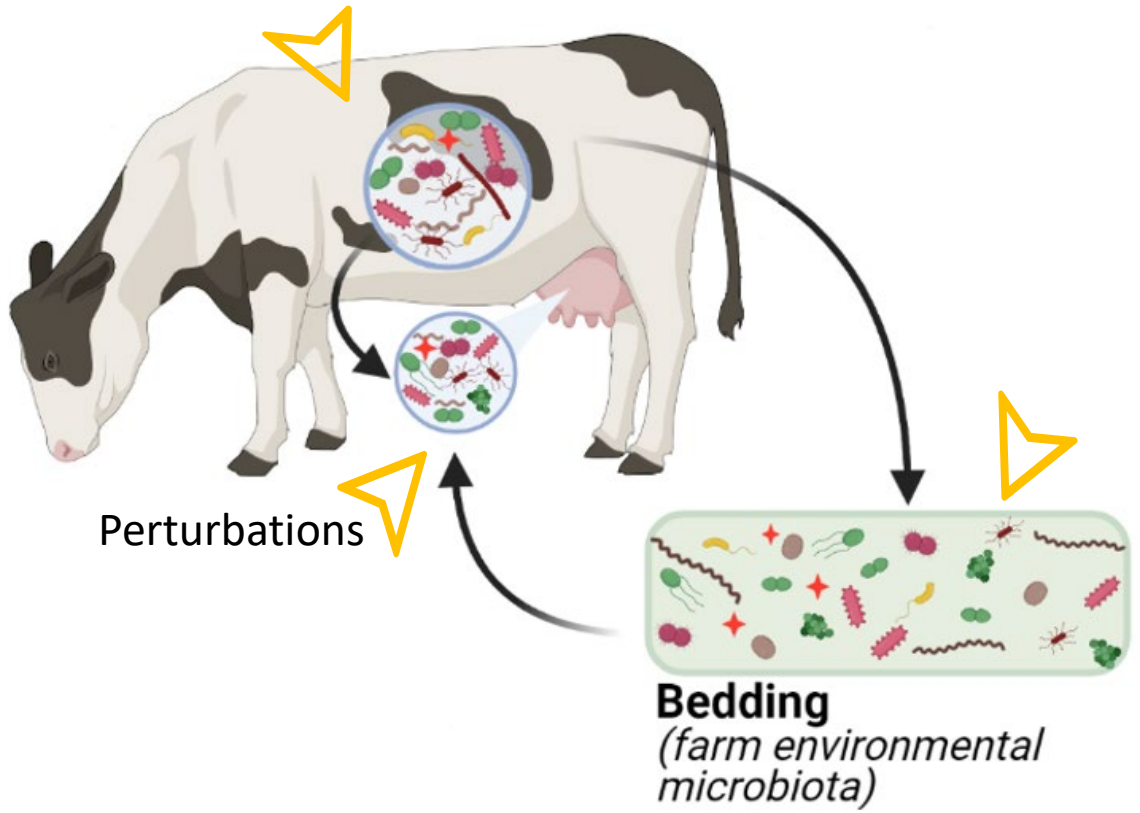
Interaction entre taxon

$$\frac{d}{dt}x_i(t) = x_i(t)\left(\mu_i + \sum_{j=1}^{N} M_{ij}x_j(t) + \sum_{k=1}^{P} \varepsilon_{ik}u_k(t)\right)$$

Perturbations

$$\frac{d}{dt}x_{ic}(t) = x_{ic}(t)\left(\mu_{ic} + \sum_{j=1}^{N_c} M_{ijc}x_{jc}(t) + \sum_{k=1}^{P_c} \varepsilon_{ikc}u_{kc}(t)\right) + \sum_{m=1}^{C} \rho_{imc}v_m(t)$$

Circulation des taxons entre compartiments



Thèse

Modèle dynamique : Lotka-Volterra généralisé (gLV)

$$\frac{d}{dt}x_{ic}(t) = x_{ic}(t)\left(\mu_{ic} + \sum_{j=1}^{N_c} M_{ijc}x_{jc}(t) + \sum_{k=1}^{P_c} \varepsilon_{ikc}u_{kc}(t)\right) + \sum_{m=1}^{C} \rho_{imc}v_m(t)$$

Concentration du taxon i

Taux de croissance spécifique de i

Interaction entre taxon

Perturbations

Circulation des taxons entre compartiments

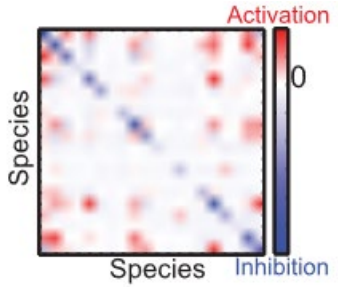
- *t : temps*
- *N : nombre d'unité taxonomique dans la communauté*
- *P : Nombre de perturbations*
- μ_{ic} *: taux de croissance spécifique de i isolé*
- M_{ijc} *: effet j sur* x_i *(Mij> 0 : commensalisme, Mij< 0 : amensalisme)*
- ε_{ikc} *: effet de la perturbation* u_k *(variable dans le temps) sur l'unité i*
- *C : nombre de compartiments de la méta communauté (mamelle, intestin, litière)*
- $\rho_{imc}v_m(t)$ *: nombre d'individus i qui arrive de m, durant dt*
- $v_m(t)$ *: signal variant dans le temps*

Thèse

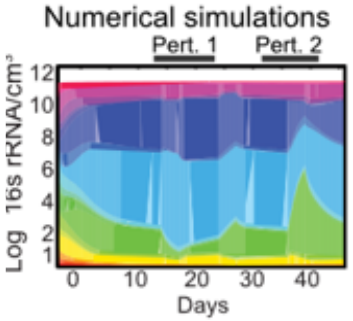
Modélisation



Evaluation du modèle



Bibliographie



gLV

1 équation / OTU / matrice

Inférence

Résultats attendus

(1) La description des communautés microbiennes des 3 compartiments

(2) L'identification des ennemis naturels des agents pathogènes

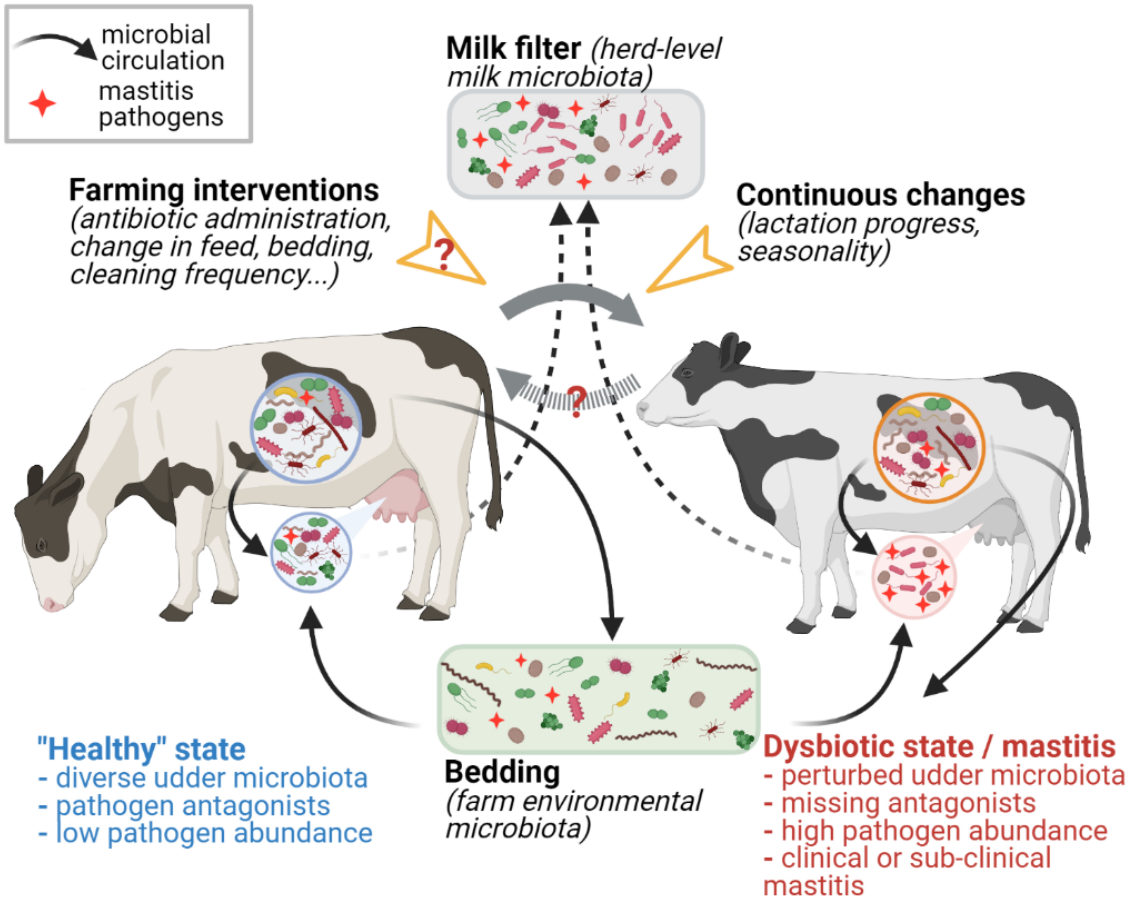
(3) Un modèle de la dynamique et de la circulation des principaux agents pathogènes

(4) L'évaluation de l'impact des interventions agricoles

(5) Un modèle dynamique prédictif de dynamique des communautés microbiennes, qui inclut l'impact les interventions d'élevage

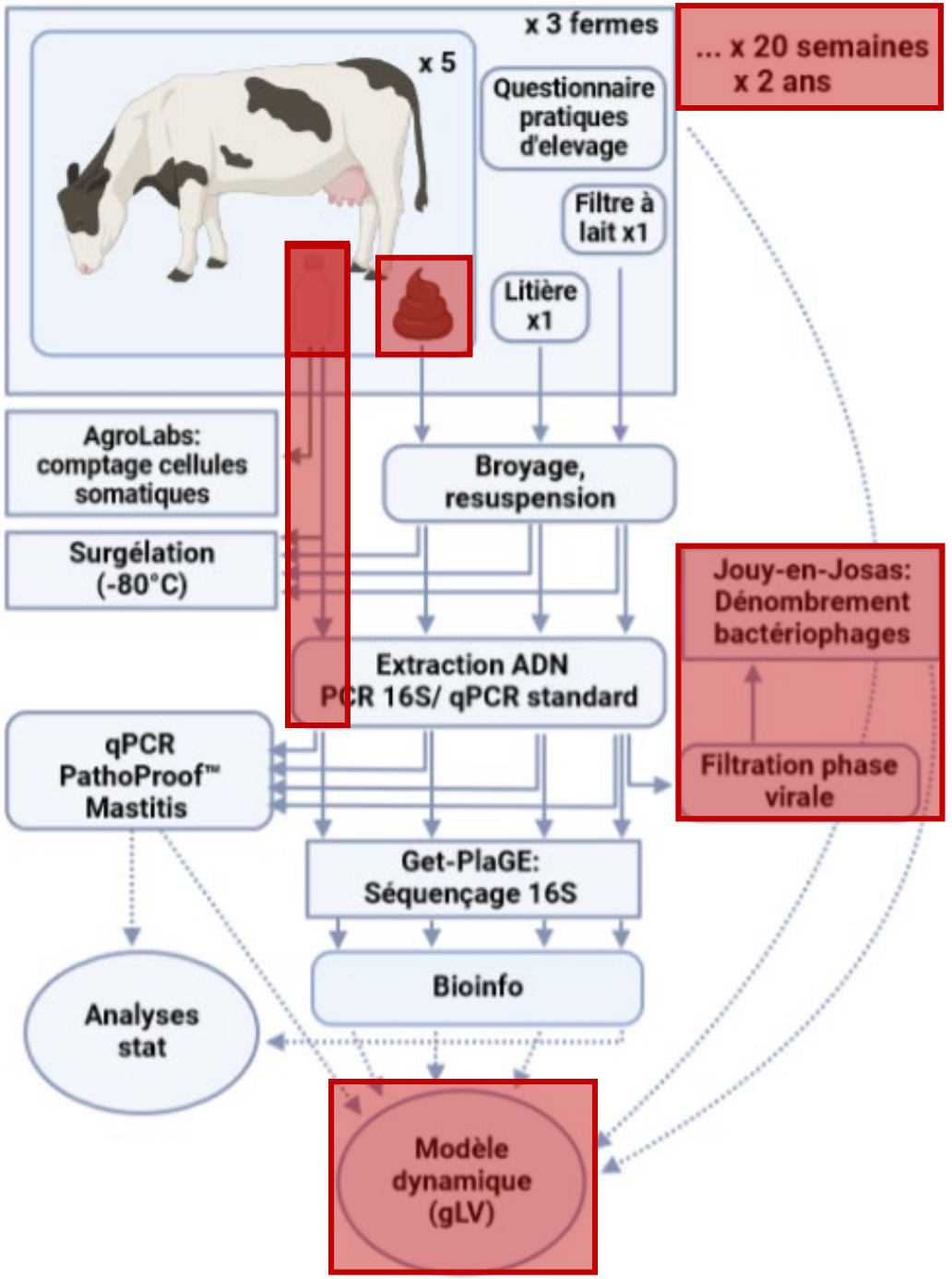
(6) L'évaluation du filtre à lait comme outil de surveillance

(7) L'élaboration de recommandations pour une gestion écosystémique de la mammite (gestion de l'environnement)



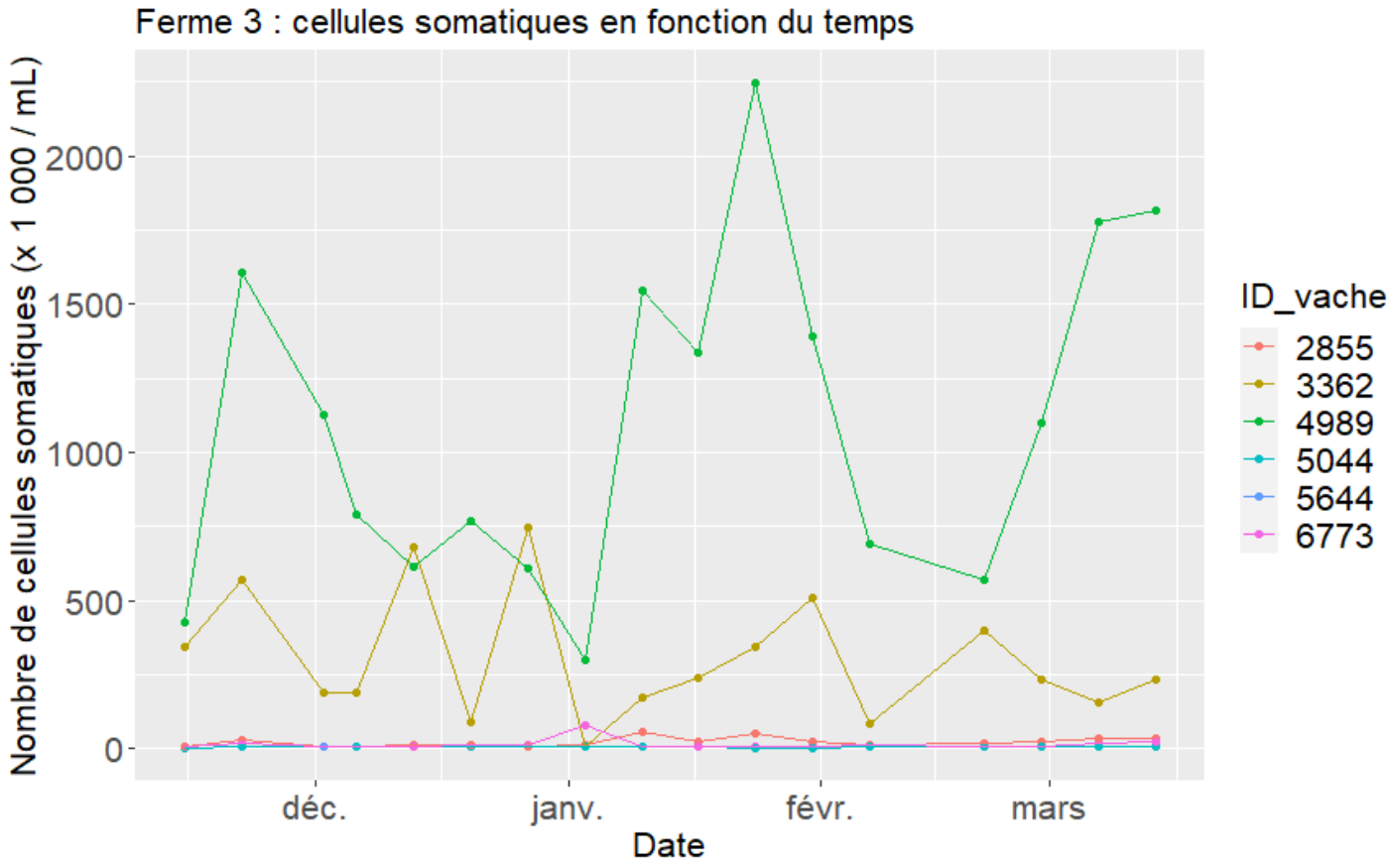
Difficultés

- Echantillonnage lourd
- Concentration bactérienne dans le lait très faible
- Nécessité de résultats qPCR en abondance absolue pour ajuster le modèle
- Avoir de longues séries temporelles



Opportunités

- Suivi longitudinal
- Données : avant, pendant et après mammite
- 3 compartiments
- Echantillons à -80°C



Conclusion

- Mieux comprendre les mammites par une approche intégrée à l'échelle de la ferme
- Proposer des méthodes de gestion du microbiote basée sur les résultats de modélisation
- Développer une approche « biocontrôle » de la santé animale basée sur la gestion de l'écosystème microbien