



**HAL**  
open science

## Modélisation du fonctionnement d'un troupeau laitier intégrant le rôle du système d'information (SITEL)

Laure Brun-Lafleur, Philippe Faverdin

### ► To cite this version:

Laure Brun-Lafleur, Philippe Faverdin. Modélisation du fonctionnement d'un troupeau laitier intégrant le rôle du système d'information (SITEL). Conception de systèmes agricoles assistée par modèle (CSA), May 2014, Paris, France. hal-01210593

**HAL Id: hal-01210593**

**<https://hal.science/hal-01210593v1>**

Submitted on 5 Jun 2020

**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.



# Modélisation du fonctionnement d'un troupeau laitier intégrant le rôle du système d'information (SITEL)

*L. Brun-Lafleur (IDELE)  
et P. Faverdin (INRA)*



# Contexte et enjeux

- ▶ **Dérégulation des marchés, développement de la contractualisation...**
  - ▶ → Anticiper les performances du troupeau, la courbe de livraison (industrie/producteurs)
  - ▶ → Anticiper les conséquences des variations de prix
  - ▶ → Maîtriser les leviers techniques pour adapter le systèmes d'élevage à ce contexte
  
- ▶ **Développement des outils de mesure et de surveillance du troupeau**
  - ▶ → Savoir dans quelles mesures la quantité et la qualité de l'information affectent les décisions et les performances du troupeau
  
  - ▶ → Nécessité de nouveaux outils pour aider au pilotage du troupeau
  
  - ▶ → Conception réglée, mais anticipation innovante



# Les étapes du projet, les moyens

## ▶ Travail de recherche : développement du modèle Sitel ("Simulateur de troupeau en élevage laitier")

### ▶ Thèse Cifre

UMR Inra-Agrocampus Ouest Production du lait (UMR Pegase)

Institut de l'Elevage

UMT Recherche et ingénierie en élevage laitier (Riel)

## ▶ Vers un outil de conseil en élevage

▶ Travail en concertation avec les FCEL (France conseil élevage) et quelques Ecel (Entreprises de Conseil en élevage)

▶ Destinataires : conseillers Ecel

## ▶ Nombreuses collaborations, liées

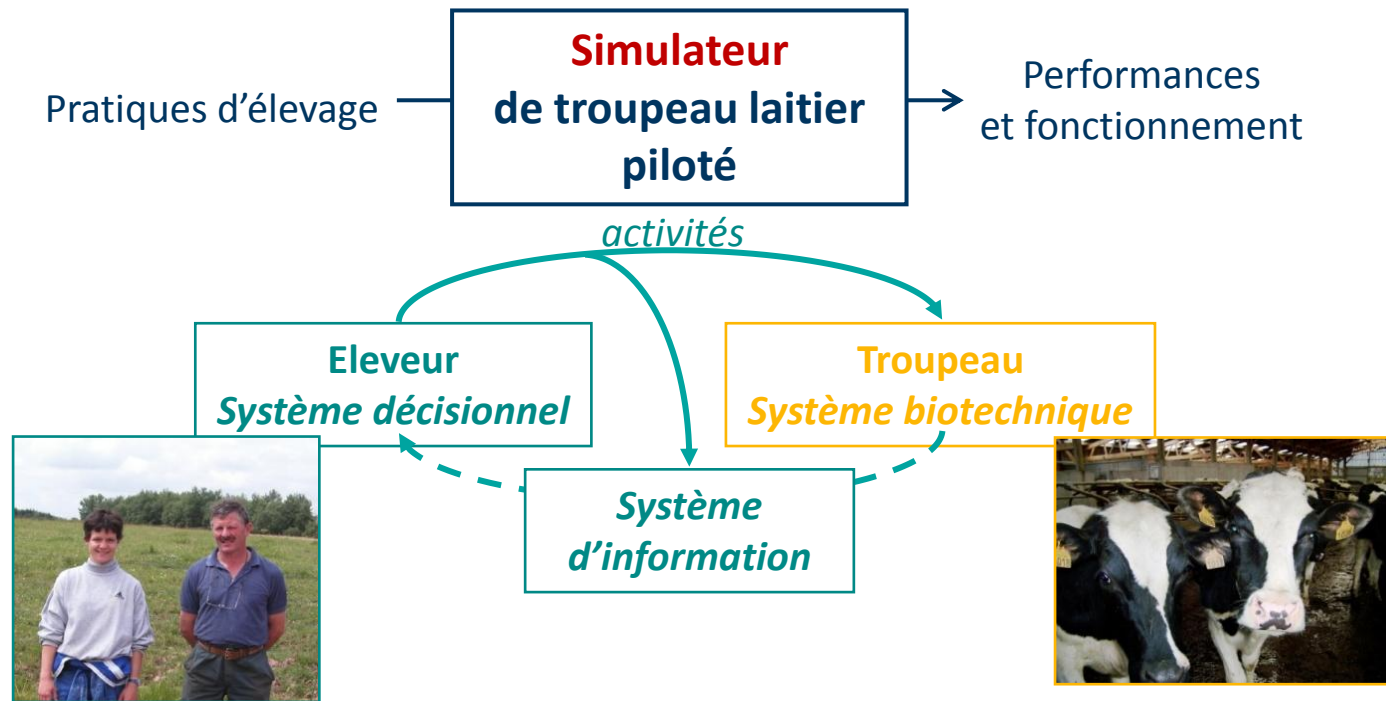
▶ IDELE – INRA pour la définition des objectifs et la construction du modèle

▶ IDELE – FCEL – Ecel pour l'insertion de l'outil dans le conseil, l'intégration des informations, la validation des simulations



# Objectif du travail de recherche

Quantifier l'impact des pratiques et du système d'information sur les performances du troupeau



Représentation générique de la conduite

Représentation explicite du système d'information

Processus biologiques sensibles



# Principaux leviers techniques

## Alimentation

Plan d'alimentation,  
composition et mode  
de distribution des rations,  
valeurs des aliments

## Gestion de la reproduction

Périodes de vêlages, qualité de  
détection des chaleurs, âge de  
mise à la reproduction, délais  
d'insémination des vaches...

Combinaisons

## Gestion des effectifs

Conditions de réforme / vente,  
nombre de vêlages attendus,  
possibilité d'achat de femelles  
de renouvellement

## Gestion des lactations

Critères et durée  
de tarissement,  
fréquence de mesure  
de la production laitière



# Choix de modélisation complémentaires

- ▶ Modèle **stochastique** (pas déterministe pour la reproduction)
- ▶ Modèle **dynamique**, pas de temps d'1 j (pas statique)
- ▶ Modélisation des animaux : **individus** (pas lots, classes)









# Modèle dynamique ingestion - lactation - réserves

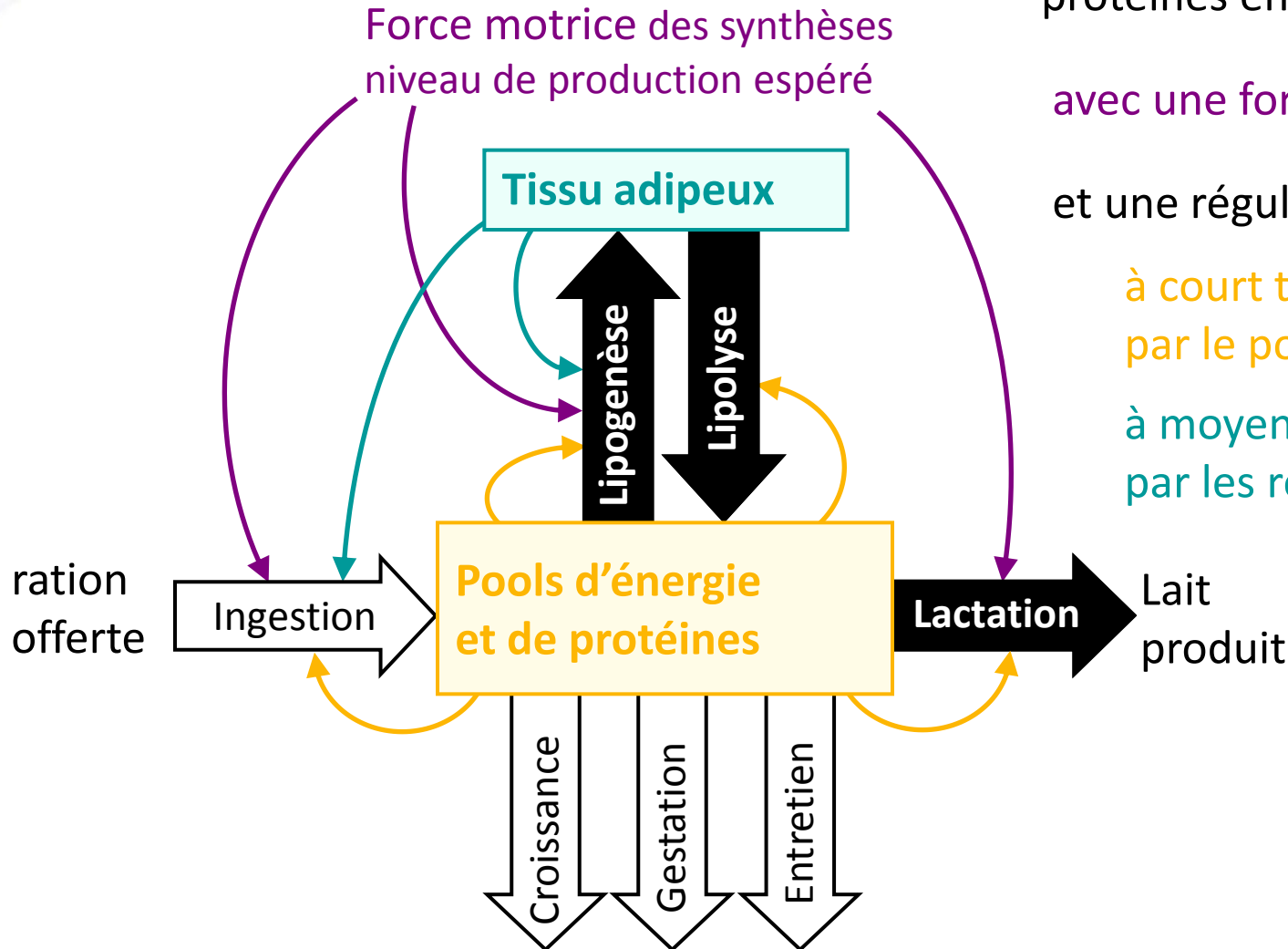
→ Partition de l'énergie et des protéines entre les fonctions

avec une force motrice

et une régulation nutritionnelle

à court terme  
par le pool d'énergie

à moyen ou long terme  
par les réserves corporelles



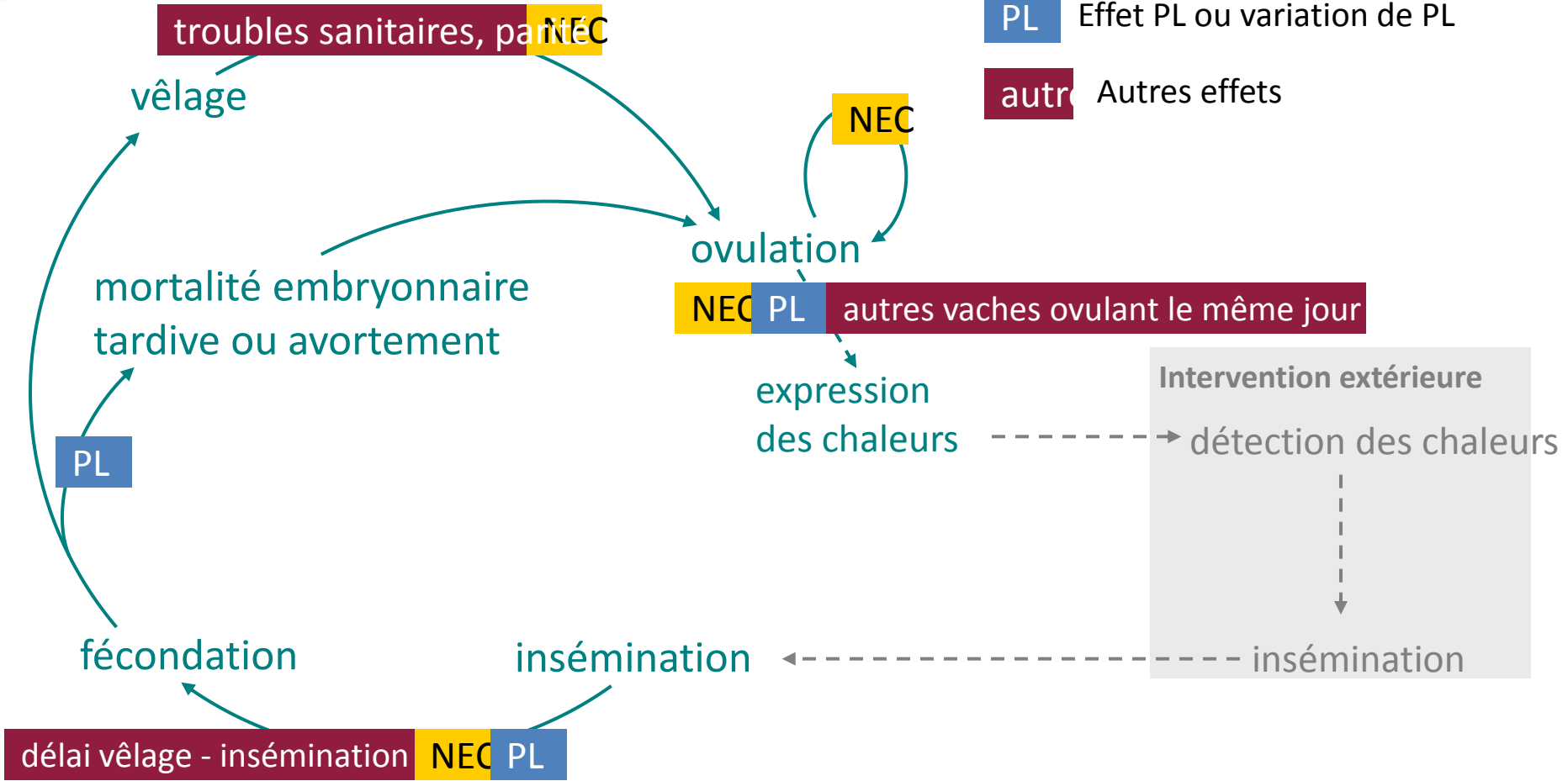


# Un modèle de la reproduction sensible à la conduite et à l'état de la vache

**NEC** Effet NEC ou variation de NEC

**PL** Effet PL ou variation de PL

**autre** Autres effets





# Pilotage du troupeau

Pilotage du troupeau	Activités d'évaluation	Activités d'intervention
reproduction	détection des ovulations diagnostic de gestation surveillance des vêlages	insémination synchronisation
effectifs	surveillance des effectifs	ventes achat
lactation	mesure de la production	tarissement
alimentation	-	distribution des rations

Pilotage flexible → diversité des stratégies



# Objectif des simulations

Quantifier l'effet de l'interaction

système d'information x système de décision sur le système biotechnique

à travers l'exemple :

Qualité de détection  
des ovulations

x

Groupement  
des vêlages



Performances  
du troupeau



# Description des simulations

## 5 niveaux de qualité de détection des ovulations

détection parfaite

+

2 niveaux de sensibilité

Une sensibilité élevée permet de manquer peu d'ovulations

x

2 niveaux de spécificité

Une spécificité élevée conduit à peu de fausses détections

x

## 2 niveaux de groupement des vêlages

- groupés sur 4 mois
- étalés sur toute l'année

Troupeau de départ en vêlages groupés

Objectif de 40 vêlages par an

Achats d'animaux interdits

Simulations sur 20 ans

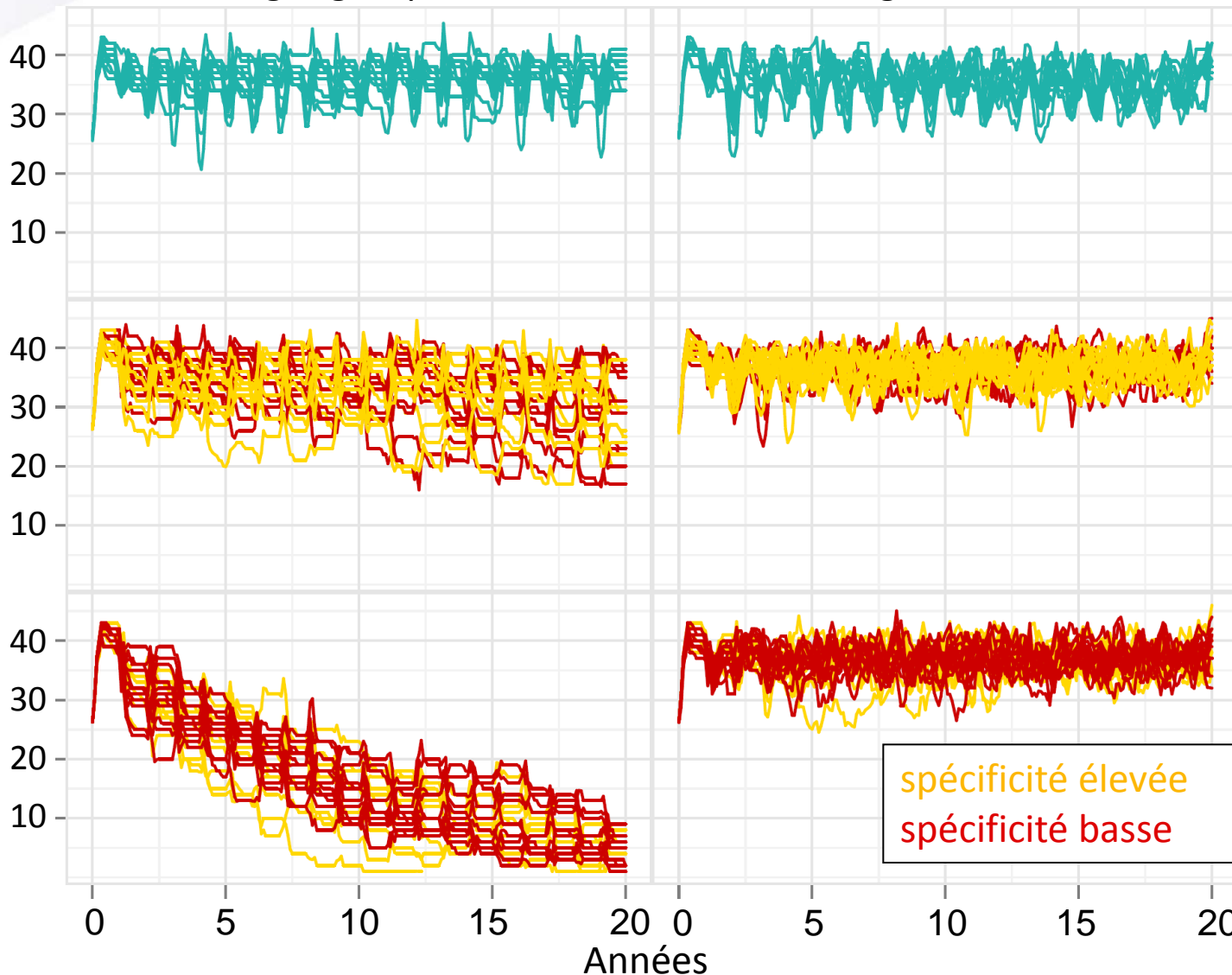
12 répétitions par traitement



# Résultats des simulations

Vêlages groupés

Vêlages étalés



Détection des ovulations parfaite

Sensibilité élevée

Sensibilité basse

Nombre de vaches



# Modélisation du Système d'Information

- ▶ La représentation du système d'information dans les modèles pilotés joue un rôle important dans le réalisme des décisions.
- ▶ La représentation d'un SI implicite dans le modèle tend à surestimer les performances du système biologique
- ▶ Dans l'exemple traité, l'impact de la qualité du système d'information sur la performance du troupeau dépend beaucoup du système d'élevage.
- ▶ A l'heure où le monitoring se développe en élevage, ce modèle peut aider à choisir ce qui doit être mis dans le système d'information pour améliorer les performances





# Simulation sur un exemple

## ▶ Troupeau de départ

### identique pour toutes les simulations

Le 5 nov. 2012, troupeau du Finistère avec 55 vaches dont 21 primipares et 45 génisses, issu d'une conduite en vêlages étalés  $\pm$  sur toute l'année

## ▶ Conduite "de base"

▶ Repro : inséminations toute l'année, bonne détection des chaleurs

▶ Environ 50 vêlages attendus par an

▶ Tariesement 50 jours avant le vêlage prévu

▶ Alimentation :

**hiver** : EM *ad lib.* + 1 kg foin

+ concentré en fonction de la PL : de 1 kg pour 12 kg de lait à 9 kg à partir de 45 kg de lait

**printemps, début été** : pâturage RGA + 3 kg EM + 0,5 kg foin

+ concentré en fonction de la PL : de 1 kg pour 26 kg de lait à 4 kg à partir de 42 kg de lait

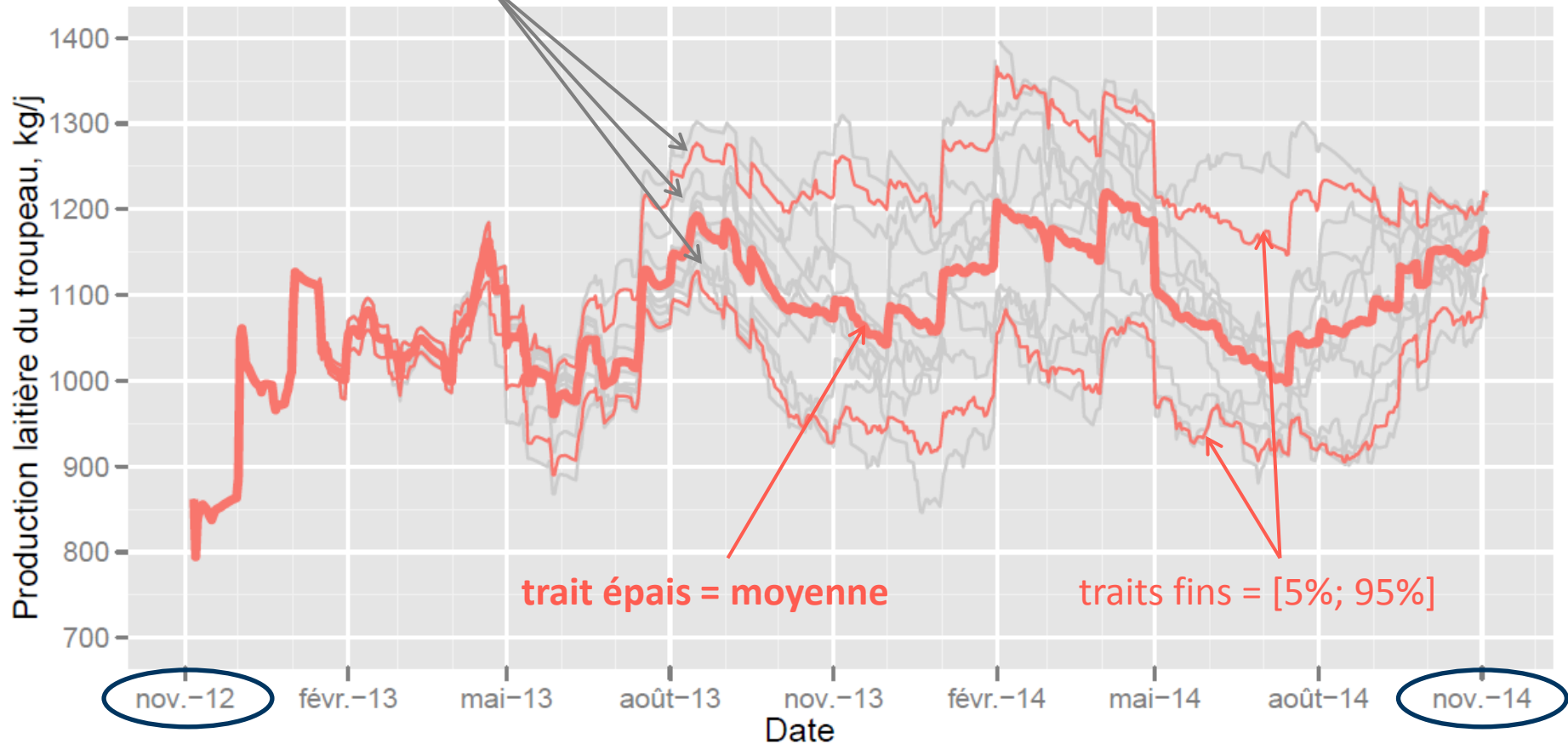
## ▶ Seulement 10 simulations par scénario



# Scénario « de base »

## PL du troupeau

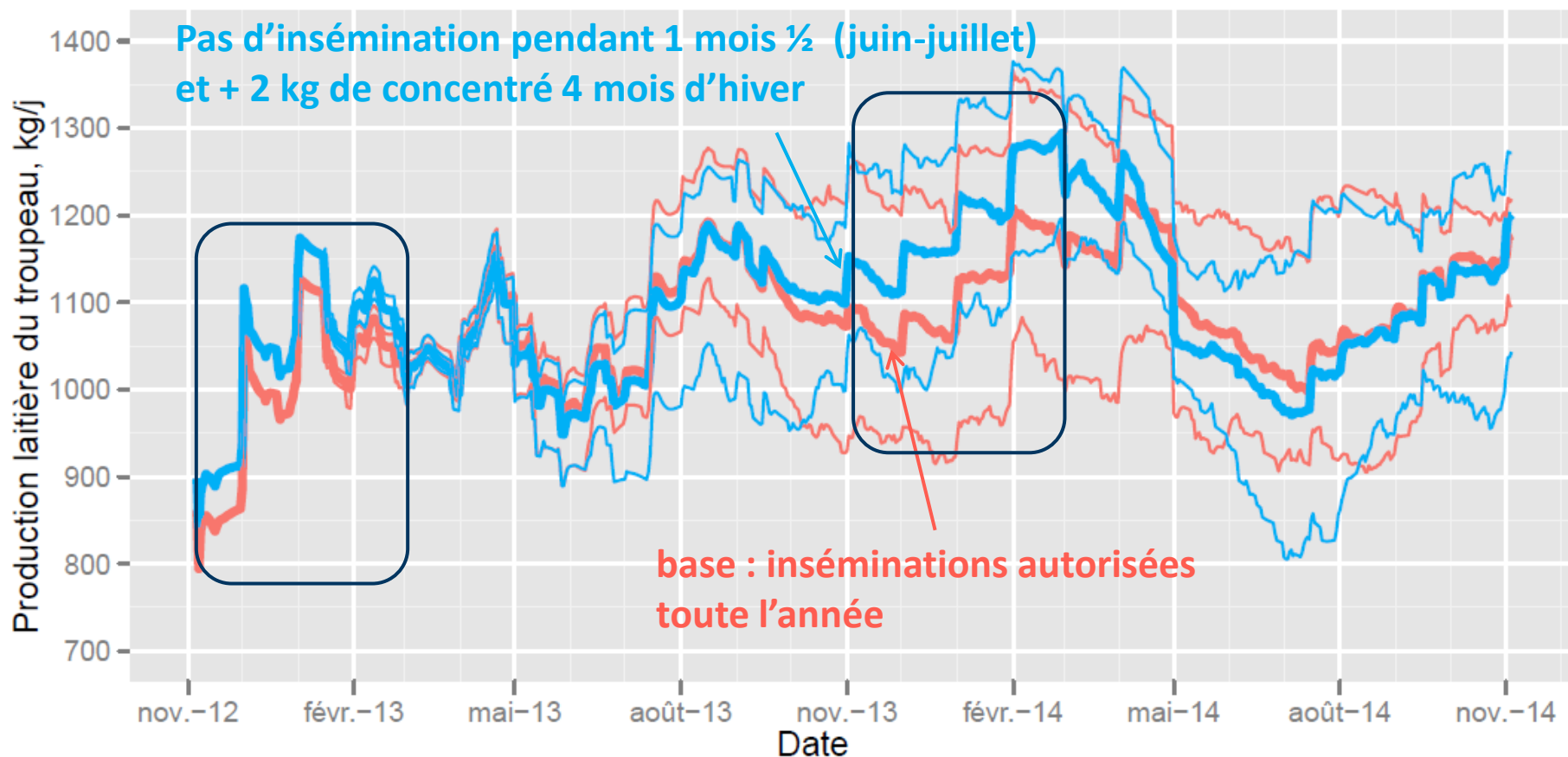
1 trait = 1 simulation





# Simulation en changeant 2 éléments de conduite

## PL du troupeau





# Les limites de SITEL

## ► Les limites du modèle

- La représentation de certaines décisions reste difficile, en particulier réformes et achat-vente.
- Beaucoup de décisions de conduite ne suivent pas des règles normatives
- La puissance de calcul nécessaire reste importante pour un conseil rapide
- Pas de volet économique. Un outil en stand-by.

## ► Les limites des données

- Les Ecel détiennent comme prévu au départ l'essentiel des informations nécessaires
- Mais elles ne sont pas assez précises le plus souvent (manques, données parfois peu fiables)
- La représentation du pilotage reste délicate (prescrit plus que réalisé)

## ► Les limites de l'utilisation

- Les modèles de simulation restent difficiles à utiliser en pratique
- La réponse dynamique et stochastique complique l'interprétation
- Pas de recherche de combinaison optimale / objectif sous un horizon fixé



## Les avancées permises par SITEL

- ▶ **Modèle de prévision de la production propre à un élevage donné**
- ▶ **Un modèle complexe associant intimement les processus biologiques et le pilotage**
- ▶ **Modèle permettant la combinaison de nombreux leviers de conduite d'élevage**
- ▶ **Représentation explicite du système d'information et de son rôle dans la performance des systèmes d'élevage**
- ▶ **La mise en évidence de forts éléments stochastiques dans la courbe de livraison, en particulier à cause de la démographie**



# Les perspectives d'amélioration de SITEL

## ► Intégrer un volet économique

- L'enjeu prioritaire de ce type de modèle sera l'adaptation tactique de la conduite aux évolutions rapides de prix du lait et des intrants sous contraintes
- Intégrer tous les éléments liés à la contractualisation de la production

## ► Optimisation de modèles stochastique et dynamique

- Un bel objet de recherche
- Une approche plus générique du conseil en fonction du contexte
- Une application plus autour de cas types

## ► Une meilleure valorisation de la question des systèmes d'information

- Mieux comprendre son rôle dans le pilotage
- Etudier les quelles informations sont les plus sensibles dans la performance d'un système pour le développement de nouveaux systèmes d'acquisition
- Utiliser ces informations pour faire de l'apprentissage sur les combinaisons d'informations qui doivent inciter à anticiper des actions de conduite