



L'intelligence artificielle en production laitière

Éric Paquet, PhD

Département des Sciences Animales

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Université Laval



Plan de la présentation

- Quelques mots sur moi
- La production laitière au Québec
- L'intelligence artificielle en production laitière
- Les différents capteurs
- Comment stimuler l'IA en production laitière au Québec



Résumé de mon parcours en recherche des 20 dernières années

IA appliquée



- Informatique (BSc.)
- Intelligence artificielle et bioinformatique (MSc.)
- Intelligence artificielle appliquée à la médecine de précision (PhD)
- Vision numérique et biologie des systèmes (Postdoc)



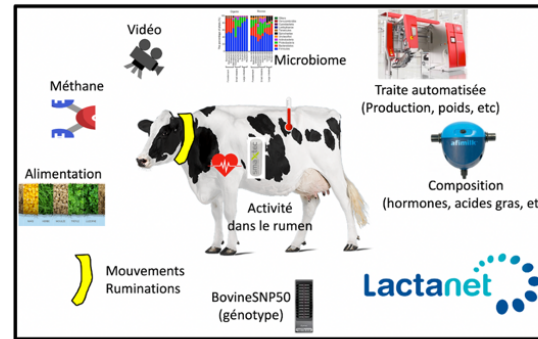
Mes intérêts actuels



Médecine de précision



Production laitière de précision



La production laitière au Québec



L'importance de la production laitière au Québec



4 877 fermes laitières
dairy farms



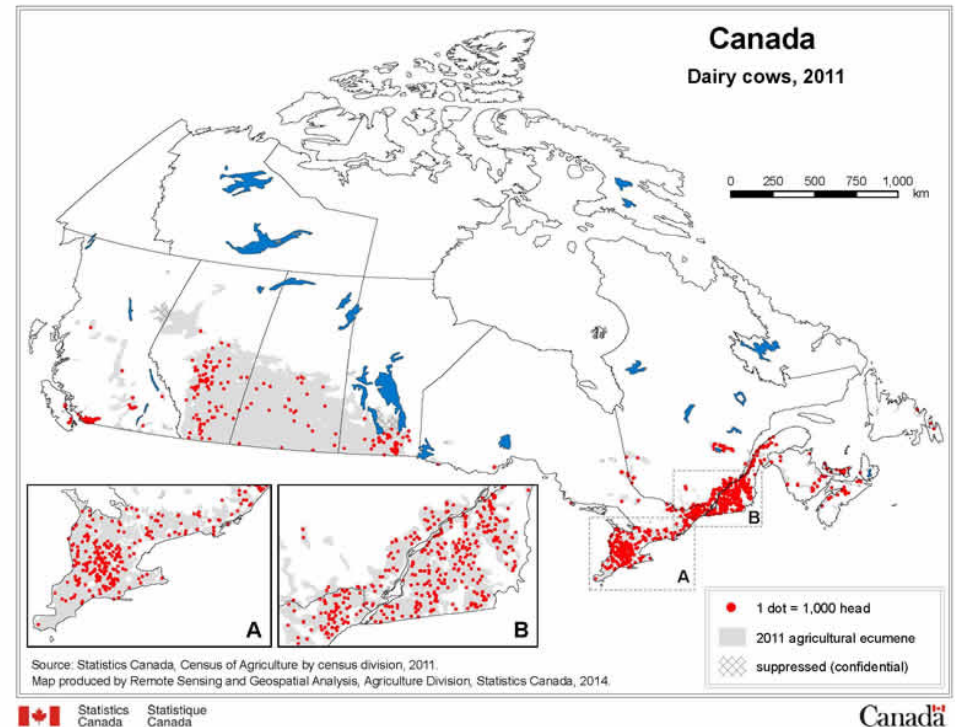
3,33 milliards de litres de lait
billion litres of milk



2,7 milliards \$ provenant des ventes de lait
billion in milk sales



83 000 emplois* générés par l'industrie laitière
jobs* generated by the dairy industry

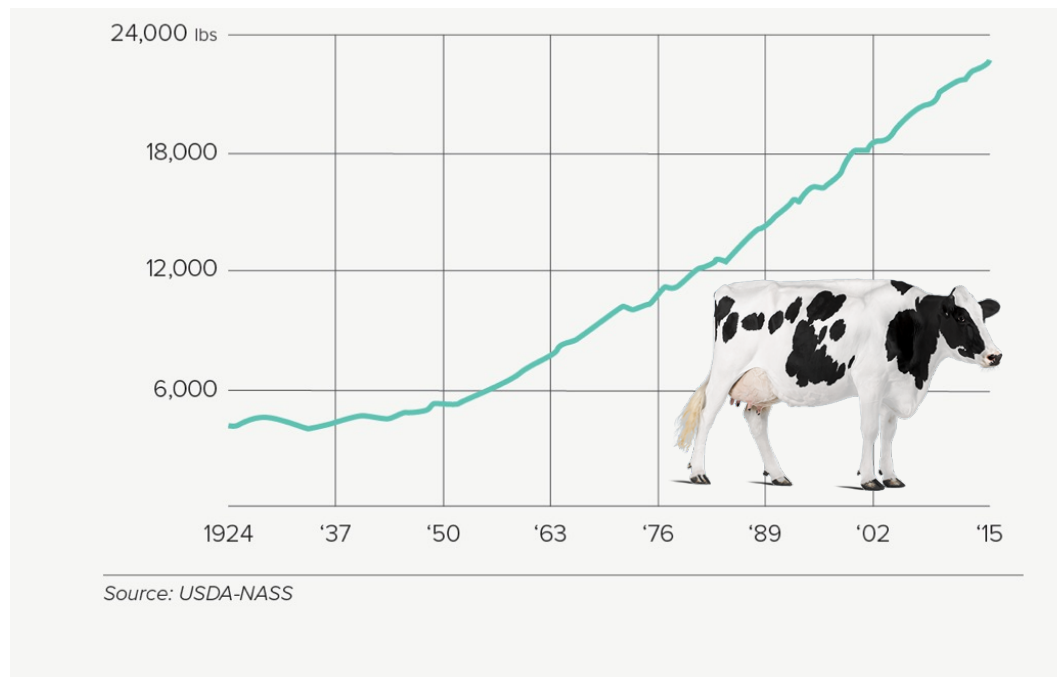


Canada



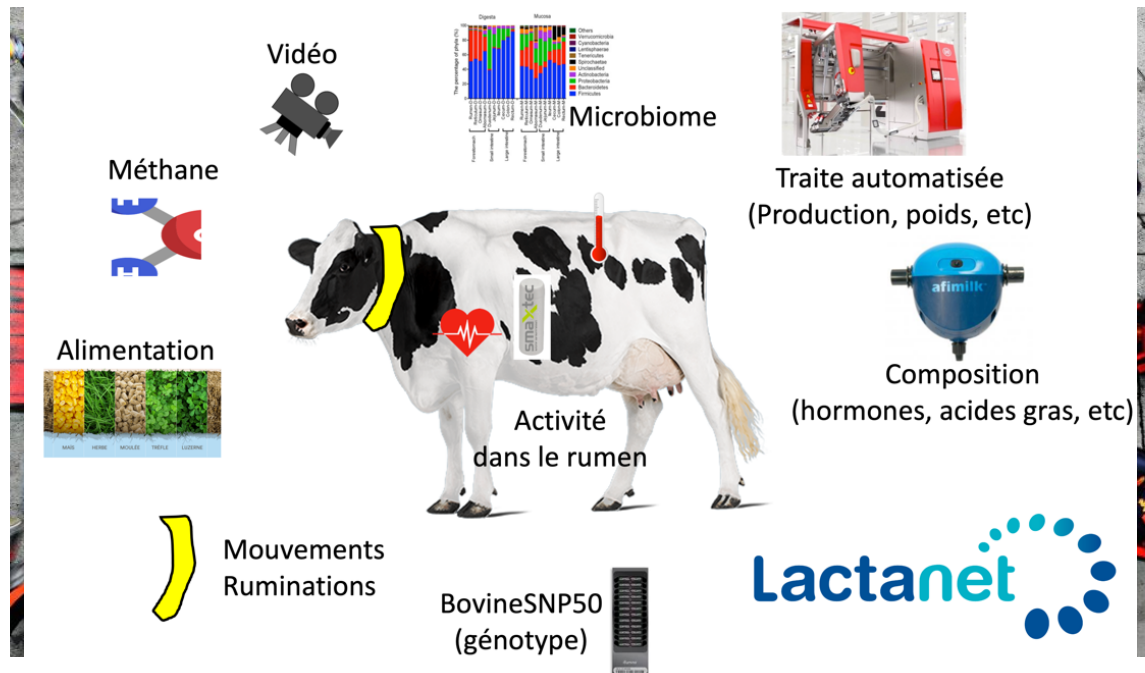
La production annuelle des vaches augmente continuellement

Production



- Génétique
- Alimentation
- Régie
- Technologies

La vache laitière, la formule un de la production!



**Les vaches laitières
génèrent beaucoup
de données.**

L'IA en production laitière





L'ADN

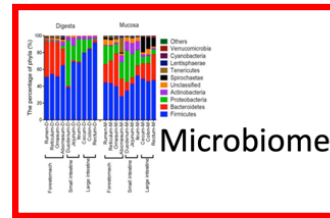
Méthane



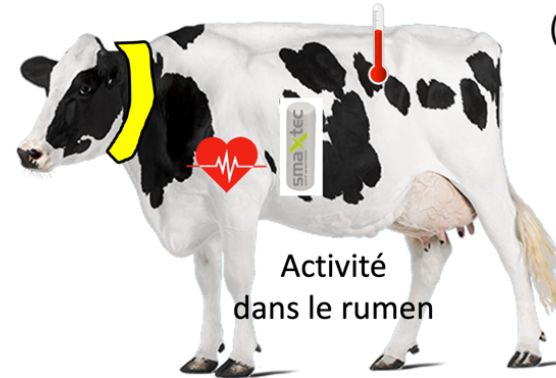
Alimentation




Vidéo



Traite automatisée
(Production, poids, etc)



Activité
dans le rumen




Composition
(hormones, acides gras, etc)



Mouvements
Ruminations

BovineSNP50
(génotype)




L'ADN et la génomique

- L'ADN : molécule présente chez tous les êtres vivants
- 4 nucléotides A,C,G,T x 3 milliards chez la vache laitière.



```
AGCTGGCACGTCCACTGCACA  
CGTCACAGCTGGCACGTCCAC  
TGCACACGTCACGAGCTGGCA  
CGTCCACTGCACACGTACAG  
CTGGCACGTCCACTGCACACG  
TCACG.....
```

BovineSNP50
(génotype)

Génomique



La séquence d'ADN définit le génotype de l'animal

Plus de 2,5 millions génotypes sont disponibles en ce moment au Canada



AGCTGGCACGTCCACTGCACACGTCACAGCTGGCACGTCCACTGC

AGCTGGCACGTCCACTGCACACGTCACAGCTGGCACGTCCACTGC

AGCTGGCACGTCCACTGCACACGTCACAGCTGGCACGTCCACTGC

AGCTGGCACGTCCACTGCACACGTCACAGCTGGCACGTCCACTGC

AGCTGGCACGTCCACTGCACACGTCACAGCTGGCACGTCCACTGC

...

+ de 2,5 millions génotypes



On peut prédire des caractéristiques directement à partir de l'ADN grâce à l'IA



AGCTGGCACGTCC**A**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**G**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**A**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**G**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**A**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**G**TCCACTGC

Forte production



AGCTGGCACGTCC**C**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**T**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**C**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**T**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**C**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**T**TCCACTGC

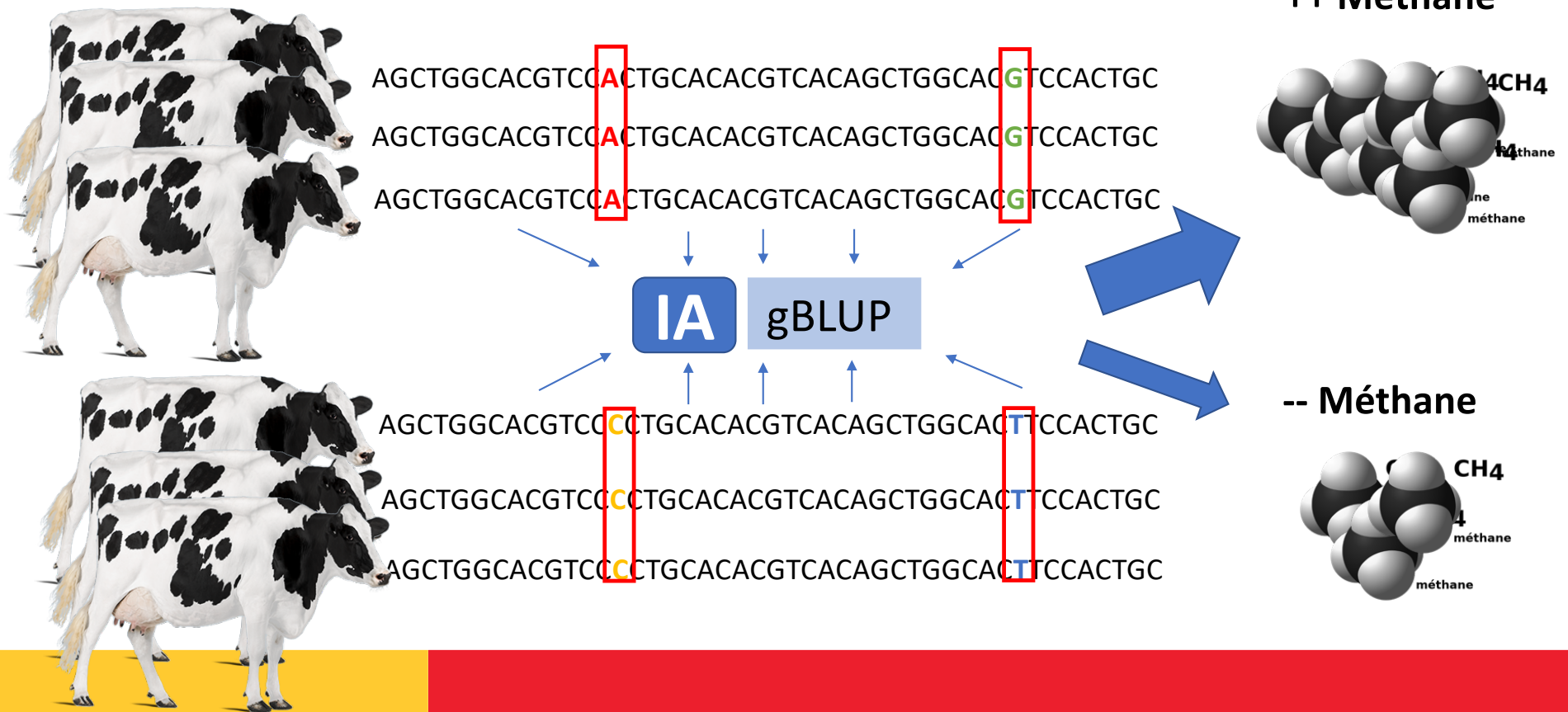
Faible production



IA gBLUP



On peut prédire des caractéristiques directement à partir de l'ADN grâce à l'IA



On peut prédire des caractéristiques directement à partir de l'ADN grâce à l'IA



AGCTGGCACGTCC**A**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**G**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**A**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**G**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**A**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**G**TCCACTGC

IA gBLUP

Vache + résiliente

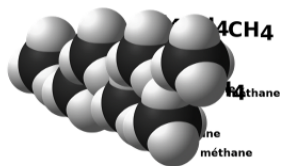


AGCTGGCACGTCC**C**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**T**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**C**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**T**TCCACTGC
AGCTGGCACGTCC**C**CTGCACACGTCACAGCTGGCAC**T**TCCACTGC

Vache - résiliente



Et l'environnement dans tout ça?



=



Génotype

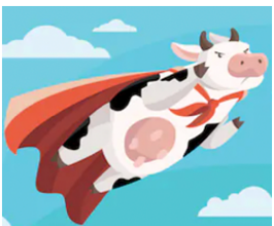
AGCTGGCACGTCC
A**CTGCACACGTCA**
CAGCTGGCAC**GTC**
CACTGC

X

Environnement



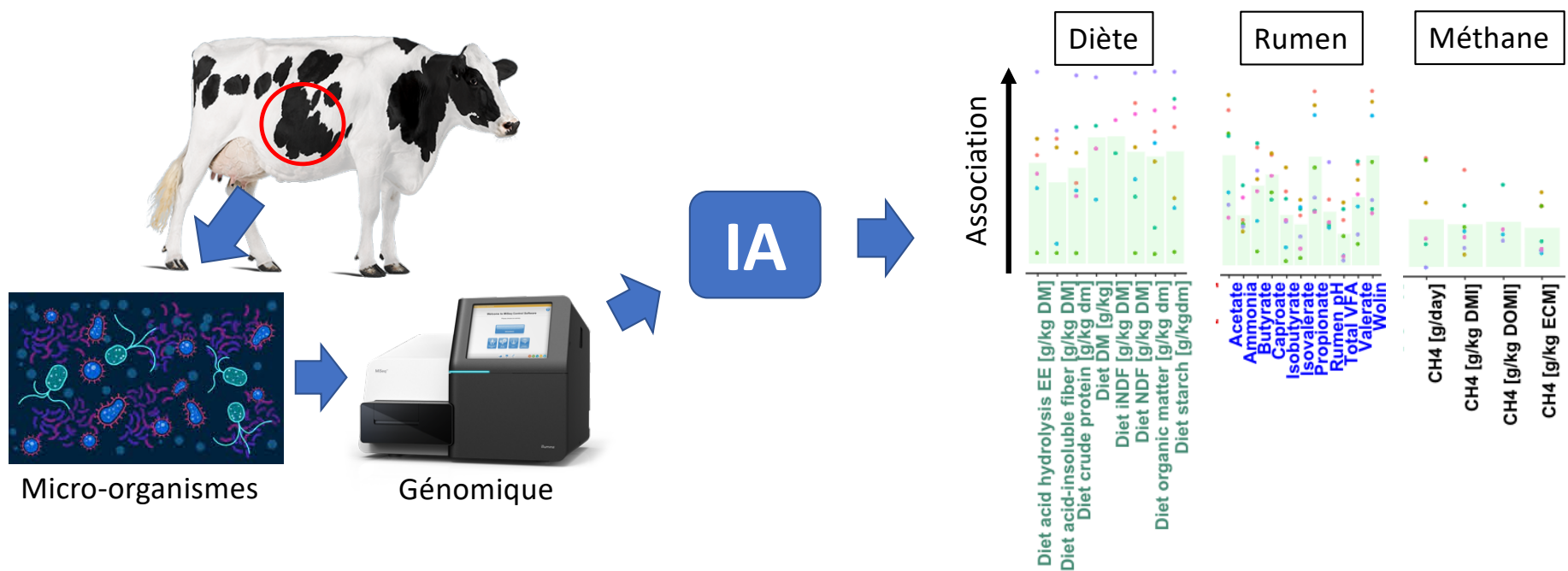
Source : Fred Marcoux



Intégration des données grâce à l'

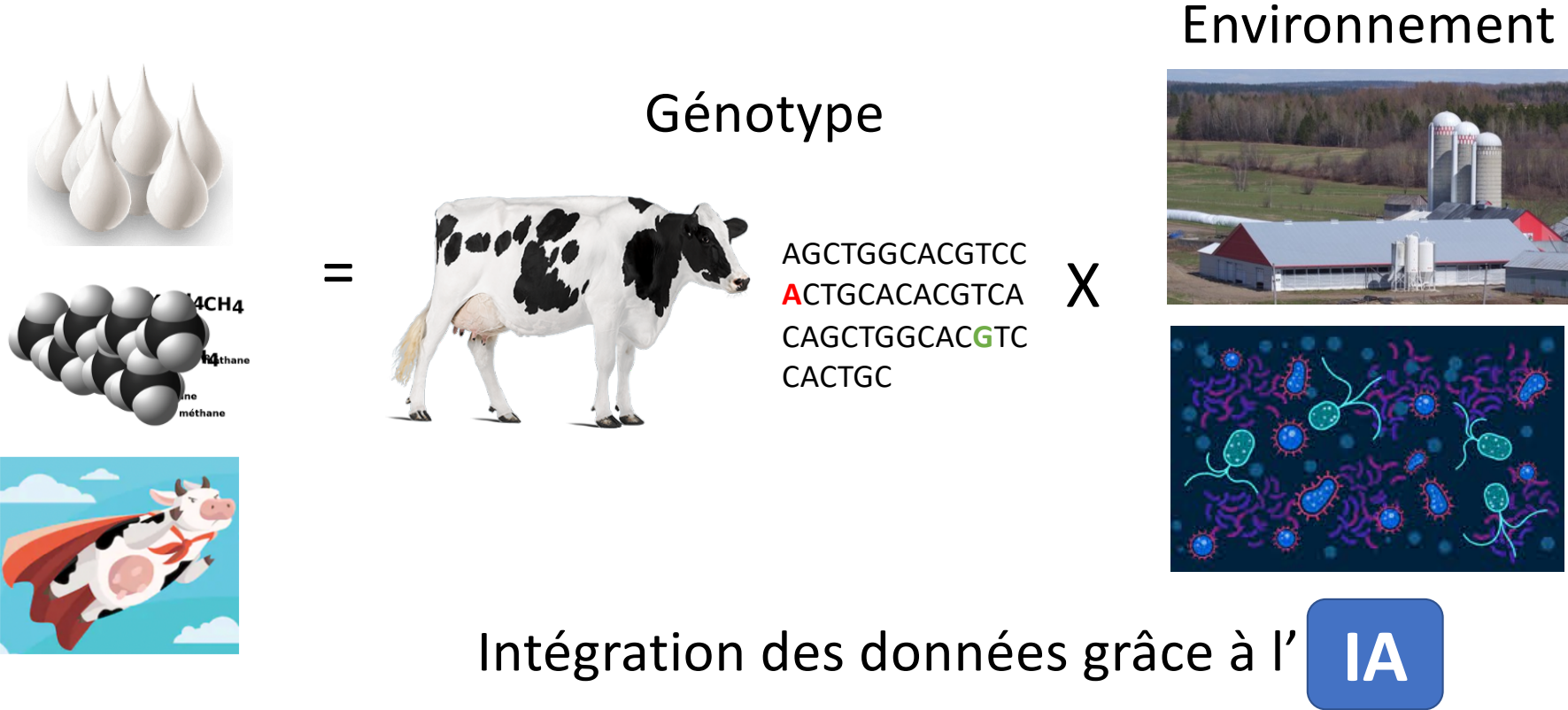
IA

Il n'y a pas juste l'ADN de la vache : le microbiome



Contrairement au génotype, on peut moduler le microbiome

Et l'environnement de production dans tout ça?



La bonne génétique dans le bon environnement



AGCTGGCACGTCC
TCTGCACACGTCA
 CAGCTGGCAC**G**TTC
 CACTGC



X



AGCTGGCACGTCC
ACTGCACACGTCA
 CAGCTGGCAC**C**TTC
 CACTGC



X



AGCTGGCACGTCC
CCTGCACACGTCA
 CAGCTGGCAC**T**TTC
 CACTGC



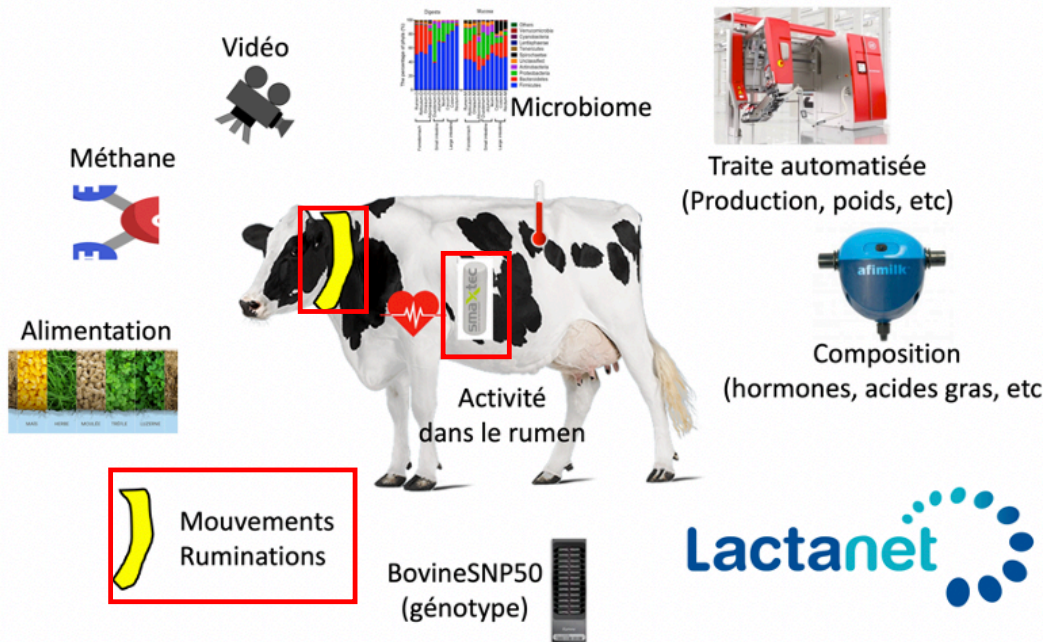
X



Les capteurs

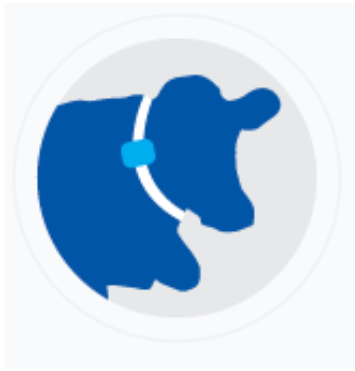
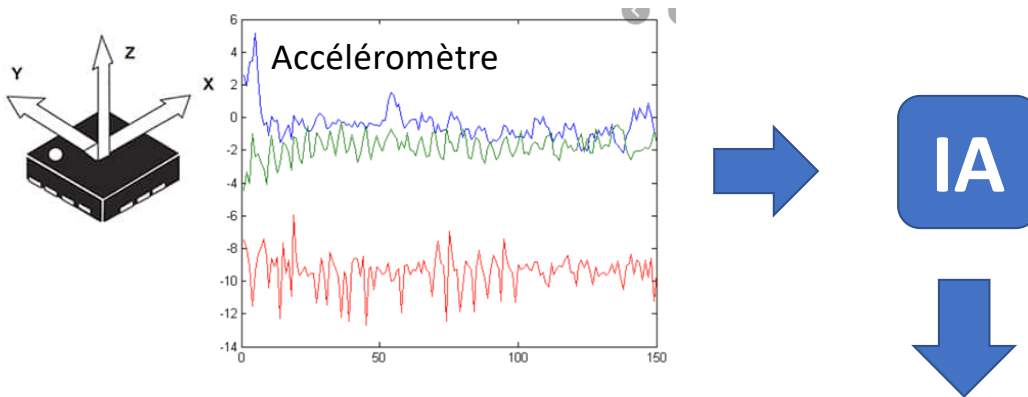


THE GLOBAL STANDARD
FOR LIVESTOCK DATA



- Plus de 147 capteurs différents
- Activité
- Alimentation
- Composition du lait
- Rumen
- Environnement

Détection de l'activité et des chaleurs



Repos



Activité



Alimentation



Rumination

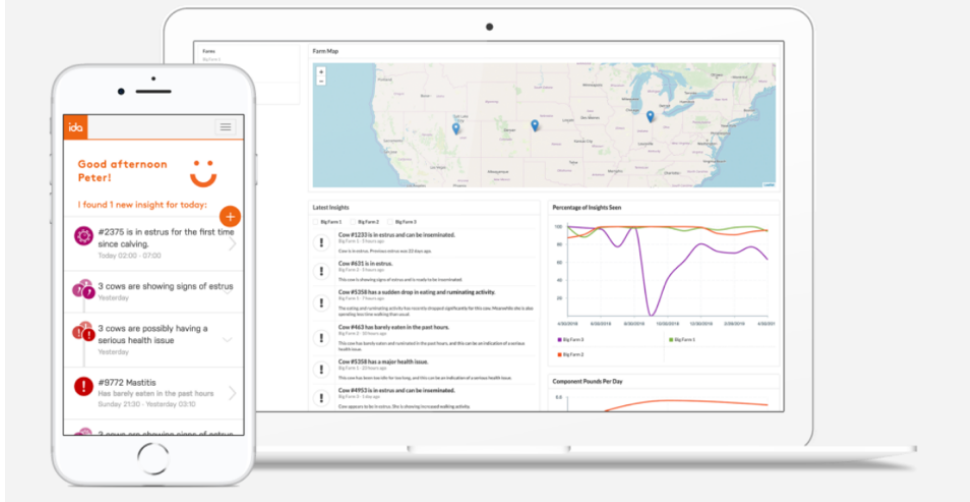


Reproduction



Les startups qui émergent de cette innovation

An AI for the agriculture industry



Évolutif, s'adapte au producteur et sa ferme

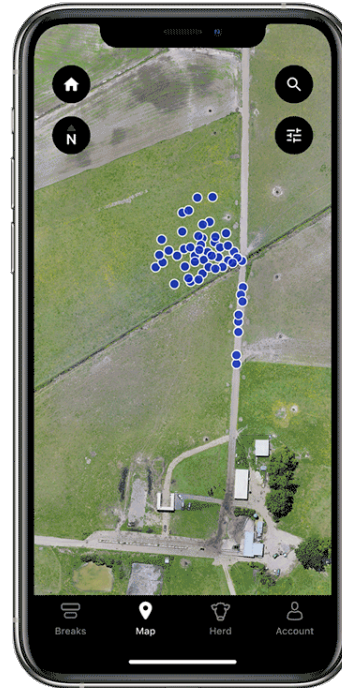
Exemple d'IDA au Pays-Bas

Un collier spécial : HALTER, Nouvelle-Zélande

Le collier émet
des sons
pour guider
les vaches



Le collier émet un
son pour ramener les vaches

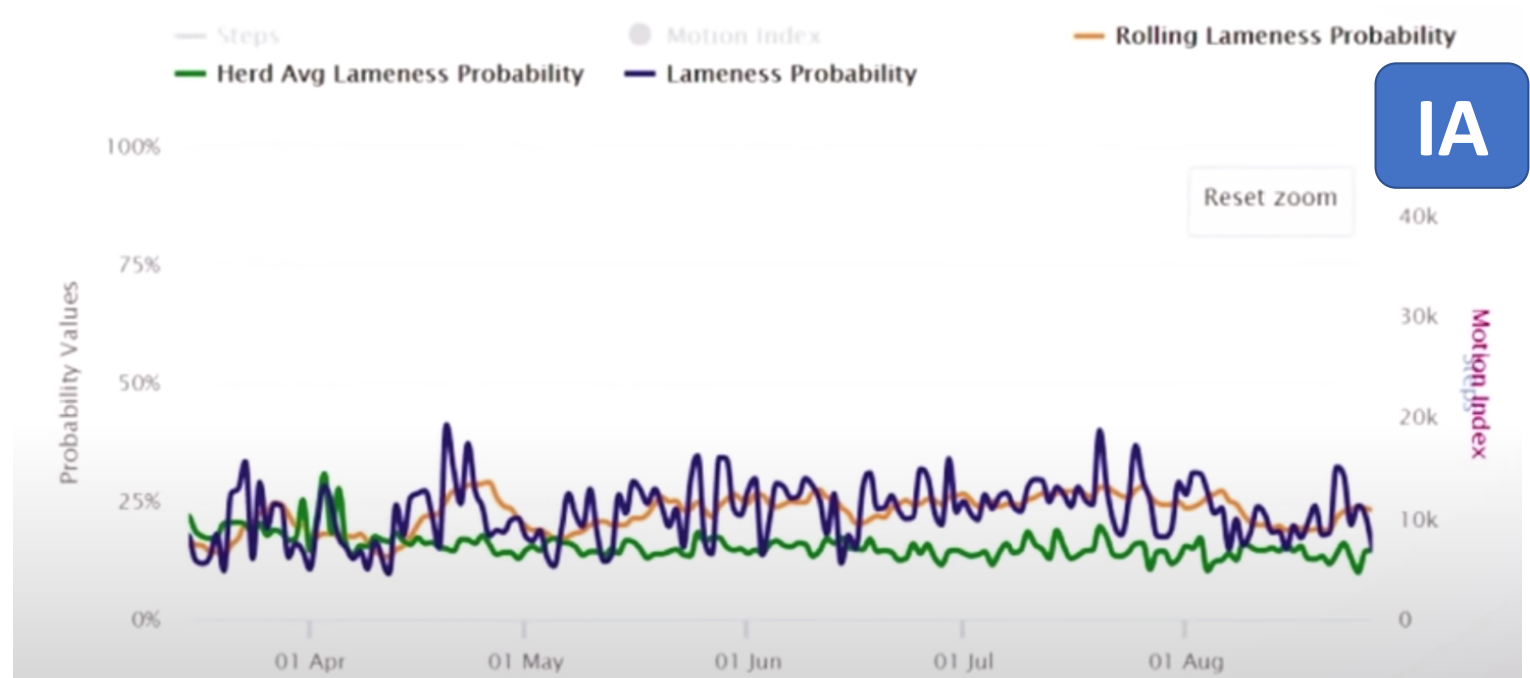
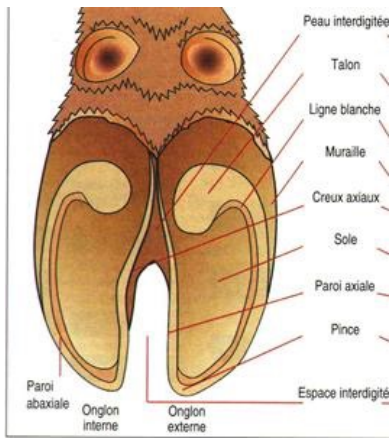


Création
d'enclos virtuel

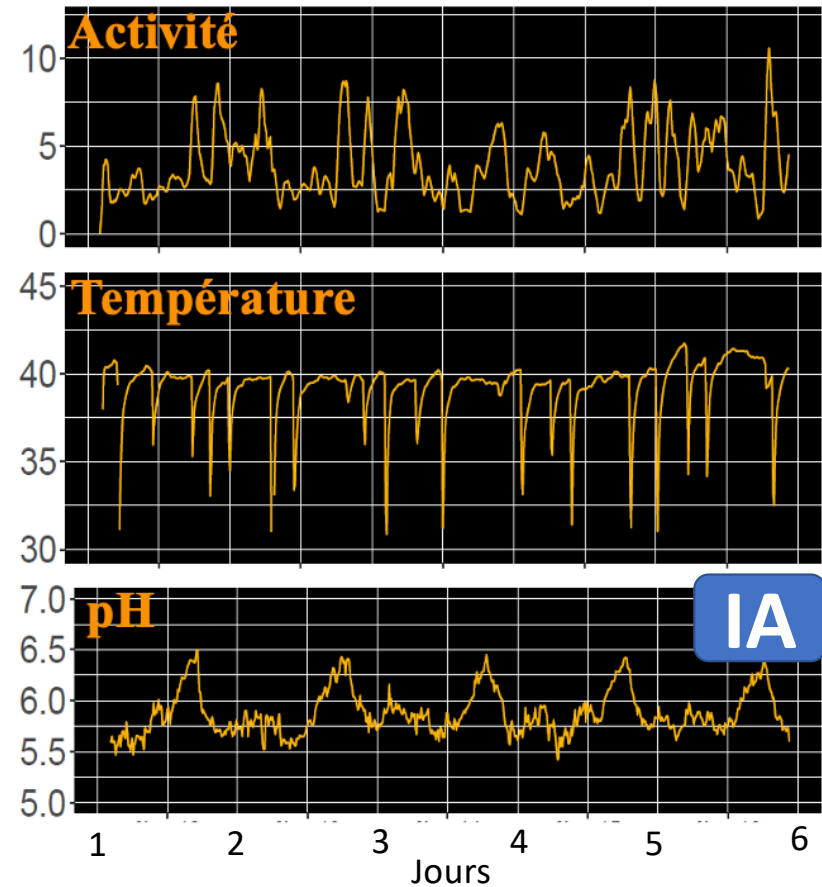
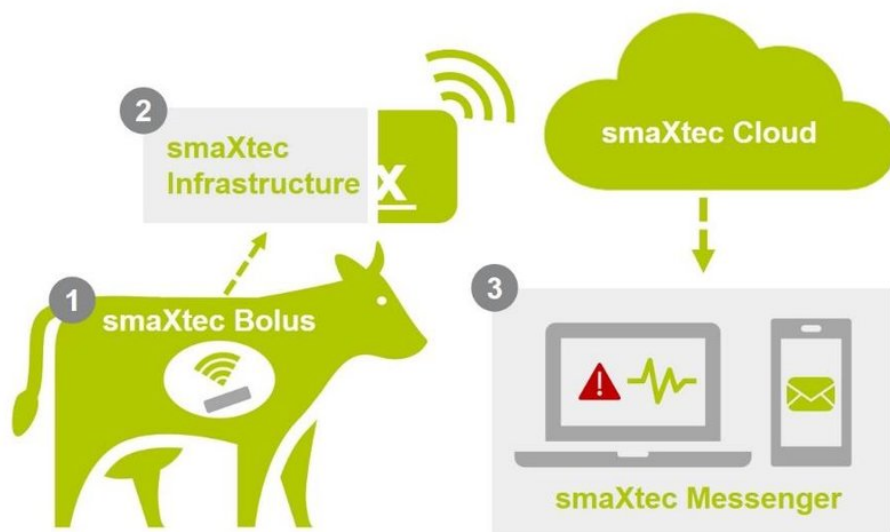


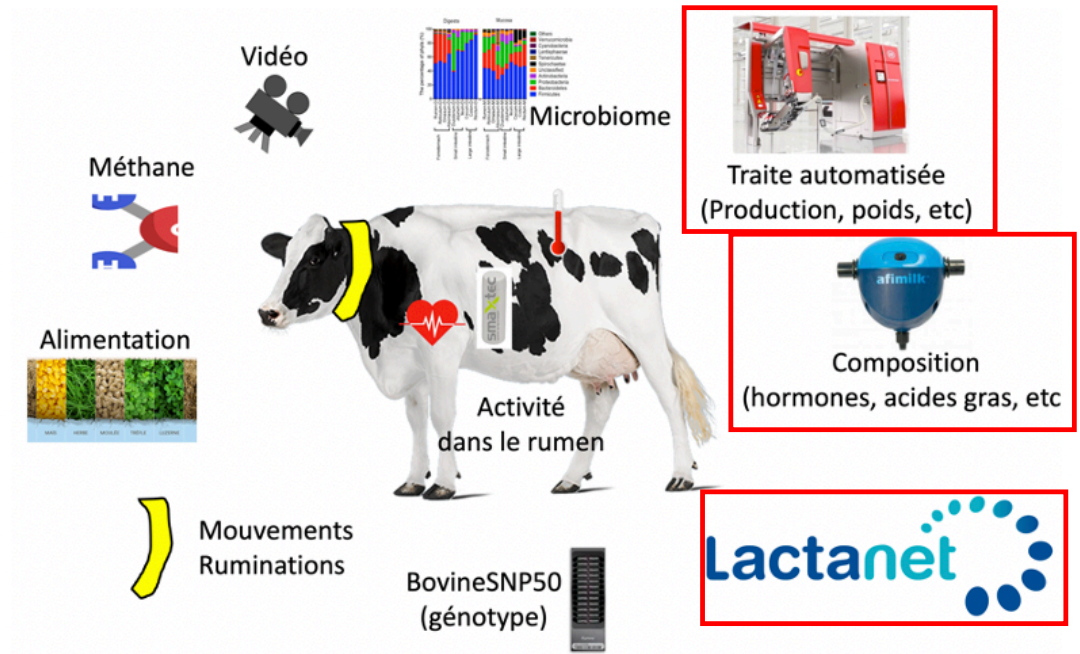
Le collier émet un son pour indiquer
la limite de l'enclos virtuel

Détection de la santé des onglons



Qu'est-ce qui se passe dans le rumen en temps réel?





Composition du lait



Les robots de traite

GEA (Allemagne)



DeLaval (Suède)



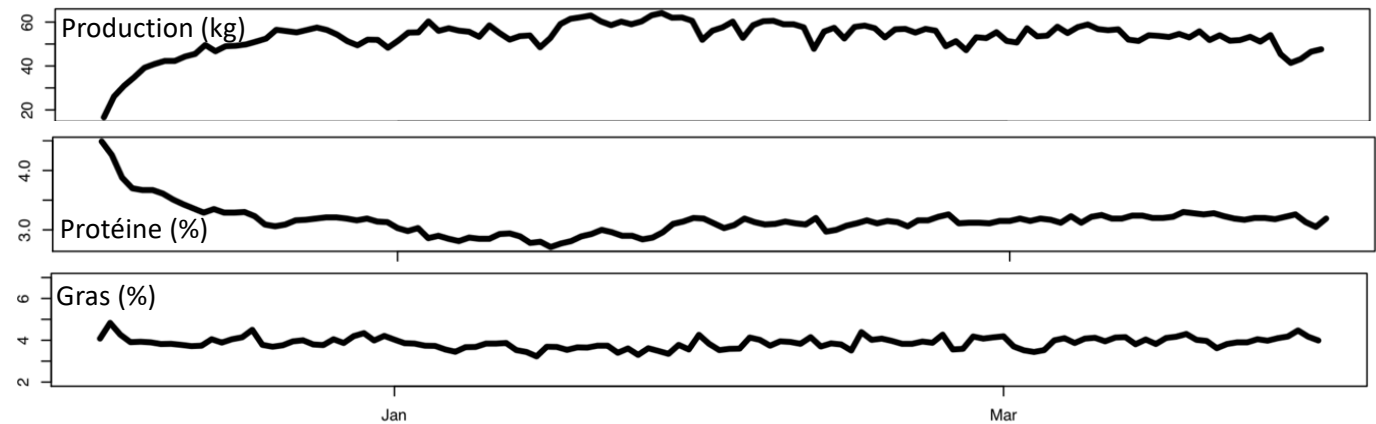
Lely (Pays-Bas)



Permet plusieurs traites par jour, libère du temps au producteur et génère beaucoup de données!



Les robots génèrent beaucoup de données sur les vaches individuelles



Quantité et composition du lait pour les vaches individuelles.

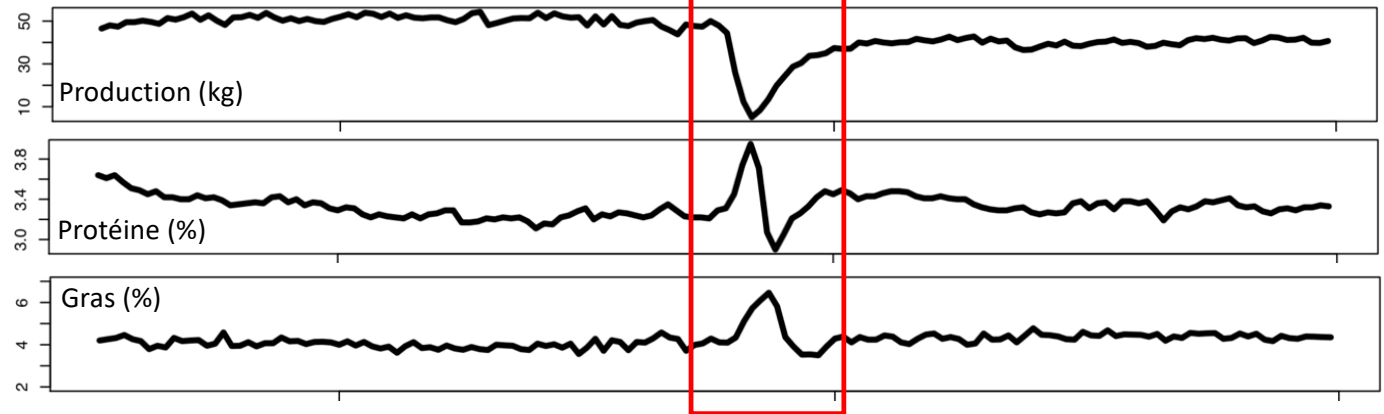
Lactose

Compte des cellules somatiques (mammite)

Les robots génèrent beaucoup de données sur les vaches individuelles

IA

Détection des évènements problématiques



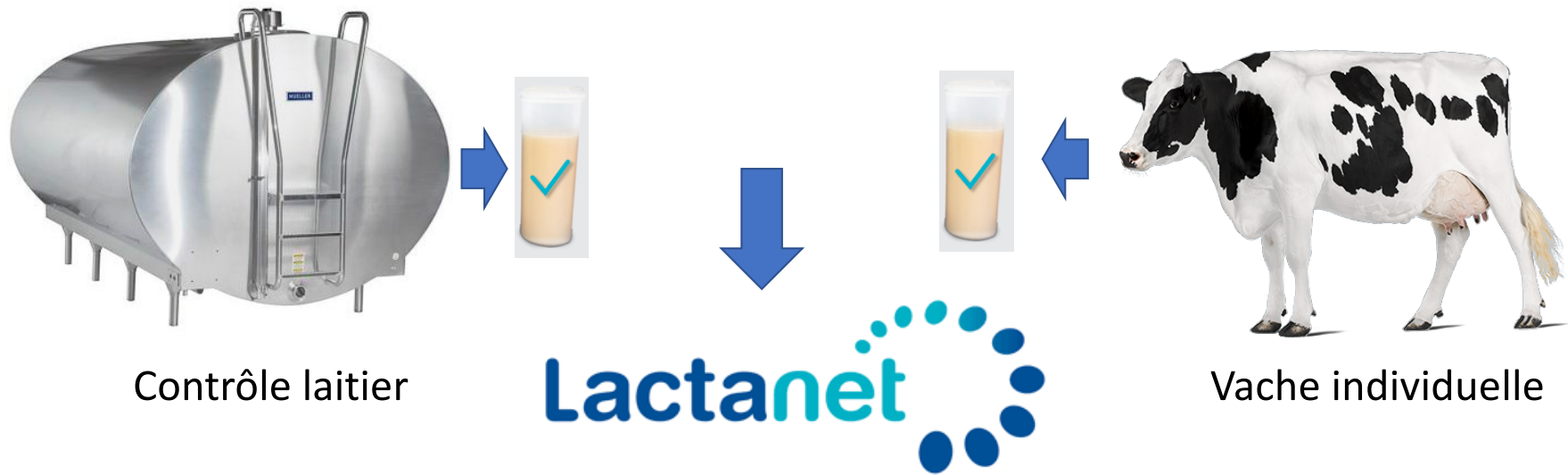
Quantité et composition du lait pour les vaches individuelles.

Lactose

Compte des cellules somatiques (mammite)

Le contrôle laitier : Lactanet

- Il y a un contrôle laitier pour le lait produit par le producteur
- On peut suivre les vaches individuelles



Analyse de la composition du lait à la fine pointe



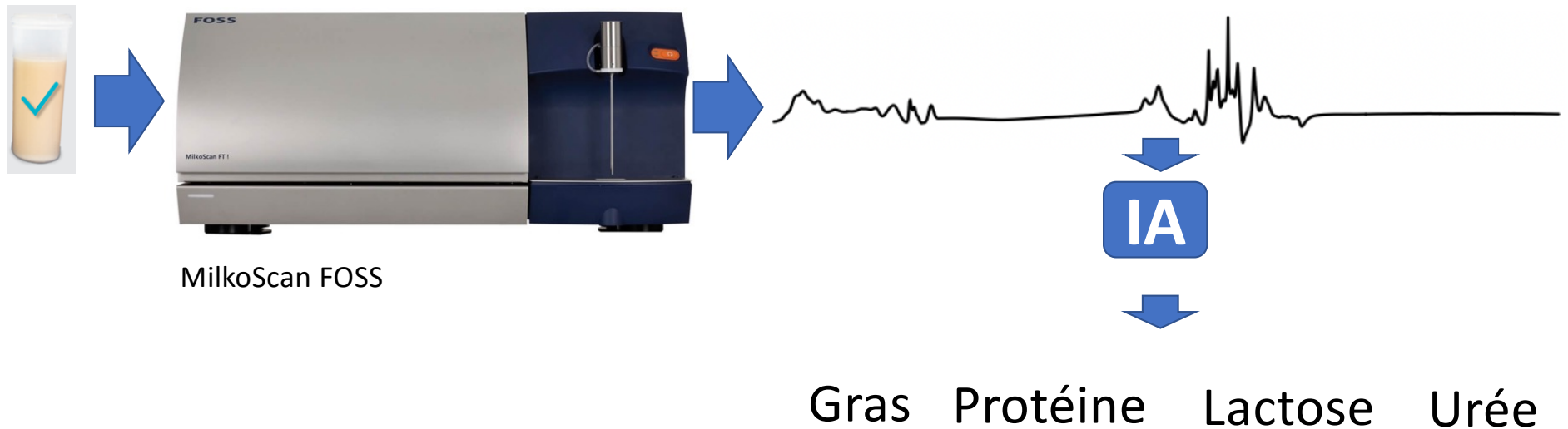
Analyseurs infrarouge par transformée de Fourier

- 600 échantillons à l'heure
- Composantes du lait
- Gras, protéine, lactose, urée, cellules somatiques, et +

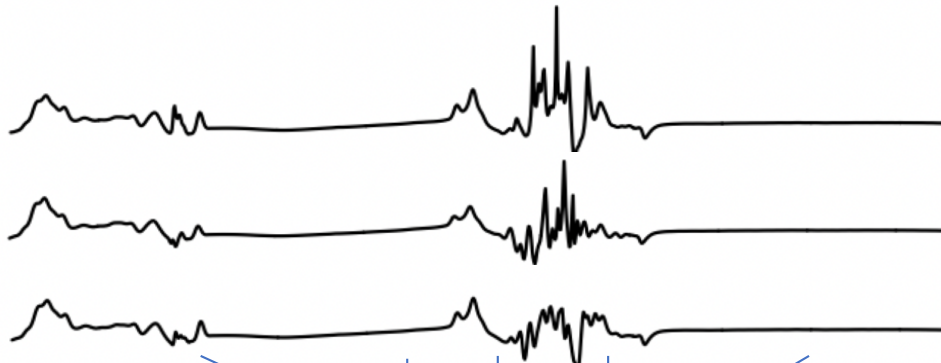


Des milliers d'échantillons à chaque semaine

Beaucoup plus que le gras et la protéine!

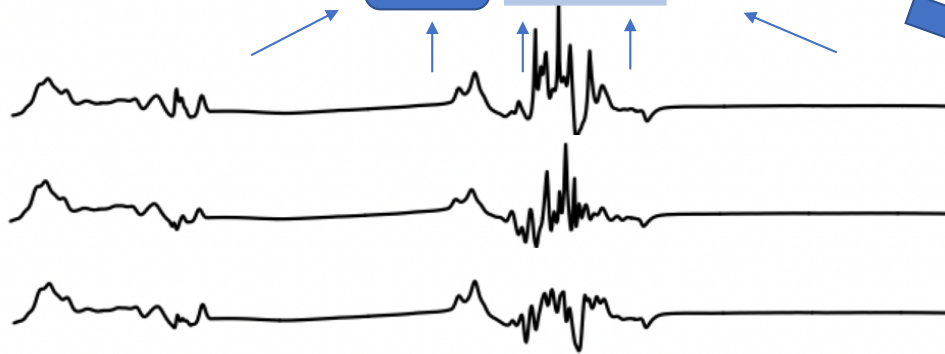


L'IA et les spectres infrarouges



IA PLSR

++ gras



-- gras



Autres technologies pour l'analyse de la composition du lait



Analyse du lait
Santé
Alimentation
Qualité



Analyse du lait
Santé
Alimentation
Qualité



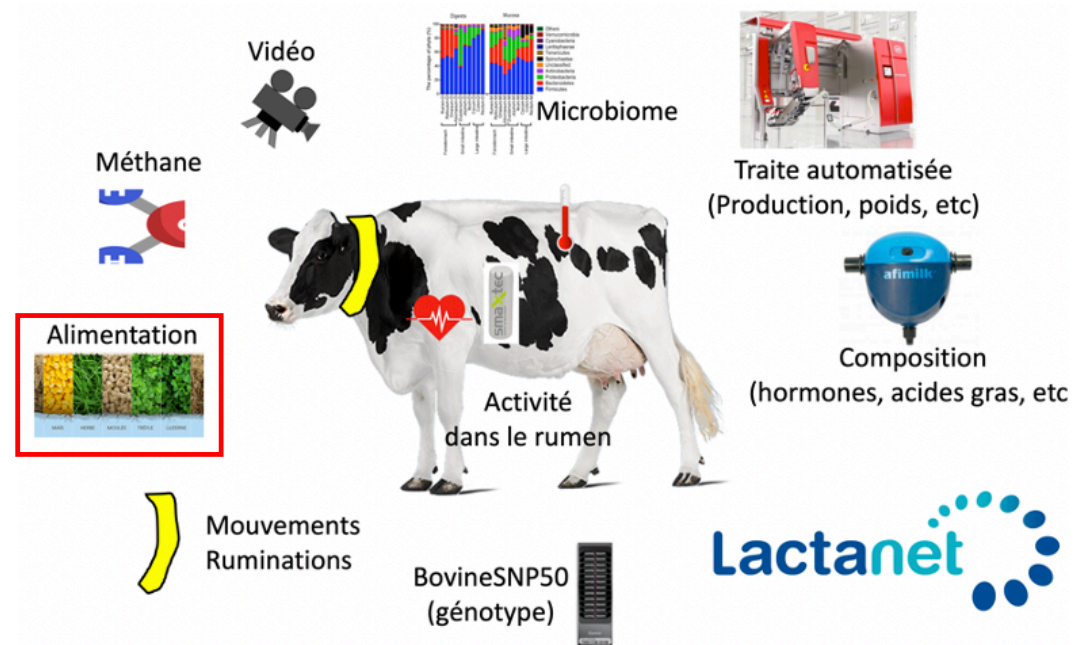
Pregnancy and Open Status Somatic Cell Count

Antibiotics Fat

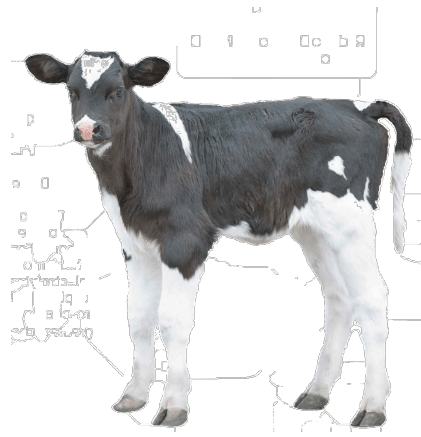
Protein



L'alimentation



Les distributeurs automatiques



- On peut suivre l'alimentation du veau en temps réel
- S'il y a des baisses significatives (IA) ça peut indiquer des problèmes de santé
- Données:
 - Consommation
 - Vitesse à laquelle le veau boit
 - Nombre de fois qu'il boit



Des mangeoires intelligentes

Insentec RIC system



Growsafe system

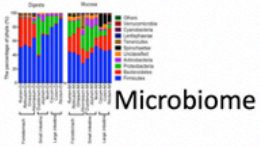
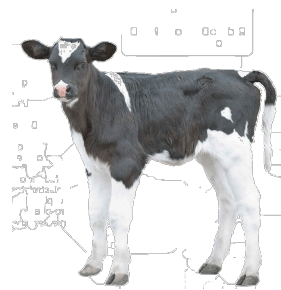


On peut savoir la quantité de nourriture et d'eau est consommée par chacune des vaches.



L'IA permet de détecter des problèmes en lien avec la consommation individuelle des vaches

L'IA peut être utilisée pour ajuster la ration de façon adéquate (alimentation de précision)



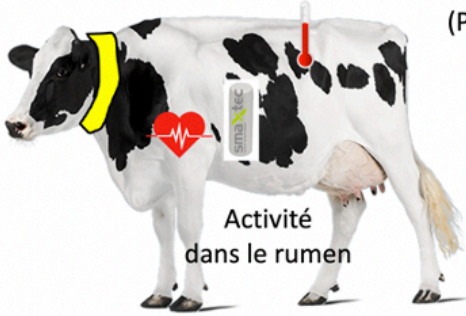
Traite automatisée
(Production, poids, etc)



Composition
(hormones, acides gras, etc)



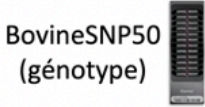
Alimentation



Activité
dans le rumen



Mouvements
Ruminations

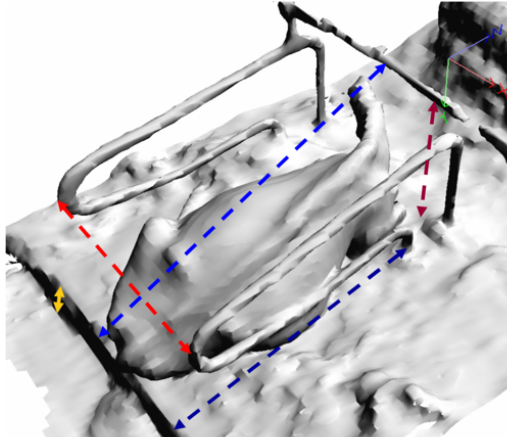


La vision numérique

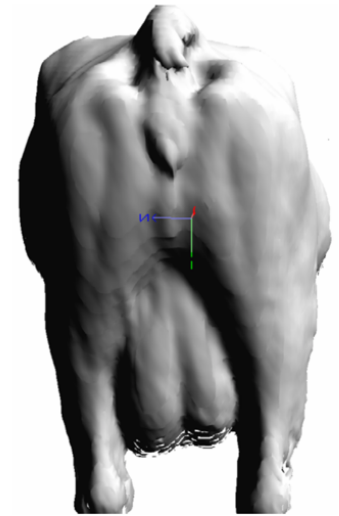


Représentation 3D (BodyMat ingenera)

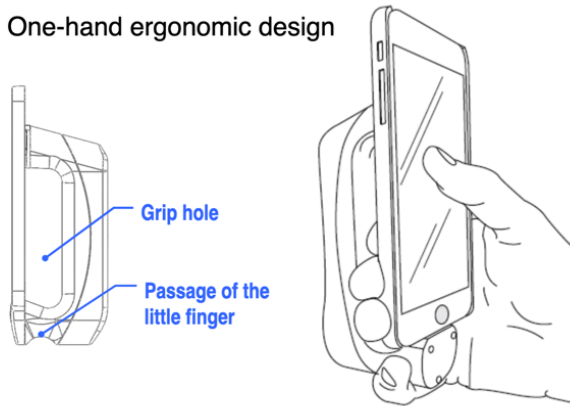
■ Cubicle dimensioning



■ Dairy cows



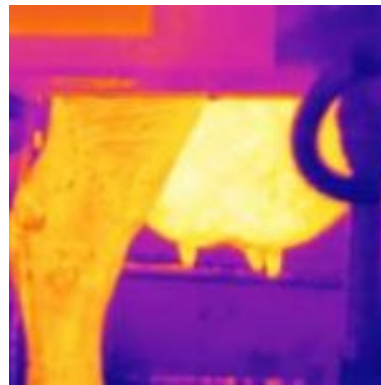
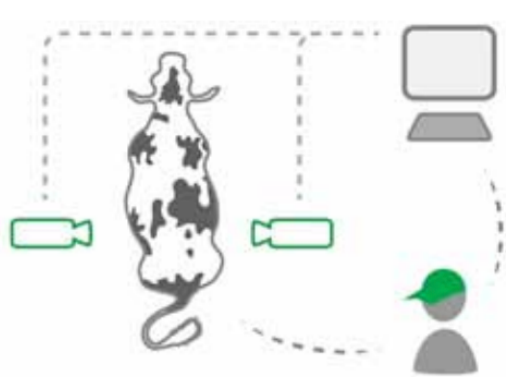
■ One-hand ergonomic design



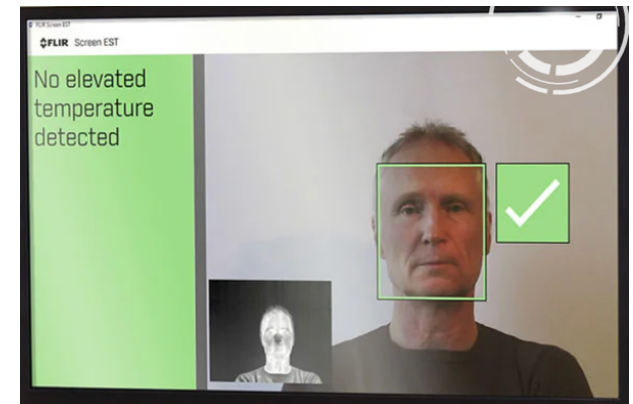
IA

Santé de la glande mammaire

Caméra spéciale de type FLIR pour analyse d'image thermique



Utilisez en ce moment pour
la COVID



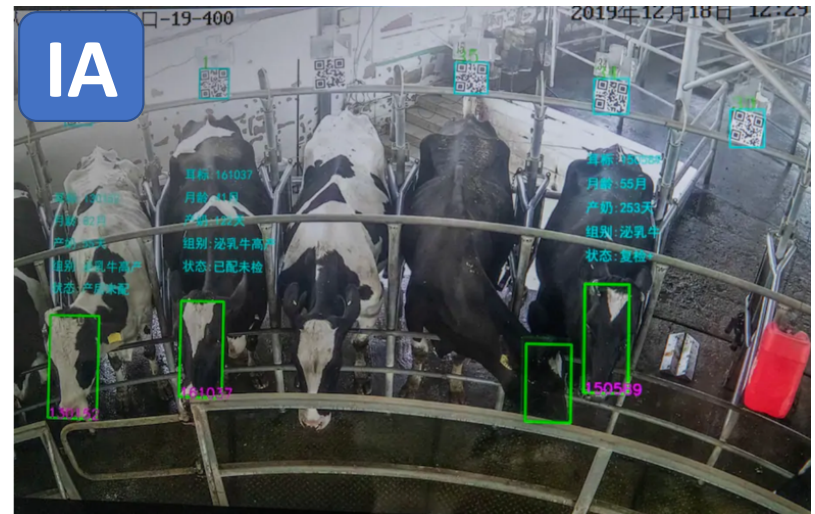
IA

Glande en santé

Problème avec la glande

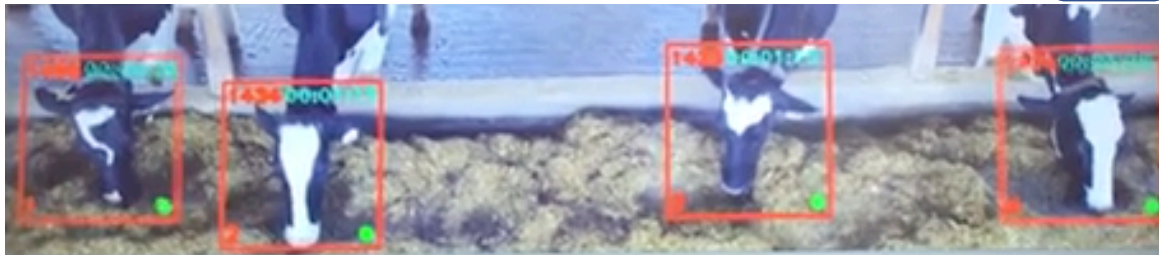
Beijing Unitrace Tech, Chine

- Reconnaissance faciale pour les vaches



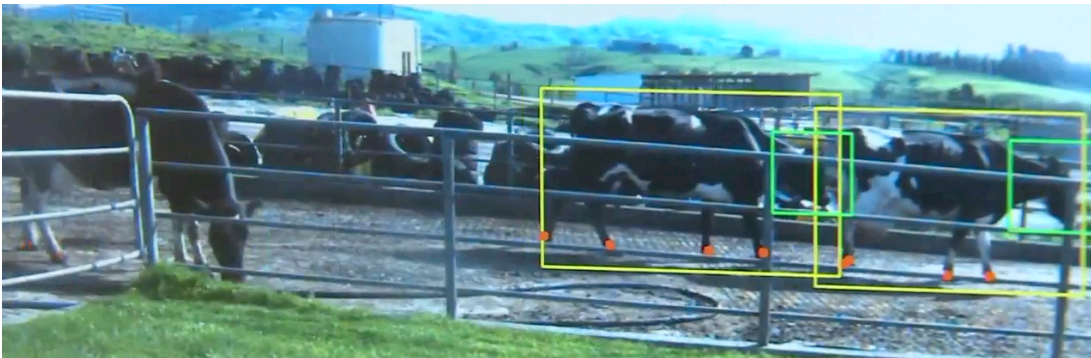
La puissance de la vision numérique en production

Alimentation de précision



IA

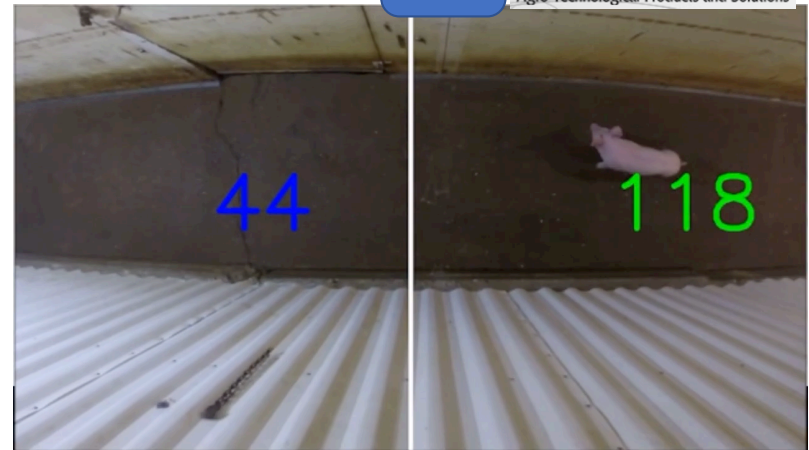
Détection précoce des problèmes de santé



IA

IA

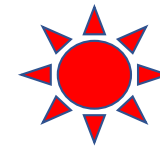
R RO-MAIN
Agro-Technological Products and Solutions



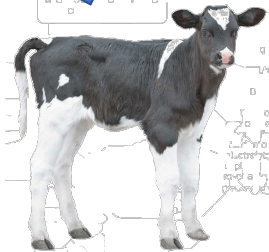
Les bâtiments intelligents



L'environnement de production à une influence à long terme sur les animaux

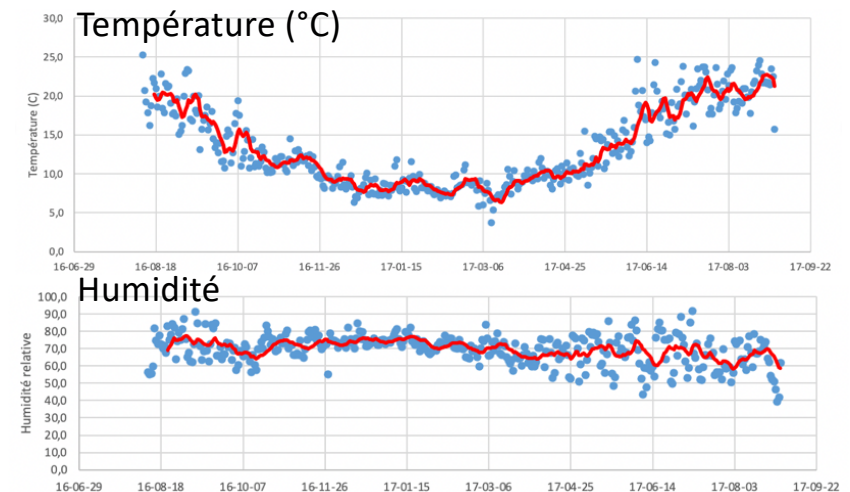


- Développement de la glande mammaire
- Baisse de production

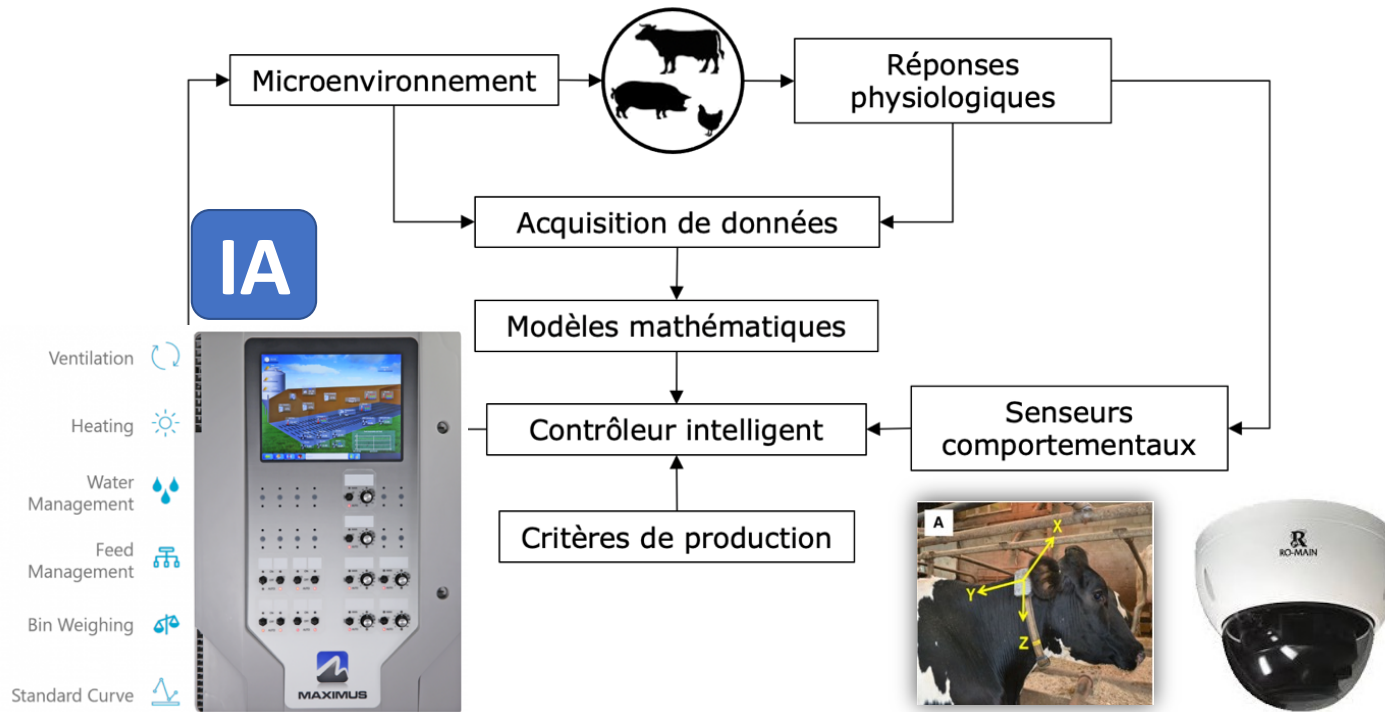


- Veau plus petit
- Problème d'immunité
- Produit moins de lait
- 2x plus de chance d'être réformé

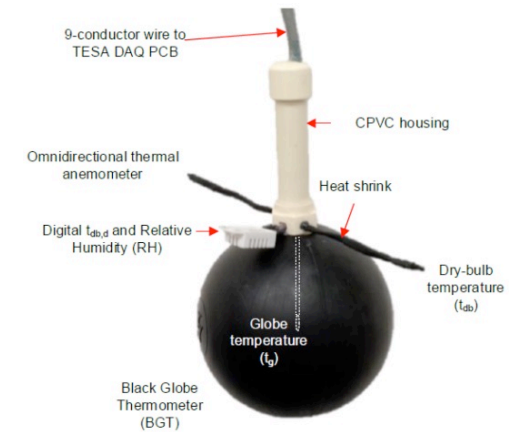
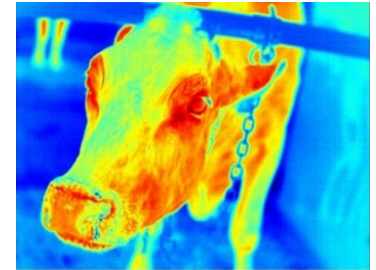
Un stress de chaleur



De l'IA dans les bâtiments pour contrôler l'environnement



Caméra thermique



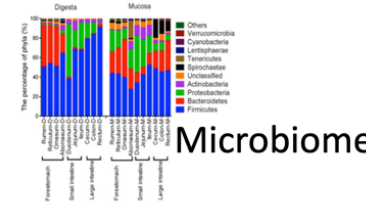
Mini station météo

CHAIRE DE LEADERSHIP EN ENSEIGNEMENT des bâtiments agricoles durables de l'Université Laval

- Systèmes de production évolués
- Contrôle avancé de l'environnement
- Gestion optimale des ressources et des effluents
- Efficacité énergétique et énergies alternatives

Reproduction : Sébastien Fournel, FSAA, U.Laval

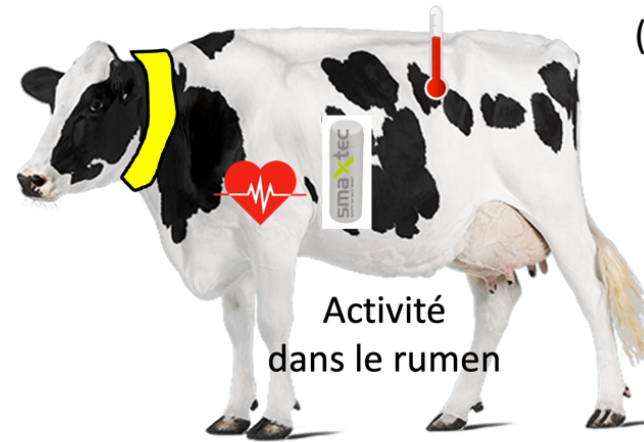
Résumé



Traite automatisée
(Production, poids, etc)



Composition
(hormones, acides gras, etc)



Activité
dans le rumen



Mouvements
Ruminations

BovineSNP50
(génotype)



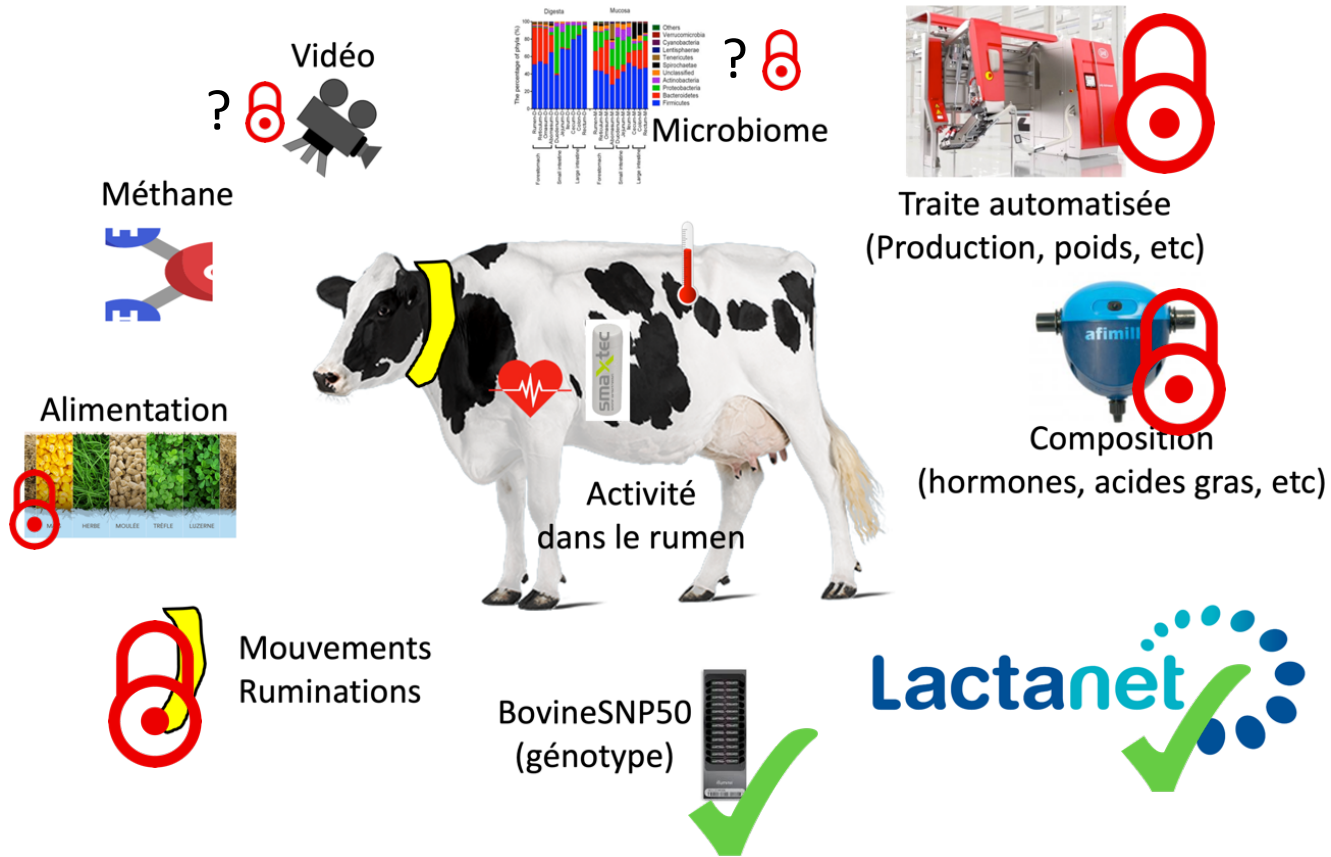
Beaucoup de données à intégrer !!



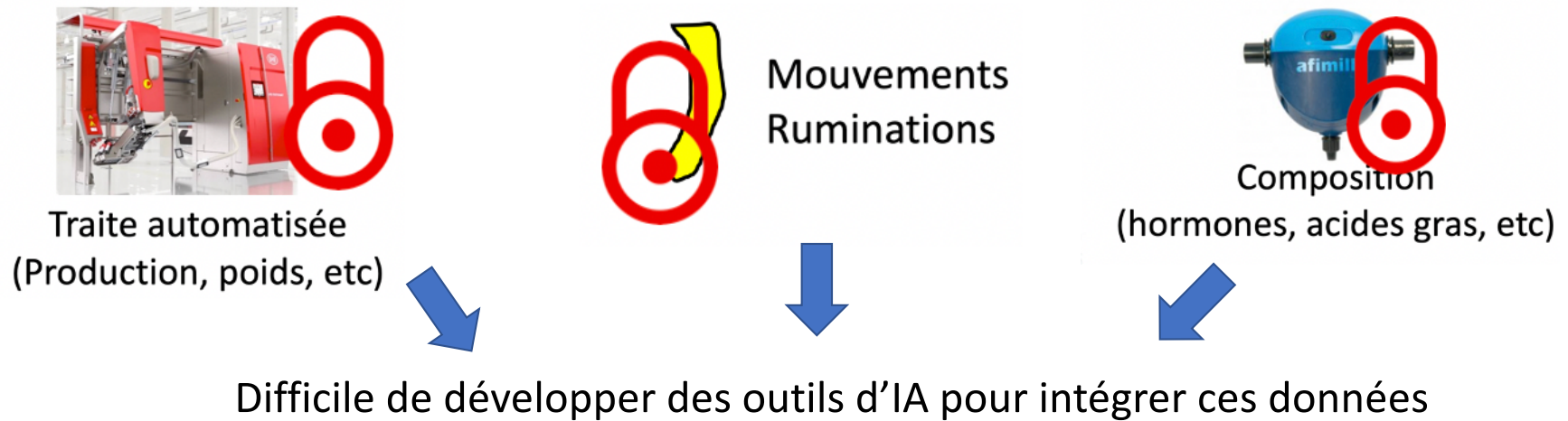
Application de l'IA en production laitière : le futur



Problème d'accès aux données



Les données recueillies par les équipementiers appartiennent aux équipementiers...



Frein à l'innovation. On dépend des capacités en IA des équipementiers...

Difficile d'appliquer l'IA quand nous n'avons pas accès aux données.
(Webinaire #2, Gouvernance des données)

Comment stimuler l'application de l' en production laitière au Québec?

- Il faut former les étudiants dans le domaine
- Il faut amener des étudiants en IA à s'intéresser à la production animale
- Il faut penser en terme de centralisation et partage des données (webinaire 2)
- Il faut penser en terme de gouvernance : À qui appartiennent les données (webinaire 2)
- Centre laitier tourné vers l'avenir pour tester les nouvelles technologies et innovations



Formation des étudiants en agronomie

- Nouveau programme
- STT-2904 : analyse de données en agronomie
 - Initiation à l'analyse de données
- Autres cours dans la formation pour amener les étudiants à des analyses plus poussées
 - Programmation (R ou Python)
 - Intelligence artificielle
- Cours à venir



UNIVERSITÉ
LAVAL

Il faut amener des étudiants en IA à s'intéresser à la production animales

- Possible via des rencontres comme le « HACKTAFERME » inspiré des hackathon (week-end de code intensif et d'échange d'idée)



Développeurs
Ceux qui vont réaliser les projets



Acteurs du monde agricole
Ceux qui sauront répondre aux besoins



Data scientists
Ceux qui vont transformer les données



Designers
Un projet, c'est mieux quand c'est beau



Agriculteurs
Cet événement est pour vous, alors venez !

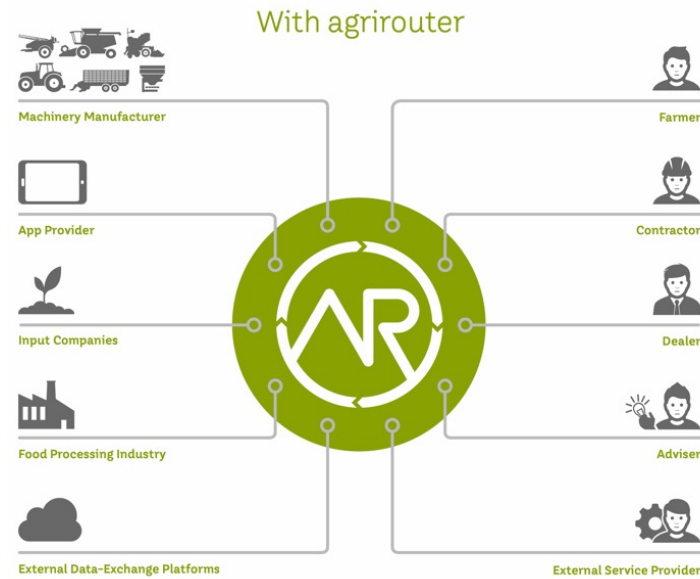
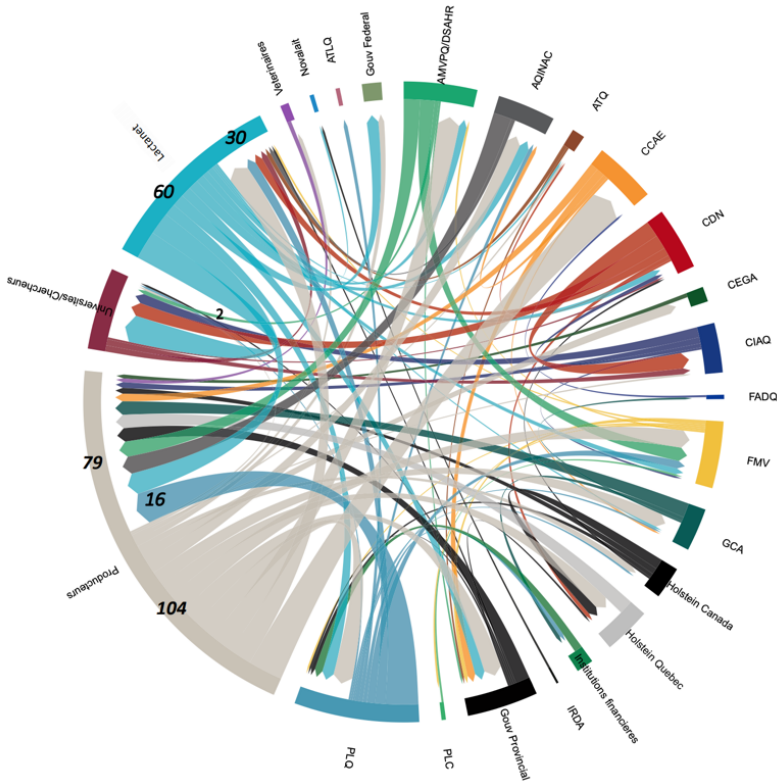


<https://hacktaferme.fr/>



Centralisation et gouvernance des données

- L'accès aux données est encore assez limité



Gouvernance
Accès
Consentements



Gouvernance des données
au sein de l'industrie
laitière québécoise :
perceptions et enjeux

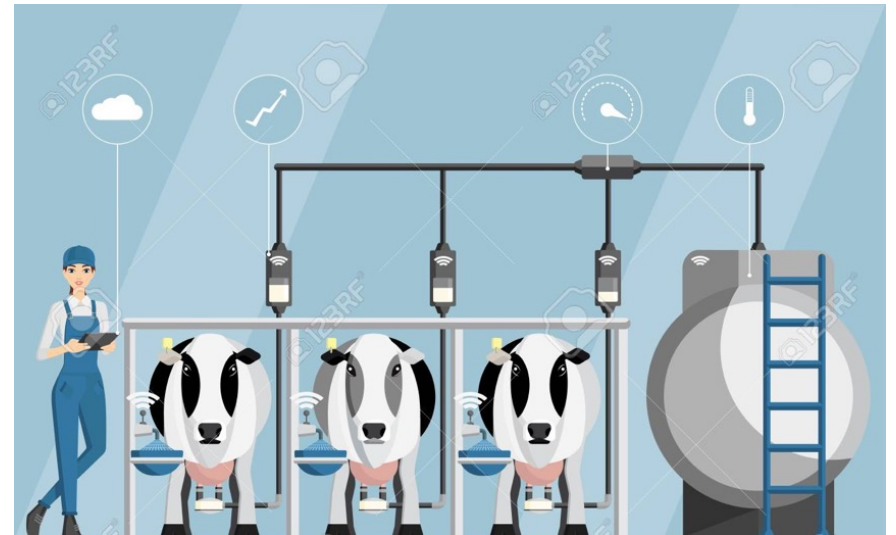
ANNIE ROYER
NATHALIE DE MARCELLIS-WARIN
INGRID PEIGNIER
MOLIVANN PANOT

Webinaire #2 sur
la gestion des données



Centre laitier du futur à la fine pointe permettant d'appliquer des méthodes d'IA

- Plusieurs technologies doivent être évaluées
- Orienté vers la cueillette de données
- Permettant l'application des techniques d'IA
- Un centre permettant l'intégration des données pour planifier le futur



Il faut stimuler l'innovation par l' **IA** en production laitière!



photo credit: msh.mosreg.ru



MERCI!



Questions : eric.paquet@fsaa.ulaval.ca
<http://paquetlab.fsaa.ulaval.ca/>



Webinaires - Ateliers Les données numériques dans le secteur bioalimentaire au Québec

27 janvier 2020 de 13h30 à 16h00

