

L'élevage de précision pour les ruminants : atouts, promesses et faiblesses

P. FAVERDIN – J.L. PEYRAUD *INRA* *UMR PEGASE*



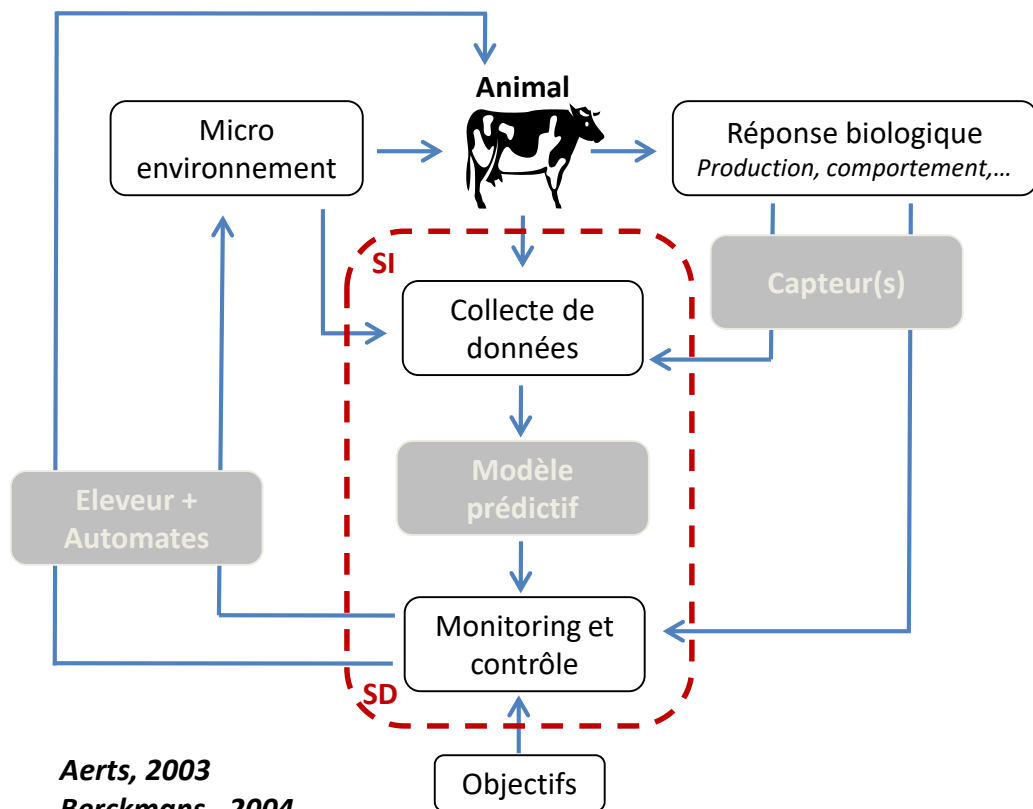
Un contexte favorable au développement de l'élevage de précision

- **Évolution des structures = plus d'animaux par éleveurs**
 - Augmentation de taille des troupeaux
 - Augmentation de la productivité du travail (L lait/UTA)
- **Changement des conditions d'élevage = surveillance accrue**
 - Augmentation des pathologies (Vêlage + difficiles en allaitants, nouvelles pathologies infectieuses, Pathologies nutritionnelles plus fréquentes)
 - Reproduction des vaches plus difficile
- **Changement du contexte économique = anticiper, adapter les décisions**
 - Quotas → Contractualisation des livraisons et de la qualité
 - Volatilité des prix → flexibilité des décisions
 - Traçabilité des animaux et des circuits
- **Explosion des TIC = de nouvelles technologies performantes**
 - Méthodes d'analyses des données (haut débit, dynamique, IA, apprentissage)
 - Des systèmes électroniques de + en + évolués (portables, autonomes, réactifs)

Les enjeux pour l'élevage de précision pour les ruminants

- **Diagnostics**
 - surveillance automatisée des animaux et des bâtiments?
→ détection précoce, alertes spécifique, réduction usage des antimicrobiens, bien être animal
- **Efficiencie**
 - Alimentation de précision, Prendre en compte la variation interindividuelle
→ Utilisation plus efficiente des ressources, réduction des émissions
- **Système d'aide à la conduite du troupeau**
 - Tableau de bord avec des indicateurs (partageant l'information avec les conseillers?)
 - Anticipation, simulation, adaptation de la conduite
- **Travail**
 - Réduire le temps de travail et d'acquisition de l'information
 - Délégation de certaines tâches et décisions à des robots
- **Certification**
 - Traçabilité des modes de conduites, des évènements (Bien être animal, environnement)
- **Phénotypage à haut-débit**
 - Sélection sur de nouveaux caractères
 - Arrivée de la sélection génomique

Concept général de l'élevage de précision



Aerts, 2003

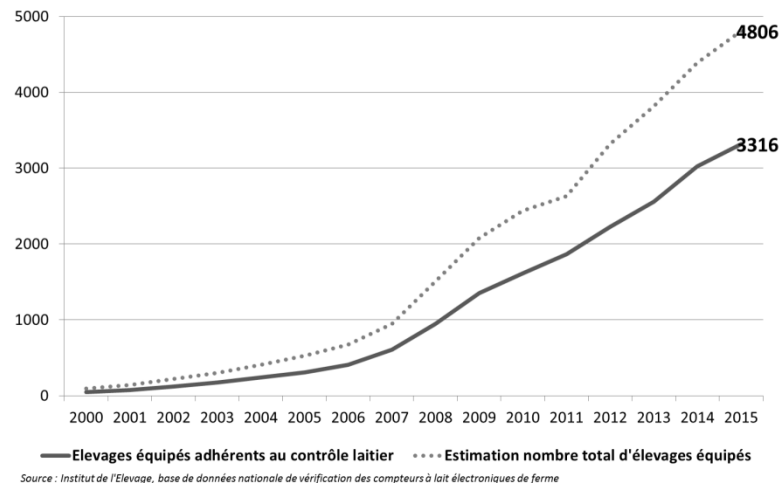
Berckmans, 2004

Whates, 2007

- Variables animales ou environnementales mesurées par des capteurs à haute fréquence
- Modèle prédictif fiable de la réponse de l'animal aux conditions environnementales
- Algorithme intégrant les données prédictives et les variables
- Production d'alertes à destination de l'éleveur
- **Place centrale du système d'information**

Un développement de l'élevage de précision fortement tiré (dominé?) par l'élevage laitier

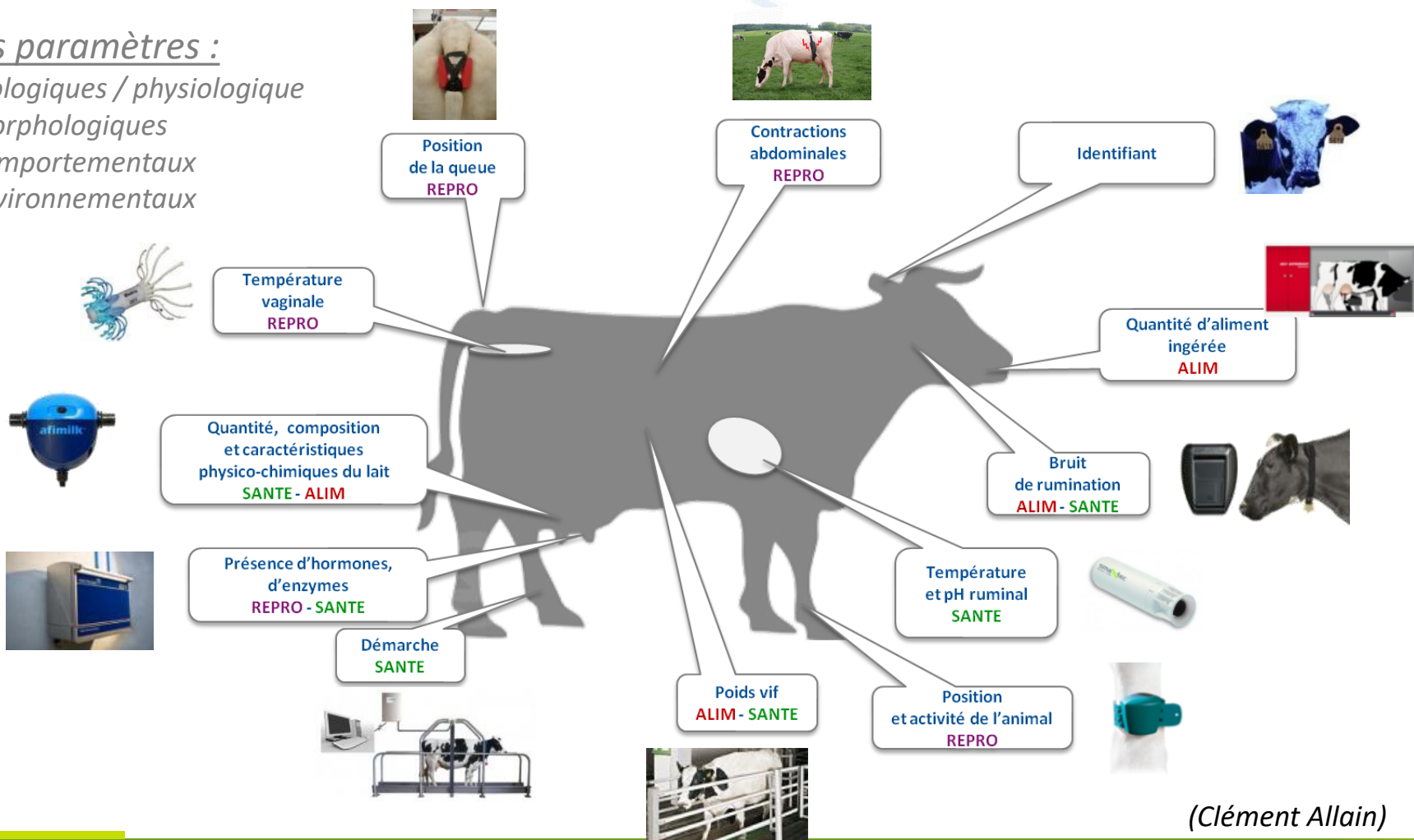
- Vache laitière présente une forte valeur ajoutée
- Monitoring individuel >> monitoring groupe ou environnement
- La possibilité d'utiliser les biomarqueurs du lait (MIR)
- Une robotisation croissante (traite, alimentation)
 - Robots de traite (5000 élevages) => centrale de phénotypage
 - Contrôle individuel de la complémentation
- Secteur qui a sa propre conférence!



De nombreux capteurs pour un suivi « facilité » de tous les paramètres de l'animal

Des paramètres :

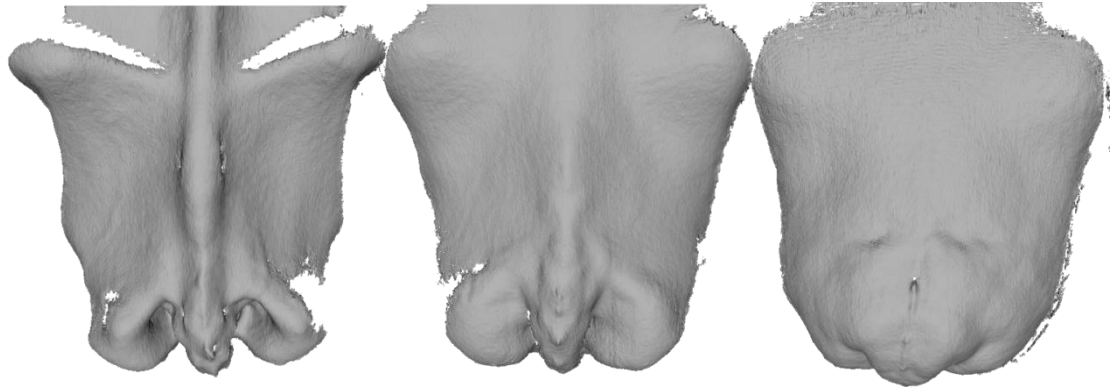
- Biologiques / physiologique
- Morphologiques
- Comportementaux
- environnementaux



(Clément Allain)

De nouvelles technologies innovantes pour évaluer des aptitudes d'élevages

- Etat corporel :
notation
automatique



NEC = 1

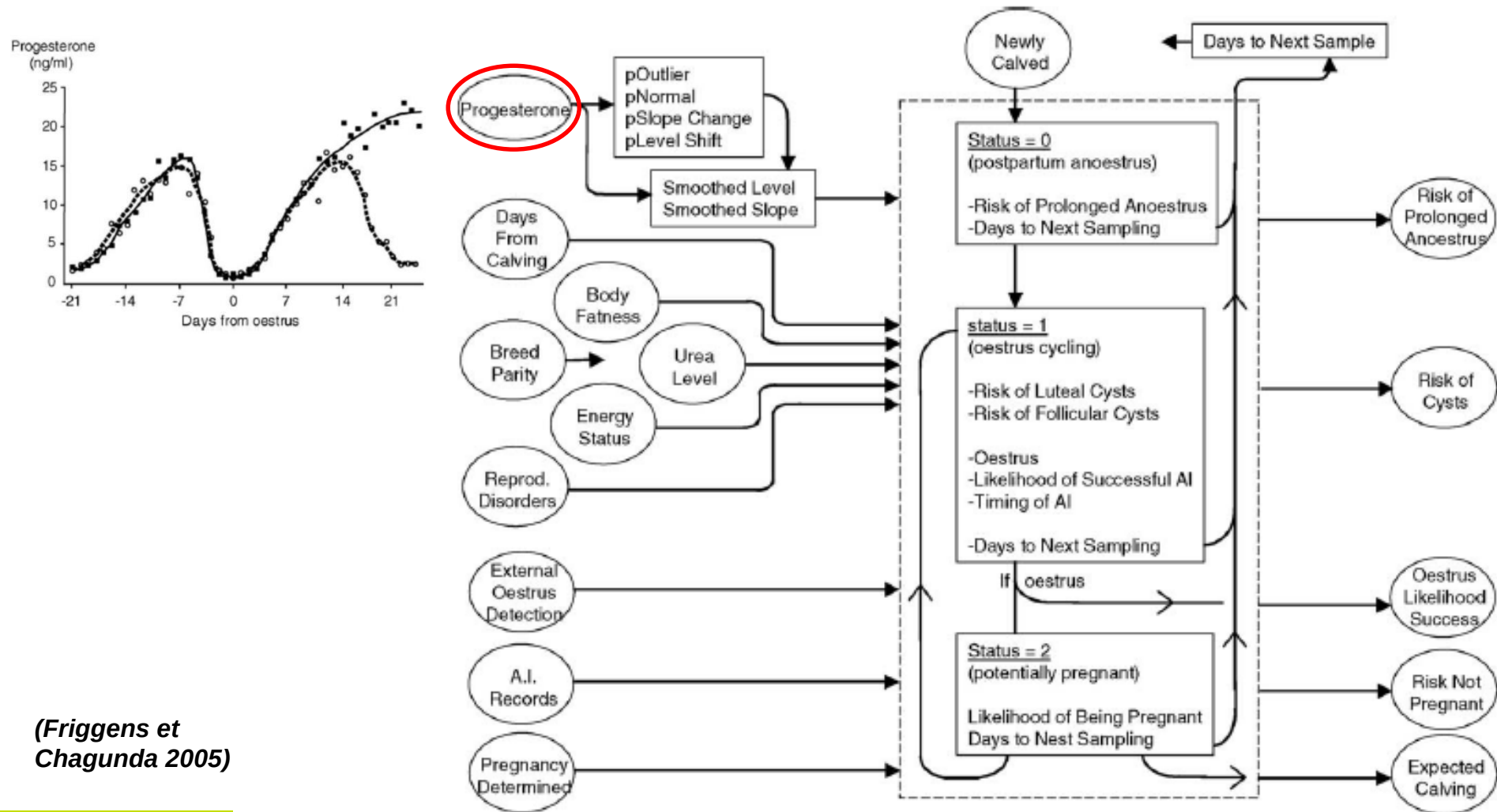
NEC = 3

NEC = 4.75

- Morphologie :
Mensurations,
angularités,
volume/surface,
valeurs bouchères



Modéliser la réponse pour interpréter le signal : ex de la progestérone



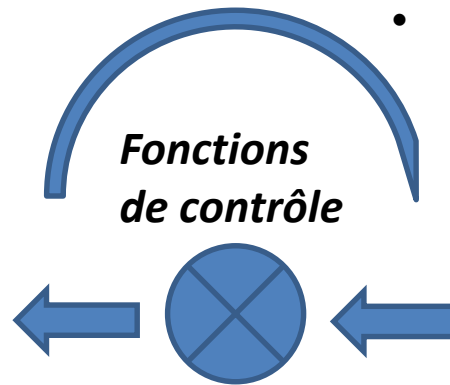
(Friggens et
Chagunda 2005)

Mieux coupler information et décisions + actions dans l'élevage de précision

Actions (robots?)



Monitoring



- **Le contrôle individuel de l'alimentation**
 - La composition (ex : protéique, énergétique)
 - Les quantités (ex : restriction alimentaire)
 - L'introduction de régimes spéciaux (santé)
- **Le contrôle de la traite, sevrage**
- **La gestion de la santé**
- **La gestion du pâturage**
- **Le contrôle de l'environnement (brumisation, nettoyage...)**
- **Achats, ventes, réformes, choix des reproducteurs...**

- **Les indicateurs de l'animal**
 - Efficience énergétique (bilan énergétique via poids, état corporel)
 - Efficience protéique
 - Etat corporel, croissance ou conformation
 - Santé (acidose, infection)
 - Le stress thermique
 - Les rejets
 - La reproduction
- **Les indicateurs de l'environnement**
 - Economique, stocks...
 - Température, concentration polluants

Ex : Ajuster l'alimentation sur l'efficacité protéique

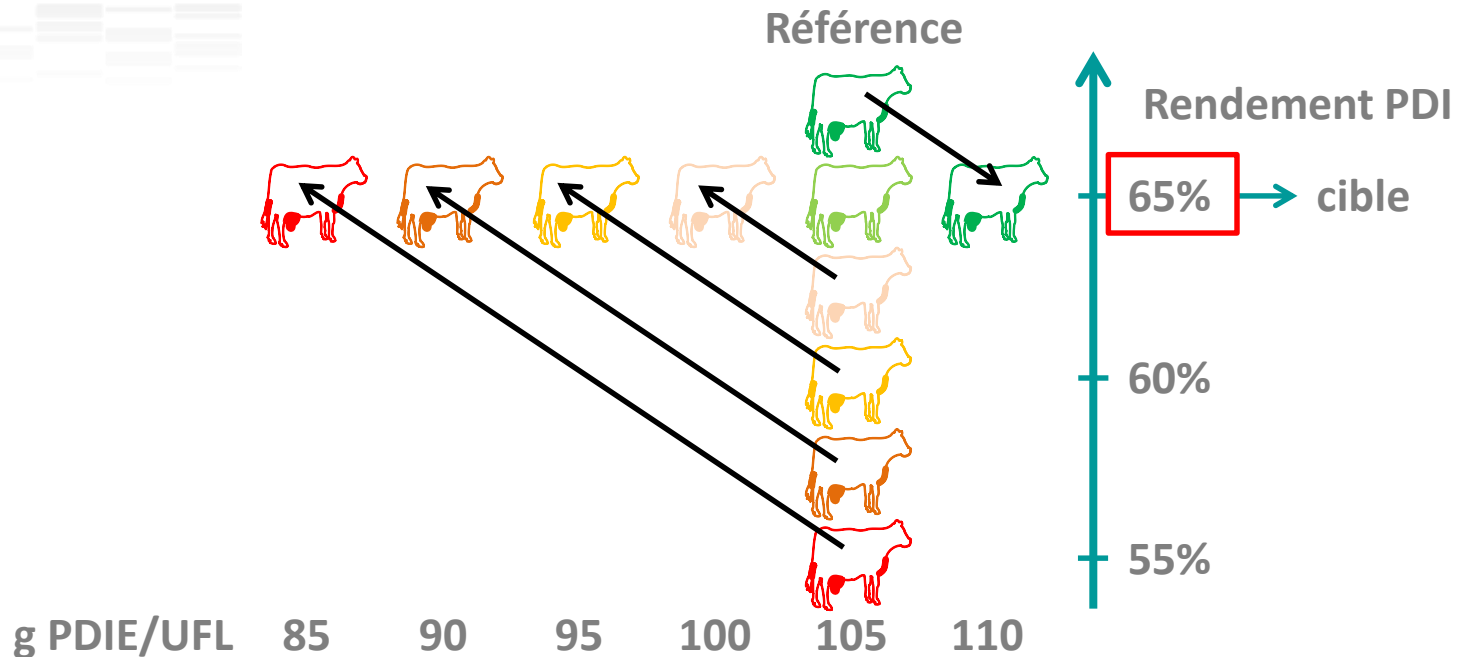
Mesure individuelle de l'efficacité protéique



Utilisation d'une fonction de pilotage de l'efficacité



Modification individuelle de la ration



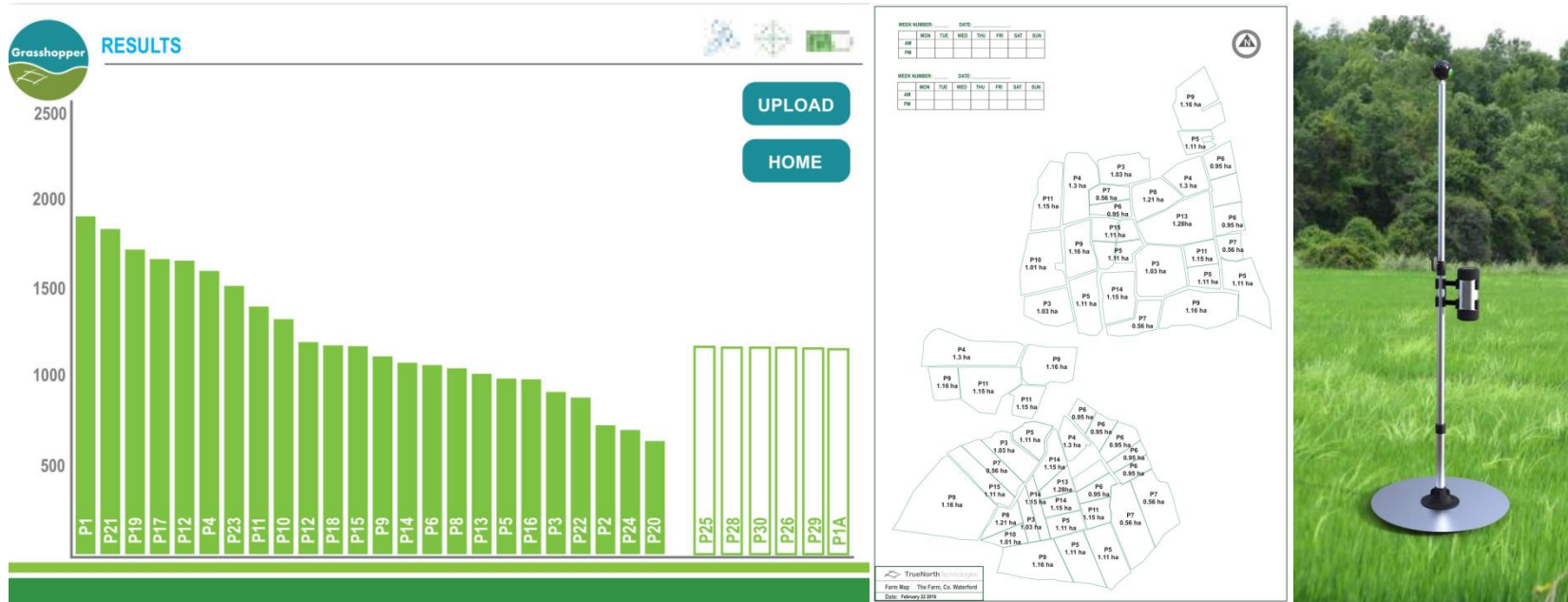
Niveau de protéines	Const.	Var.	%
Rendement des protéines métab. (%)	59,3	69,1	+ 17 %
Tourteaux/Prot Lait (kg MS/kg Prot)	3.06	1.73	- 43 %
MS/PL (kg MS/kg lait)	0.68	0.67	- 1 %

(Cutullic et al 2013)

Des outils connectés pour gérer le pâturage

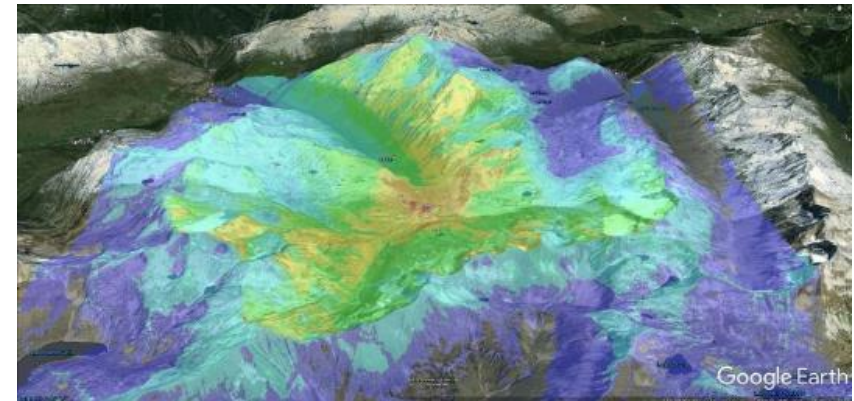
Gérer la ressource

- Evaluer la biomasse et la croissance
- Intégrer ces informations dans des outils de gérer des paddocks
 - Décider des changements de parcelles
 - Evaluer la valorisation de l'herbe



La gestion des milieux semi-naturels

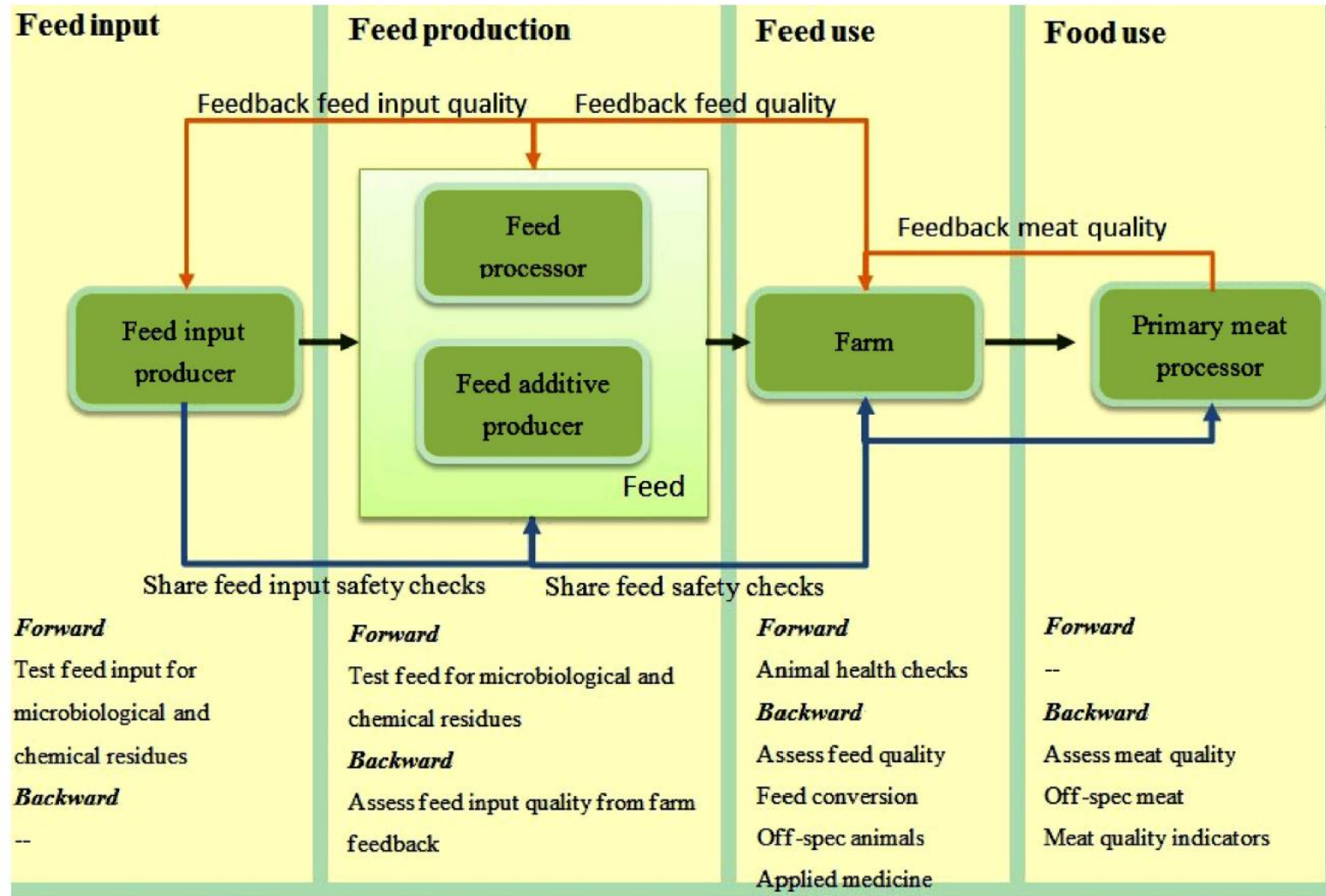
- Gérer la valorisation des ressources dans des grands espaces naturels grâce aux ruminants
 - Préserver la biodiversité
 - Gérer la ressource
 - Fournir des services (luttres contre le feu ou les avalanches, lutter contre l'abandon de terre et de territoires)
 - Maintenir des milieux ouverts
- Connaissance de la diversité du milieu
 - télédétection (satellites, drones)
 - cartographie de l'état des ressources et de la biodiversité)
- Connaissance de l'animal et de sa localisation:
 - géolocalisation,
 - communication LORA longue portée,
 - clôture virtuelle,
 - alarme prédateurs, alarme vols; activité, stress



Un futur de l'élevage de précision encore largement à construire

- ❖ Les connaissances biologiques et les possibilités technologiques vont offrir de nouvelles perspectives aux éleveurs
- ❖ Les traitements de l'information vont jouer un rôle décisif dans l'évolution de l'élevage de précision au-delà du simple monitoring
- ❖ Le système d'information au cœur du dispositif :
 - ❖ Réfléchir à des structures de SI ouvertes et évolutives
 - ❖ Importance de l'étude ergonomique d'insertion de ces outils dans le pilotage des systèmes
- ❖ L'importance de la modélisation pour valoriser l'information
- ❖ Le couple technologique information + robotisation offre des perspectives très innovantes en recherche et en élevage (ex : alimentation)
 - ❖ Une conduite plus complexe et multicritères
 - ❖ Plus d'efficience
 - ❖ Plus de flexibilité

Vers une intégration de l'élevage de précision dans la chaîne de production? (IoT & Blockchain)



(Banhazi et al. 2012)

.014

14
10 / 10 / 2017

Les limites actuelles

De nouvelles technologies très attractives, séduisantes mais:

- Une nouvelle activité (maintenance et contrôle des appareils, lecture et traitement de l'information) pas évidente à comptabiliser
- Une information qui en elle-même n'est pas toujours utile ou utilisable en l'état :
 - trop d'informations tue la décision!
 - Mauvaises décisions : traitements inadaptés des maladies avec une détection trop précoce
- Une information très spécialisée et encore beaucoup orientée monitoring individuel avec peu de décision et de gestion du troupeau associée
 - Un appareil = une information
 - peu d'applications multi-informations orientées performance et gestion du troupeau
- Des systèmes souvent captifs : atouts et limites
 - Evolutivité ? Compatibilité ?
 - Interconnexions? Echange de données avec système d'information ?
 - Quelle durée de vie?
- Encore peu d'outils pour mieux valoriser le potentiel de ces informations
- Un coût parfois important et un bénéfice plus difficile à évaluer
 - Comment évaluer le rapport coût-bénéfice des solutions proposées ?

Une adoption difficile de ces nouvelles technologies dans les élevages

Enquête sur les freins à l'adoption des nouvelles technologies de monitoring en élevage laitier (229 éleveurs laitiers du Kentucky, US)

Raison d'un faible taux d'adoption	%
Pas familier avec les technologies disponibles	55
Rapport coût/bénéfice inintéressant	42
Trop d'informations fournies sans savoir ce que l'on peut en faire	36
Pas assez de temps à passer avec ces technologies	31
Intérêt économique non perçu	30
Trop difficile ou trop compliqué à utiliser	29
Support ou formation technique faible	28 (+ gds élevages)

→ Associer les utilisateurs dans le développement

Russel & Bewley, 2013

Les challenges

- **Innover dans le traitement des capteurs et de l'information**
 - Approches multicritères dynamiques (MIMO)
 - Auto apprentissage ?
- **Faire évoluer les systèmes d'informations pour qu'ils soient génériques et intercompatibles (→ étendre les services)**
 - Ontologie du domaine
 - Format d'échange standardisé
 - Internet des Objets (IoT)
- **Travailler avec les acteurs sur l'intégration de l'EdeP dans le métier d'éleveur**
 - Rapport à l'animal, rapport aux « machines »
 - Organisation du travail, ergonomie des outils
- **Étudier les interactions le rôle du SI dans les relations entre SO et SD (Information – Décision – Action)**
- **Intégrer l'information génomique dans l'élevage de précision**

Conclusions

- **L'élevage de précision est déjà bien développé en élevage laitier encore peu ailleurs, mais ce n'est que le début de l'histoire**
- **Un rôle possible pour l'aide à la gestion des ressources pâturées, mais un risque de plus favoriser les systèmes en bâtiments (*P. Stevenson, ECPLF 2017*)**
- **Les connaissances biologiques et les possibilités technologiques vont offrir de nouveaux indicateurs aux éleveurs → une opportunité pour la sélection génétique incluant de nouveaux caractères d'élevage**
- **Une opportunité (phénotypage HD) et un défi pour la recherche (un EdP utile)**
- **Importance de l'étude l'insertion de ces outils, encore trop tournés « information », dans le pilotage des systèmes, associer les utilisateurs**
- **Les traitements de l'information vont jouer un rôle décisif dans le futur de l'élevage de précision pour que le service soit maximal**
- **Réfléchir à des structures de SI ouvertes et évolutives pour valoriser au mieux toutes ces informations (IoT)**

Merci pour votre attention...

... et pour vos questions

