



# \_02

## La révision du système Inra : pourquoi, comment ?

**Pierre Nozière, Daniel Sauvant, Luc Delaby, et al.\***

Inra Auvergne-Rhône-Alpes

*\* UMR Herbivores (Theix) ; UMR MoSAR (Paris) ; UMR Pégase (Rennes) ; UMR Selmet (Montpellier) ; UR Zootechnie (Guadeloupe); AFZ (Paris)*

# Les systèmes (d'unité) d'alimentation



Des modèles qui permettent :

- de calculer :
    - les apports alimentaires
    - les besoins des animaux et leur capacité d'ingestion
  - de proposer des recommandations alimentaires
- dans la pratique, faire du rationnement !



# Les unités du système INRA pour les Ruminants (*depuis 1978*)

**Ingestion : UE (UEM, UEB, UEL)**

capacité d'ingestion (animaux)

encombrement (aliments, rations)

**Energie nette : UF (UFL et UFV)**

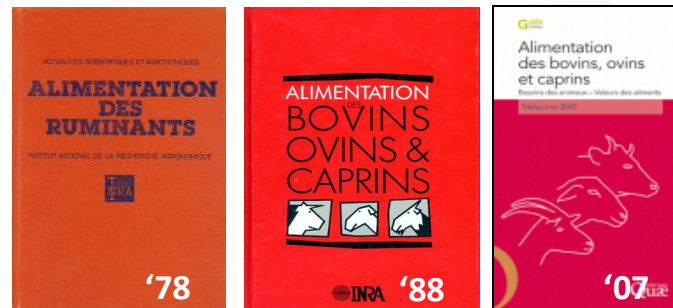
**Protéines et AA digestibles : PDI (PDIE, PDIN) / AADI**

**Minéraux (Caabs, Pabs)**

**Vitamines**

# Le système d'alimentation INRA pour les Ruminants

- Dispose de tables de valeurs des aliments
- Régulièrement mis à jour depuis 40 ans
- Très utilisé en France, et dans plusieurs pays Européens, Africains et d'Amérique du Sud
- Robuste mais présentait certaines limites



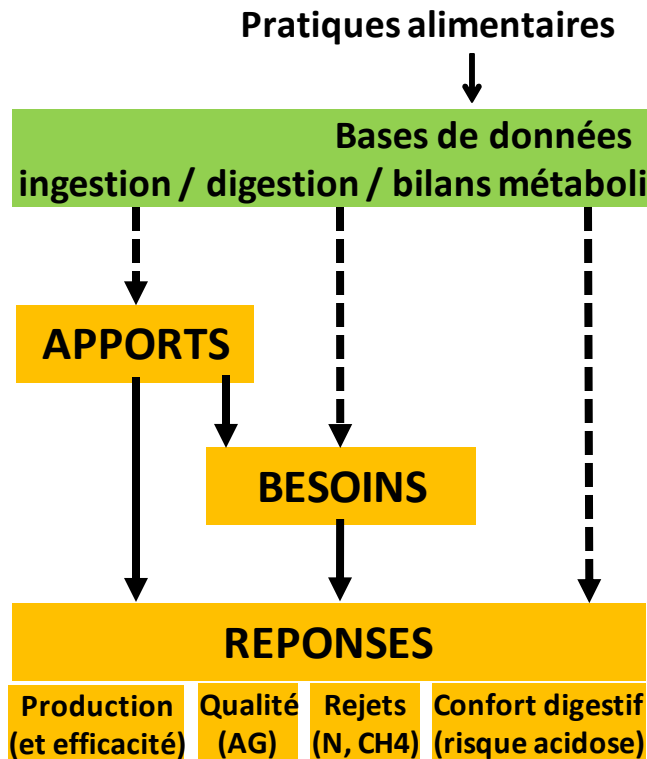
# Les objectifs d'évolution affichés en 2010

- **Permettre une évolution des logiques du rationnement intégrant de nouveaux enjeux**
  - Quelle ration pour couvrir les besoins ?
    - Quelle ration pour un objectif  $\neq$  besoins ?
    - Quelles réponses multiples à l'alimentation ?
  - Production, Qualité des produits, Santé, Emissions
- **Elargir des contextes d'application**
- **Maintenir la fonctionnalité pour le rationnement**
- **Tout en s'appuyant sur des fondements scientifiques explicités**

→ **Le projet Systali**

Bovins / Ovins / Caprins  
Laitiers / Allaitants / Viande  
Spécificités régions chaudes

# Principes de construction



→ approches statistiques homogènes et bien tracées

→ évaluation des modèles (cohérence interne, évaluation externe, comparaisons internationales)

→ évaluation des systèmes (cohérence des couplages, simulations à grande échelle)

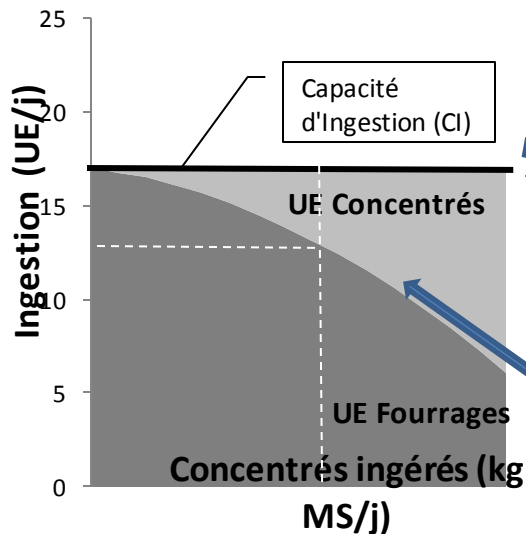
→ **Outil de rationnement et d'évaluation des rations**



# Les apports nutritionnels permis par la ration *(fourrages + concentrés)*

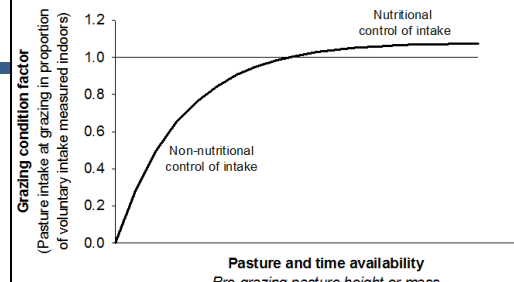
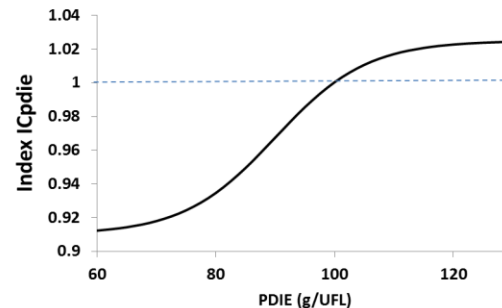
# L'ingestion (UE)

Les bases restent inchangées, mais une meilleure prise en compte de...

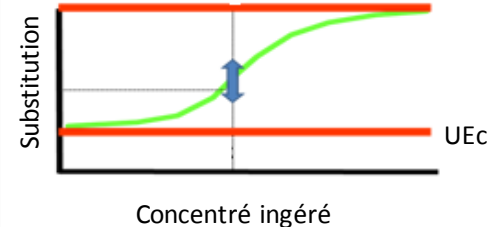


P. Faverdin *et al.*

## Teneur en protéines



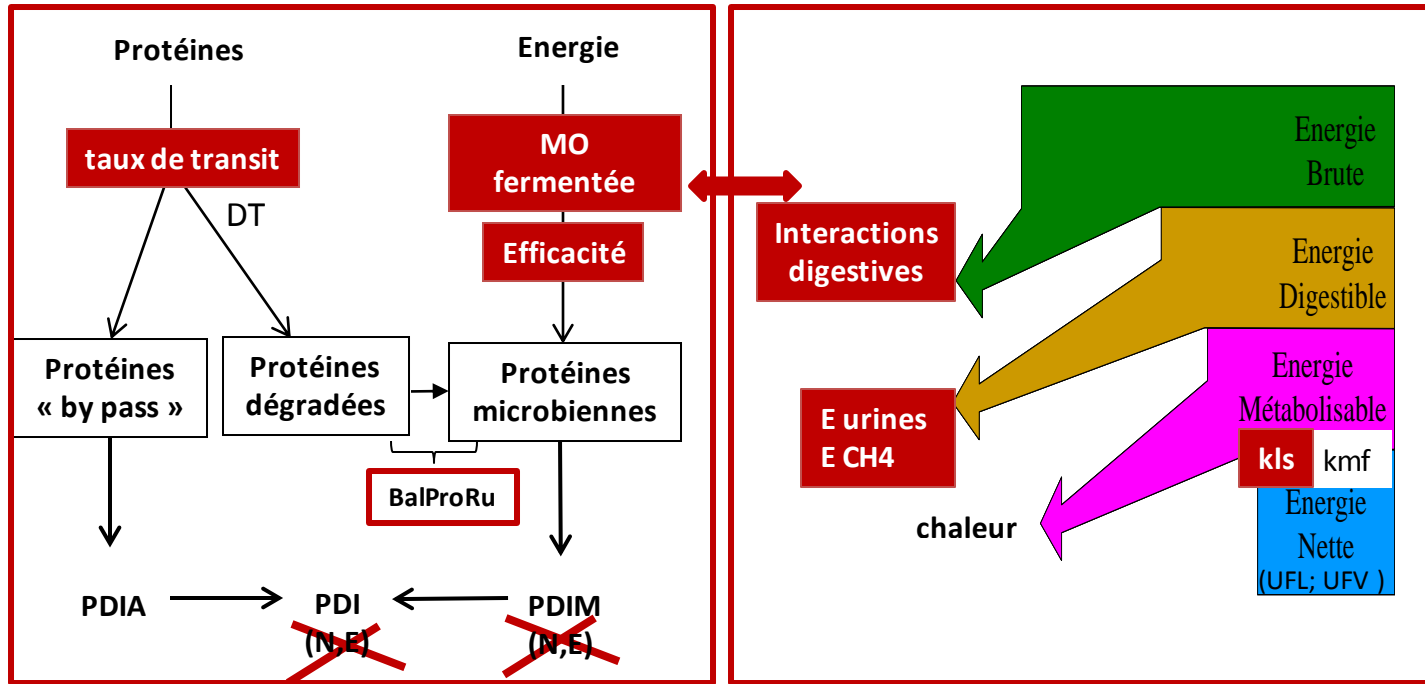
## Disponibilité herbe et durée pâturage



## Encombrement basal du concentré



# Les apports PDI/AADI et UF



Rénovation importante qui préserve la matrice historique

Prise en compte des facteurs d'interaction :

**NI** : niveau d'ingestion

**PCO** : proportion de concentré

**BPR** : balance protéique du rumen

# Conséquences sur les valeurs des aliments et des rations

- **Les valeurs 'table' des aliments sont un peu modifiées**
  - Niveau d'ingestion de référence (NIref) homogène entre UE, UF, PDI, AADI
  - Simplification/évolutions/ajouts de certains critères
    - Orge de référence : 1 UFL = 1760 kcal ENL ; 1 UFV = 1760 kcal ENEV
    - PDIN/E → PDI
    - Rmic → BPR
    - VEC
    - Acides gras
- **Pas d'impact majeur sur la prévision de la valeur des aliments (dMO, DT)**
- **Les valeurs des aliments se modulent en fonction de la ration (composition et quantités ingérées) : 'aliment dans la ration'**

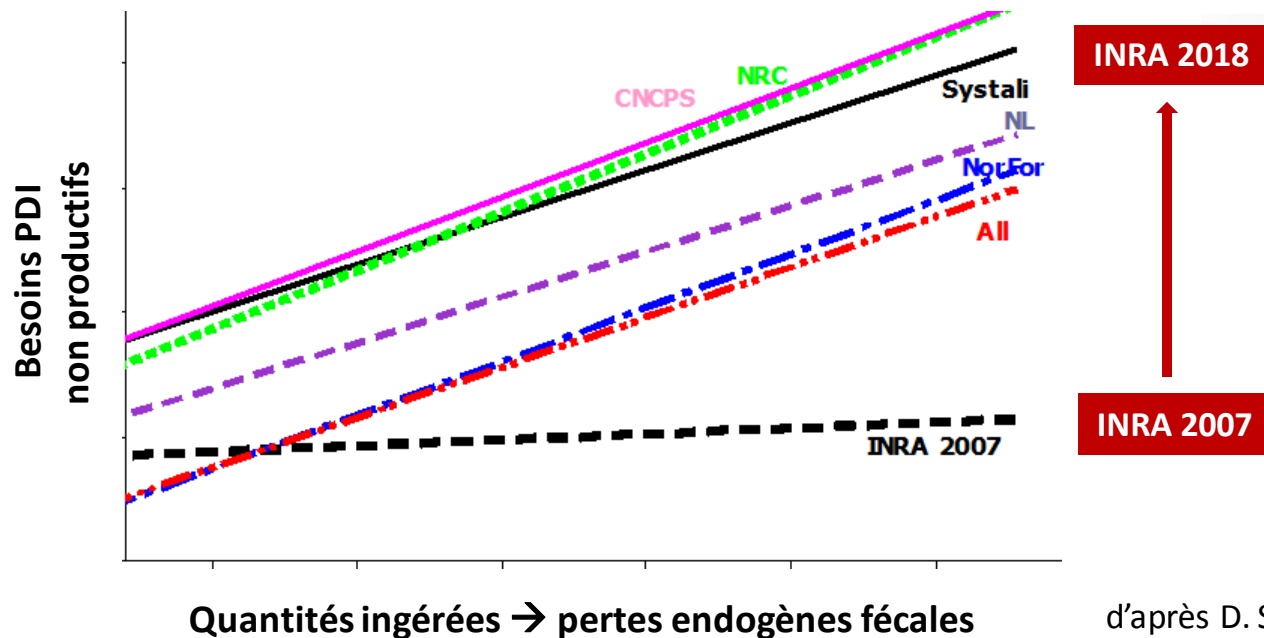
**→ Des valeurs de rations plus précises  
et calées sur des flux de nutriments mesurés**



# Les dépenses des animaux et les besoins associés

# Les besoins PDI pour l'entretien :

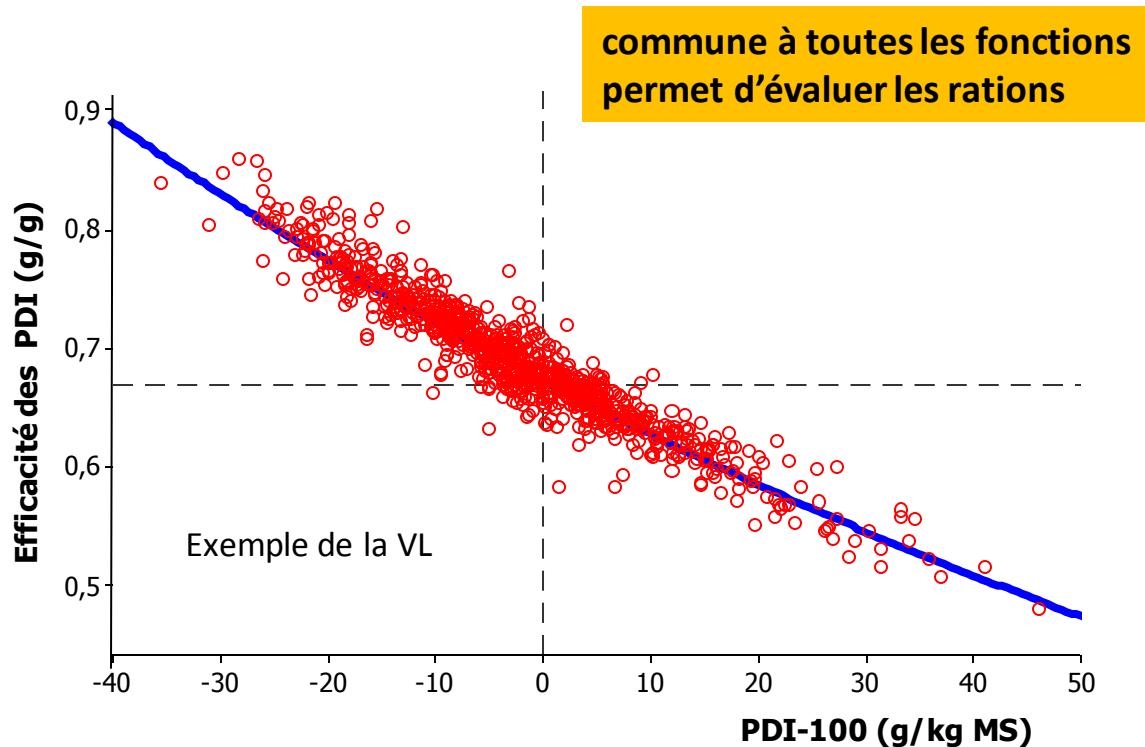
## → Besoins PDI non productifs



dépendent des quantités ingérées et de la ration (pertes endogènes fécales)

# L'efficacité d'utilisation des PDI :

→ variable



Sauvant et al, 2015

# De nouvelles valeurs de besoins



Exemples : femelles laitières

## Entretien

UFL/j/kg PM	2007	2018
Vache	0.041	0.0536
Chèvres	0.037	0.0406
Brebis	0.033	0.0345

Mis à jour pour toutes les espèces

## Lait standard

UFL	2007	2018
Vache (/kg)	0.44	0.42
Chèvres (/ kg)	0.40	0.39
Brebis (/L)	0.71	0.69

Dissociation efficacité lait+entretien vs réserves

## Variations de poids ou d'état corporel

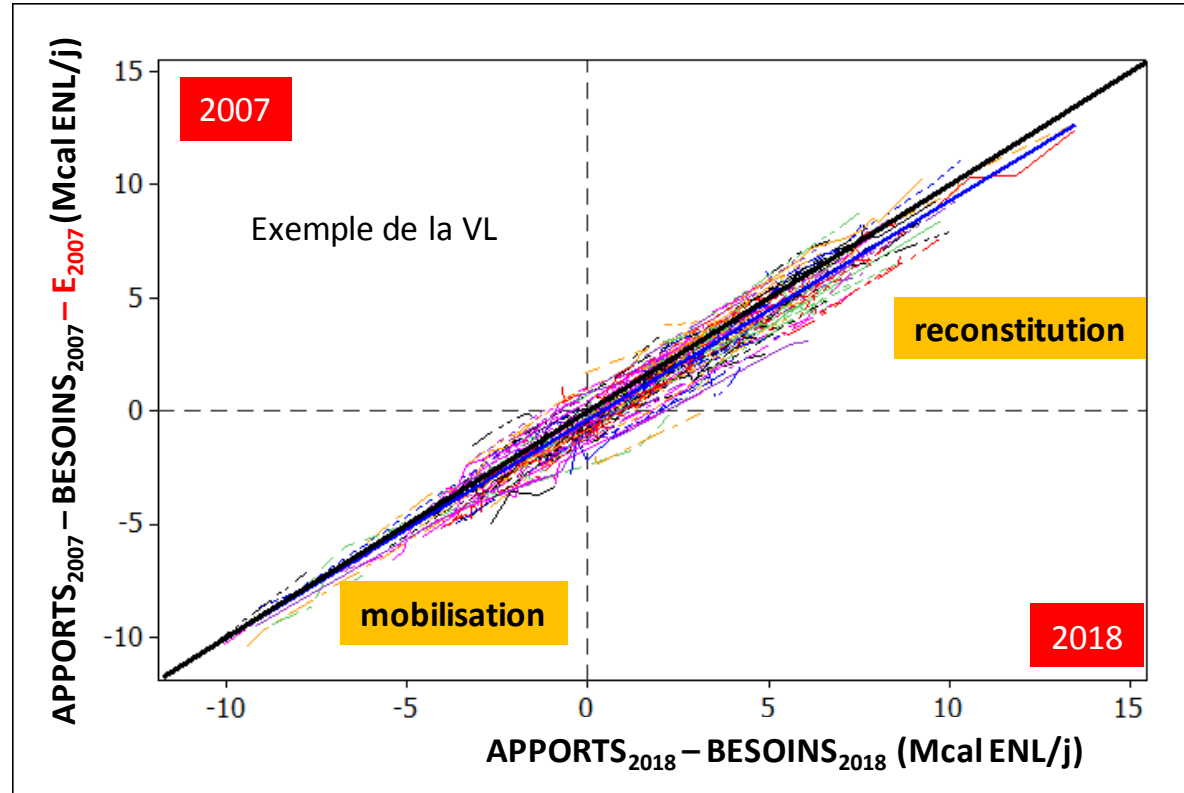
	UFL/kg PVV	UFL/ point de NEC
Vache L	2.9	206
Chèvres	2.2	22
Brebis	1.67	28

Révision importante des dépenses et besoins associés :  
→ plus précis, et mis en cohérence avec la révision des apports



# Modification des apports et des besoins → Validation ?

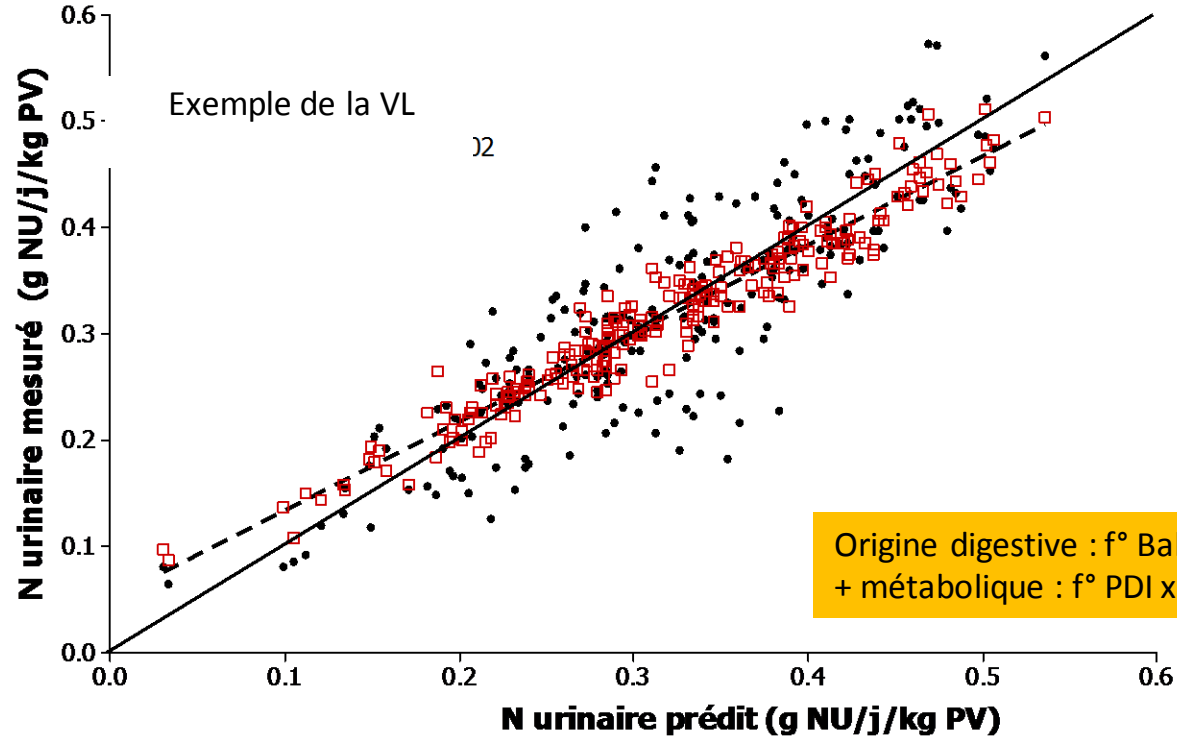
# Energie : validation sur les bilans



D. Sauvant



# Protéines : validation sur les rejets azotés urinaires



Sauvant et al, 2015

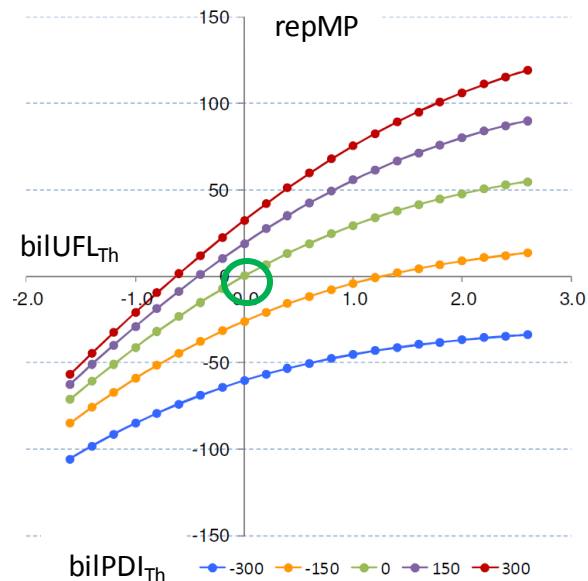
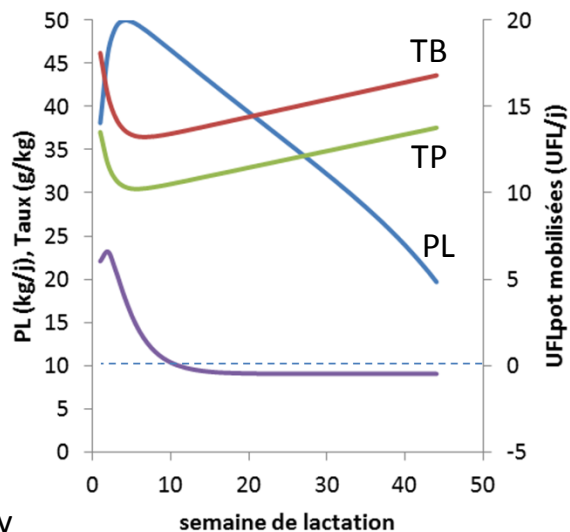


# Les réponses de production aux bilans nutritionnels

# Le principe de la démarche

1. Trajectoire de référence → Besoin théorique (Potentiel)
2. Bilan théorique = Apport – Besoin théorique
3. Lois de réponses aux bilans théoriques

EffPDI = 0,67; BilUFL<sub>Th</sub>=0



P. Faverdin & L. Delaby

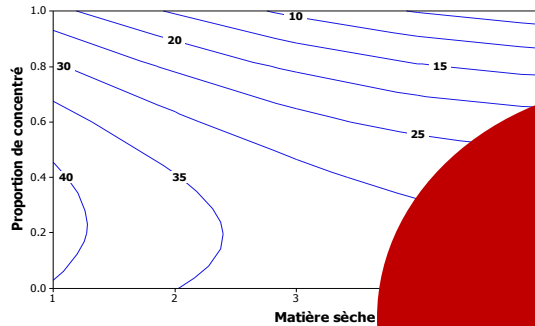
Réponses PL et MP autour du potentiel déjà intégrées dans l'algorithme de calcul de ration pour les VL !



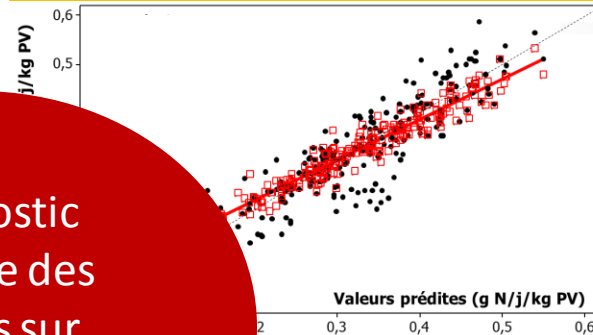
# Les autres réponses et indicateurs

# Les réponses prédites en plus de la production

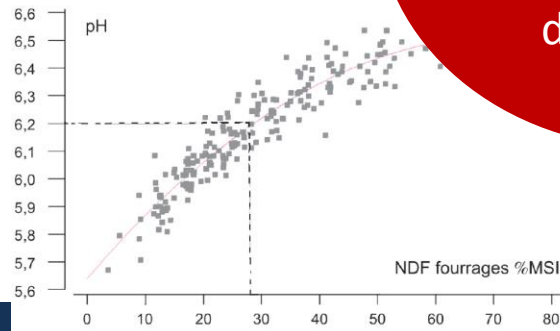
## Emissions de CH4



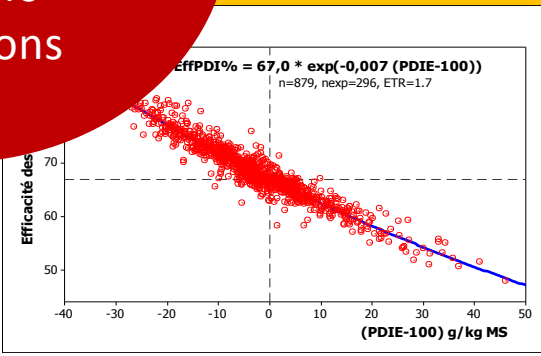
## Rejets d'N urinaire



## Risque d'acidose



## Efficacité des PDI



Diagnostic possible des rations sur plusieurs dimensions

# Les conséquences sur le rationnement

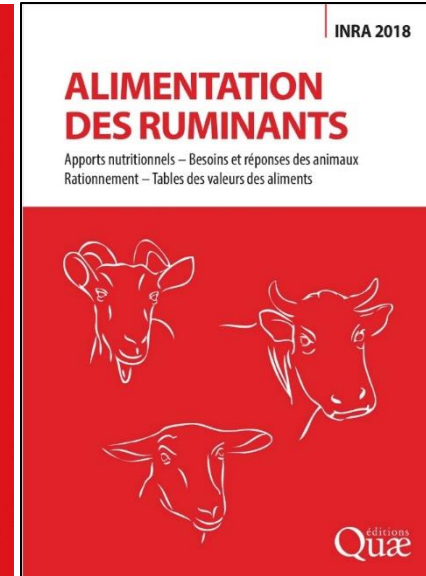
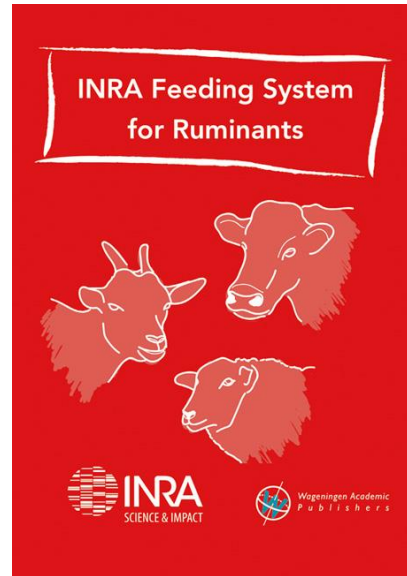
- → Cf exposé de Ph. Faverdin (vaches laitières) et J. Agabriel (bovins viande)

# En conclusion

- **Un système largement rénové**
  - Nouveaux concepts
  - Interprétation de large bases de données
  - Gros effort d'évaluation et de validation
  - Fonctionnalités étendues
    - Champ d'application
    - Diversité des réponses prédites
    - Evolutif
- **Pour pouvoir en pratique**
  - repenser les objectifs du rationnement
  - évaluer et anticiper les réponses multiples des animaux aux pratiques alimentaires

# Un nouveau 'livre rouge'

1. Les apports alimentaires et en nutriments
2. Les besoins des animaux et leurs réponses aux rations
3. Le rationnement des animaux
4. Les valeurs de référence des aliments : tables et prévision



Avec les besoins en  
eau/minéraux/vitamines

Avec les  
spécificités régions  
chaudes

Avec la description  
des bases de données



# Une nouvelle version d'INRAtion® V5/Prevalim

The screenshot displays the 'Détail Ration' interface. At the top, it shows the user 'Olivier VERON' and a '14000 GAEE/VERON' indicator. The context is 'Nom de la ration - 5/02/2018'. Below this, there are options for 'Exprimées en' (MB, MS, MS pour les fourrages, MB pour les concentrés et minéraux) and a 'Vue Synthétique' toggle. The main section is 'Ration Auge', which includes a table with columns for 'A calculer', 'Catégorie', 'Code', 'Libellé', 'Qté troupeau distribuée', 'Qté individuelle MB', and 'Qté individuelle MS'. The table contains four rows of feed items. To the right, the 'Analyse synthétique' section shows four key metrics: 'Lait auge : 0 kg/VL', 'Lait moyen : 0 kg/VL', 'TP : 36,14 g/kg', and 'PL : 19,19 kg'. Below these are two gauges: 'PDI/UF' at 74,84 and 'MSI' at 20,04. At the bottom of the analysis section is a bar chart with three bars labeled 'EA', 'PL', and 'TP'.

A calculer	Catégorie	Code	Libellé	Qté troupeau distribuée	Qté individuelle MB	Qté individuelle MS
<input type="checkbox"/>		FE4700	Ensilage	58,2	4	2
<input type="checkbox"/>		FE4700	Minéral	58,2	16	1
<input type="checkbox"/>		FE4700	Ensilage	58,2	1,2	4
<input type="checkbox"/>		FE4700	Minéral	58,2	5,8	30

En cours de développement entre INRA (A. Lamadon et al.) et FCEL  
→ cf exposé d'O. Véron

Une école de formation aux concepts (avec APT/AFZ) et aux outils (avec FCEL)

# Merci pour votre attention

