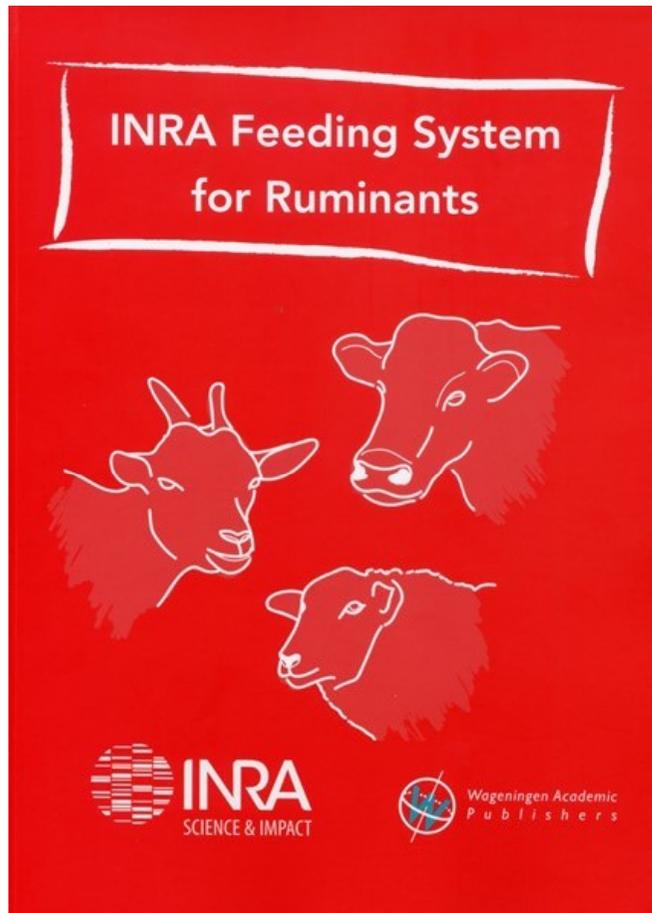
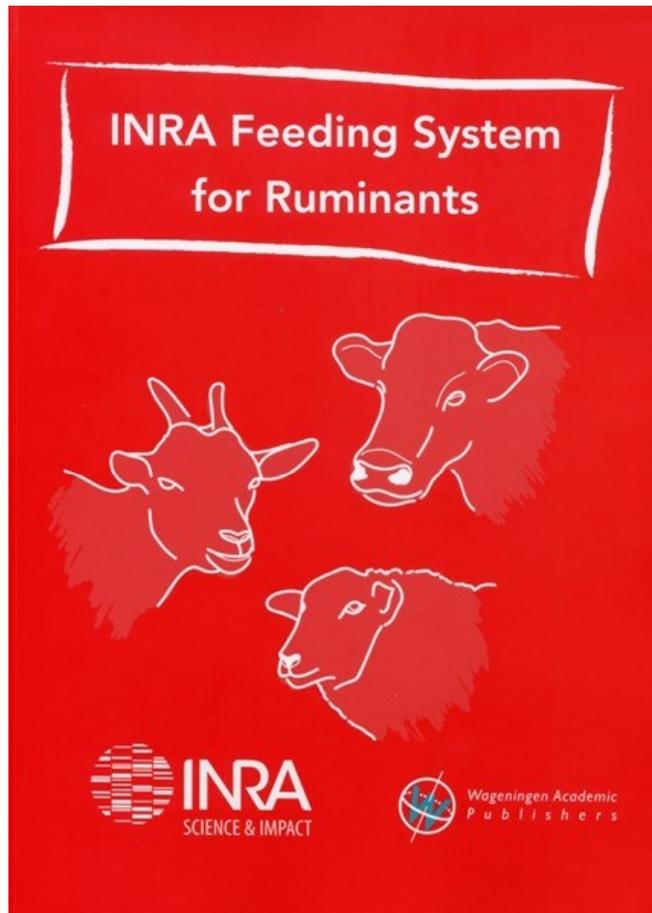


## Restitution du projet 'SystAli'



## Le système d'alimentation INRA 2018

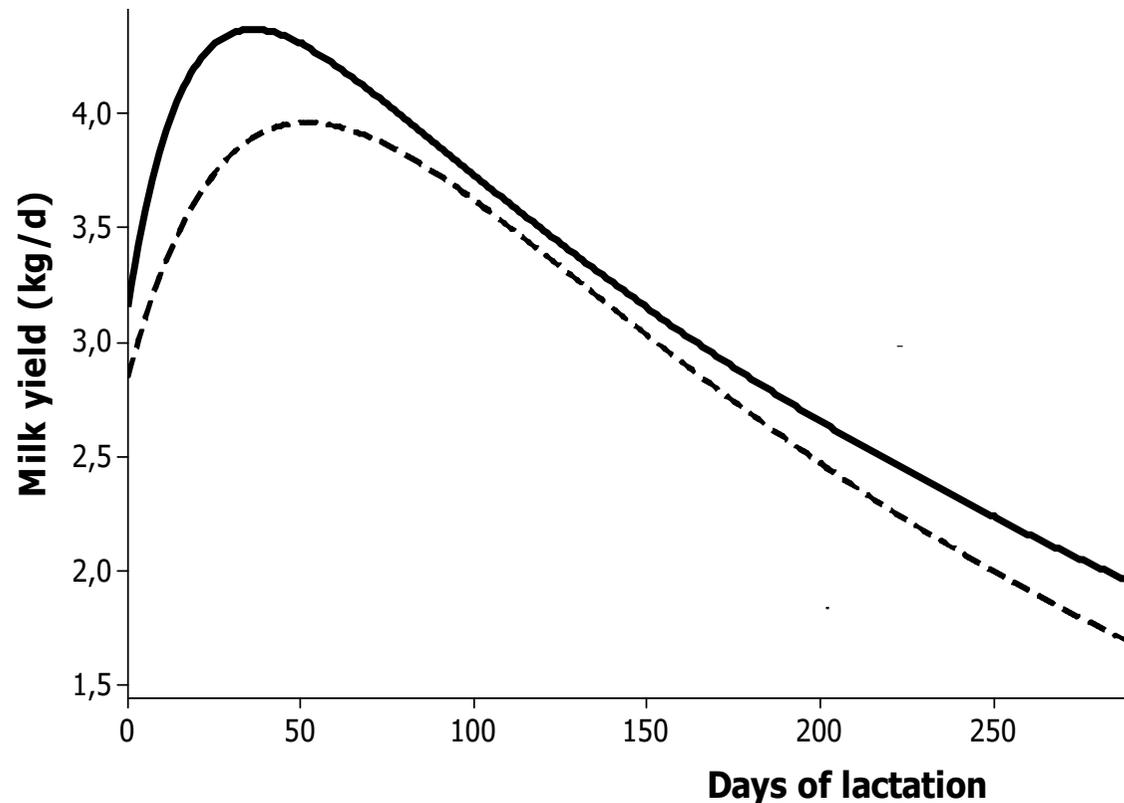


# Les caprins

D. Sauvant et S.Giger-Reverdin

# 1. Dépenses et besoins des chèvres lactantes

## 1.1. Le potentiel de production



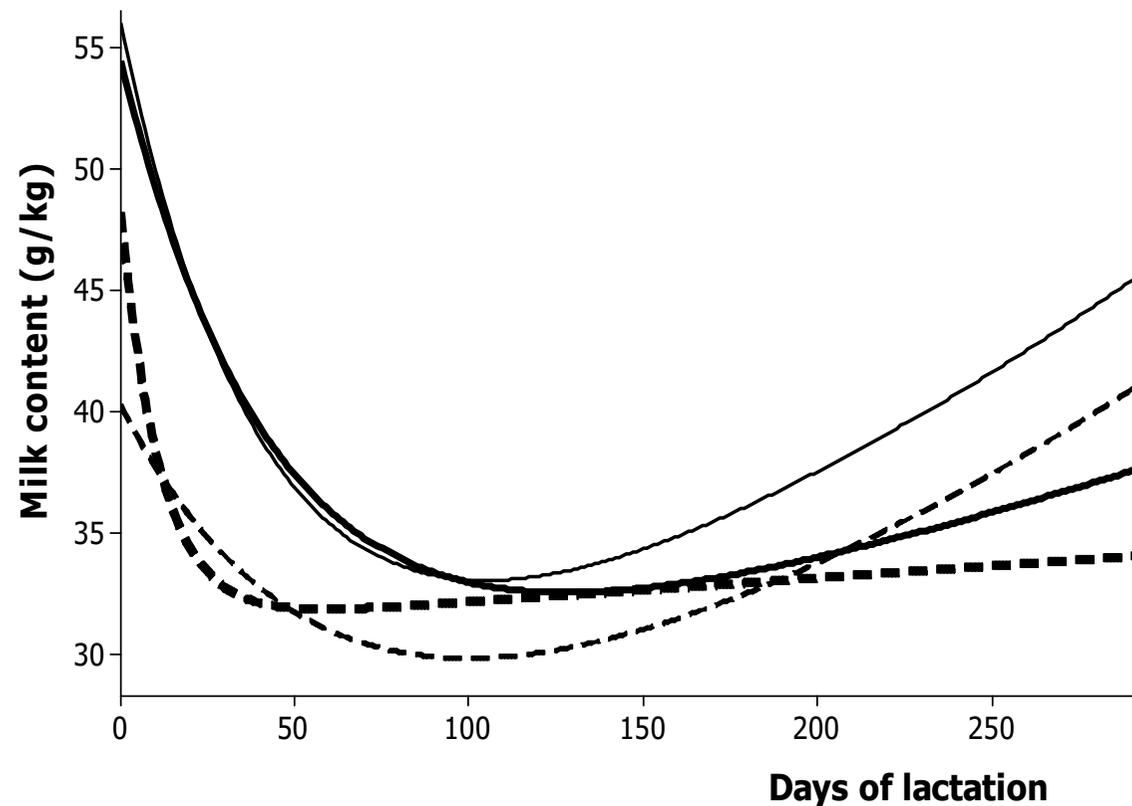
Multipares (950 kg)

$$PL_{pot} = PL_{potTOT} \times (0.00554 \times e^{(-0.00342 \times nbJ)} - 0.00222 \times e^{(-0.00555 \times nbJ)})$$

Primipares (880 kg)

$$PL_{pot} = PL_{potTOT} \times (0.006694 \times e^{(-0.00431 \times nbJ)} - 0.00345 \times e^{(-0.0270 \times nbJ)})$$

# EVOLUTIONS DE TBpot ET DE TPpot



**Primipares (TBpot=37.7)**

$$TB_{\text{primi}} = avTB_{\text{pot}} * (0,85 * \exp(-0,023 * 'tj') + 0,636 * \exp(0,0022 * 'tj))$$

**Multipares (TBpot=36.3)**

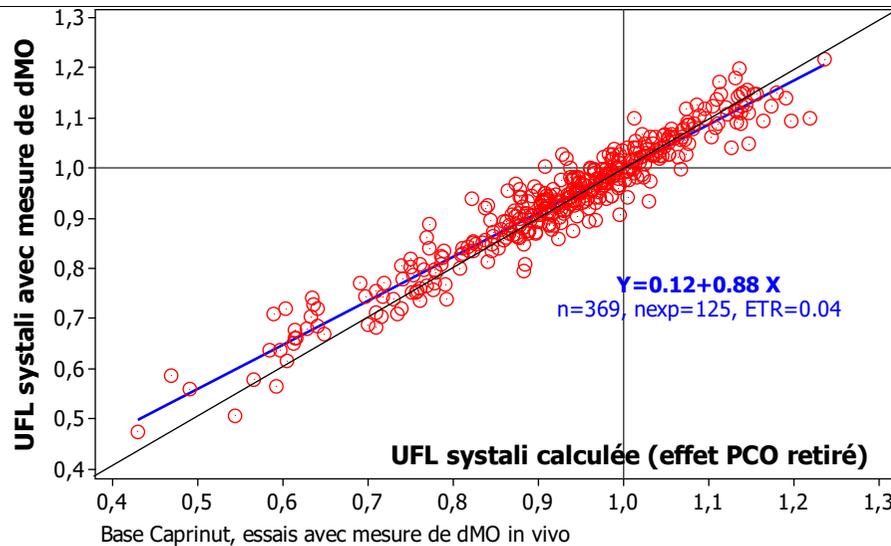
$$TB_{\text{multi}} = avTB_{\text{pot}} * (0,77 * \exp(-0,022 * 'tj') + 0,730 * \exp(0,0012 * 'tj))$$

# 1.2. Energie ion . INRA 2018

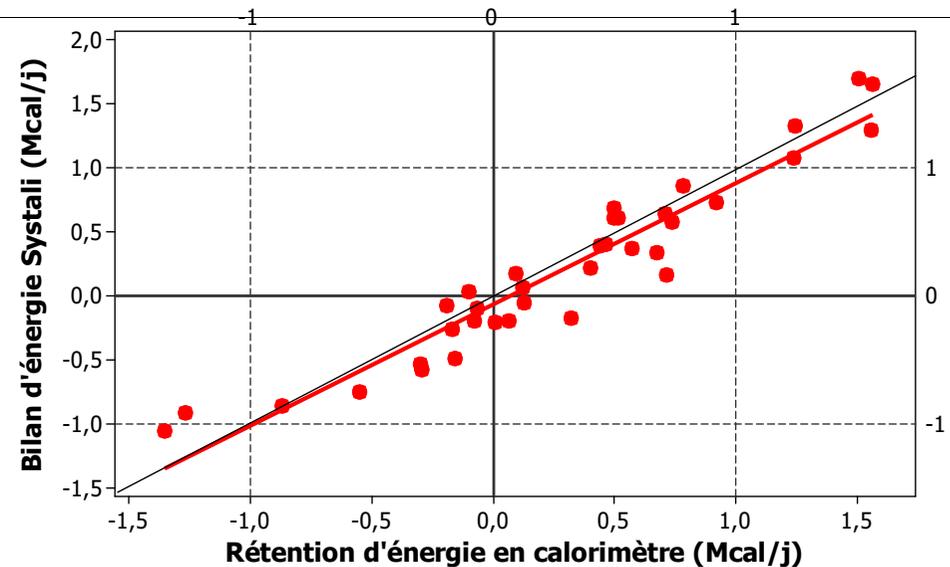
Dans quelle mesure le modèle bovin s'applique aux caprins ?  
➔ Pas d'Interaction digestive liée à PCO (sur 60 exp , 141 Trt)

➔ Validation sur un jeu de données indépendantes ?

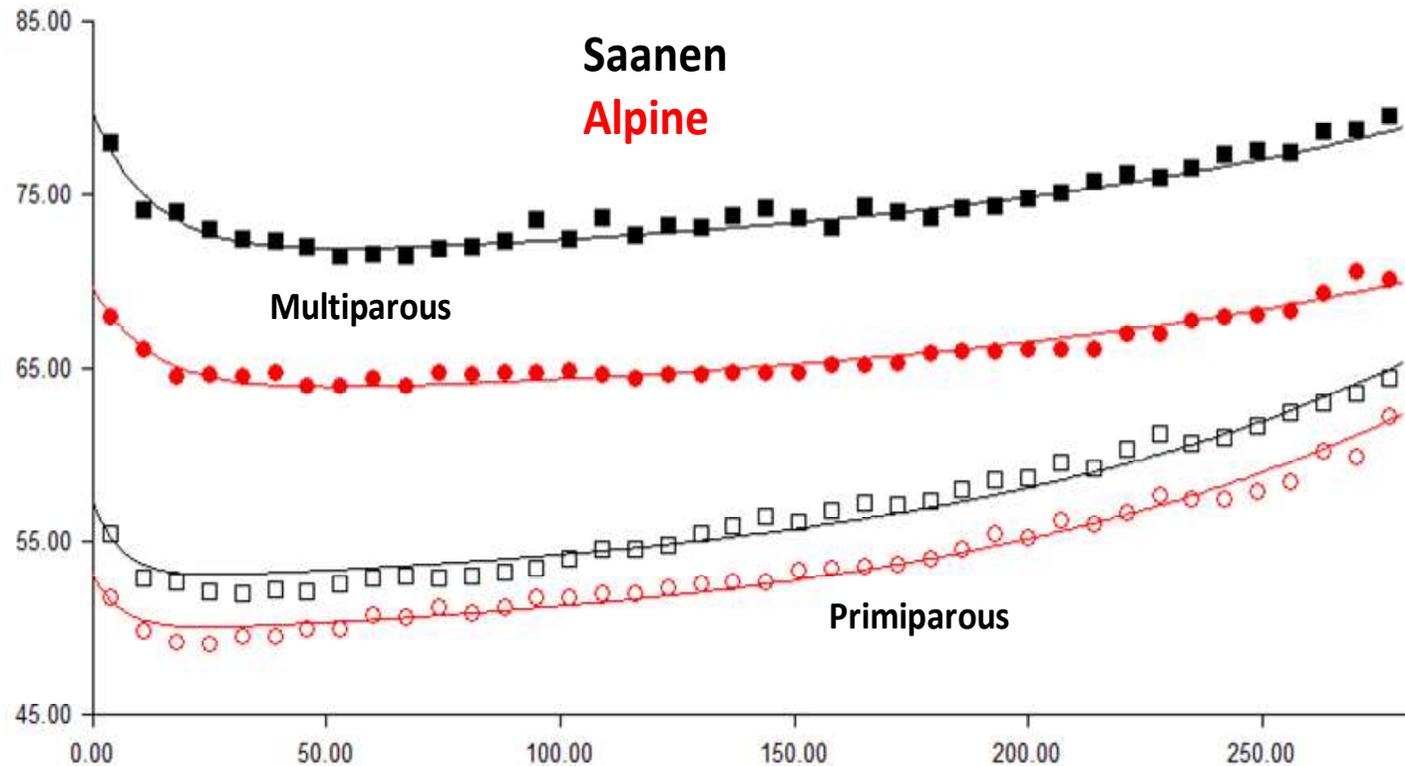
Prédiction "intra" des UFL avec le calcul Systali chez la chèvre



Bilan énergétique: comparaison entre mesure calorimétrique et pred. systali



# 1.3. Dynamique des réserves en lactation



$$BW = BW_{min} + (BW_0 - BW_{min}) \times e^{(-a \cdot DIM)} + e^{(b \times (DIM - DIM_0))}$$

→ Évolution du PV vide

Le système ( **INTERPRETATION EN TERME D'ENERGIE**  
**DES VARIATIONS DU POIDS DES CHEVRES**

**1 kg de variation de poids vif vide chez la chèvre**

↔ **433 g de lipides et 137 g de protéines**

↔ **4.82 Mcal ou 2.2 UFL (*en + ou en -*)**

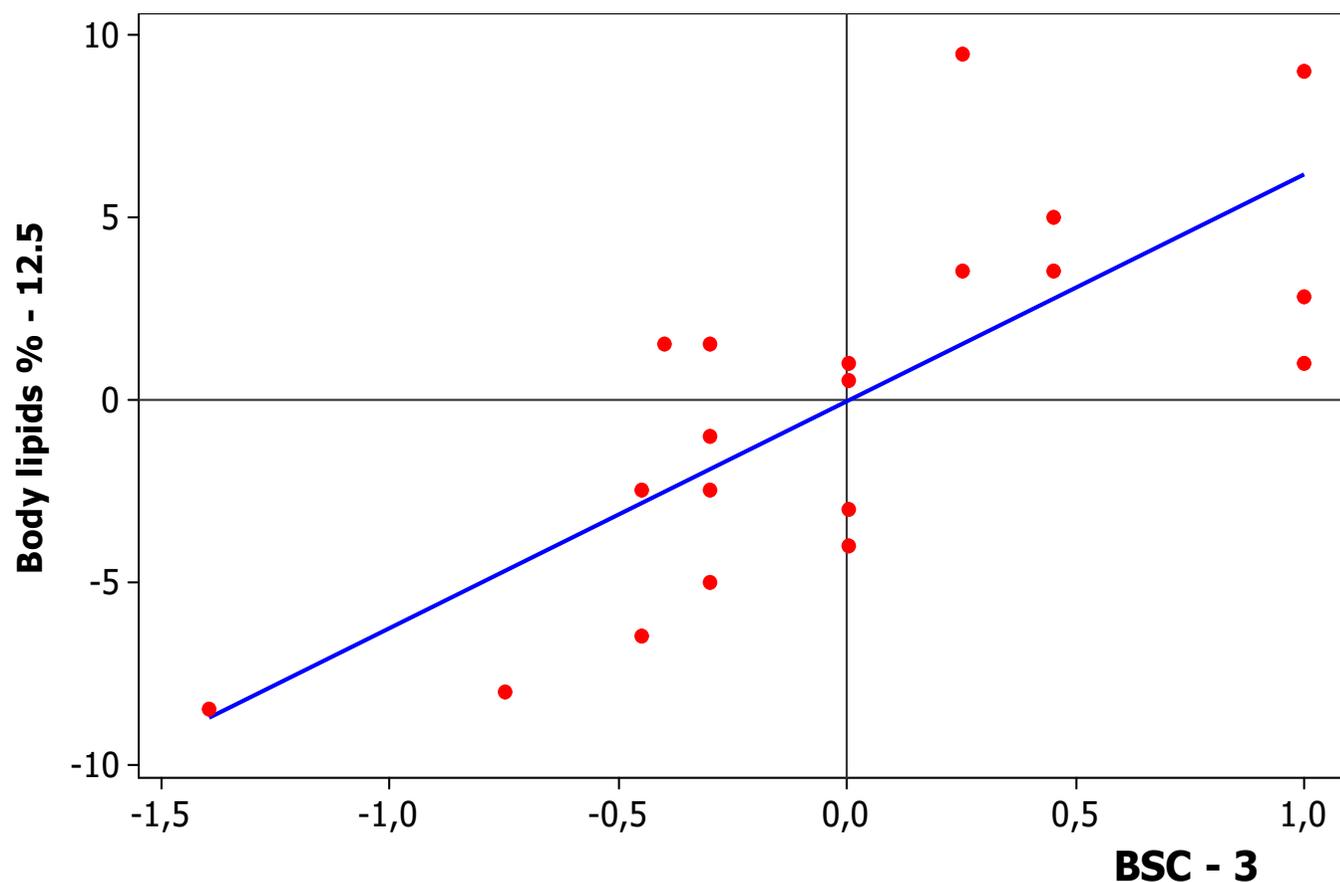
**Exemple en début de lactation:**

**Chute de 7.3 kg de PV ↔ 8.37 kg PVV**

↔ **3.62 kg lipides et 1.15 kg protéines**

↔ **40 Mcal ou 8.9 UFL**

# NOTE D'ETAT CORPOREL STERNALE ET % LIPIDES CORPORELS



$$\text{LIP\%BW} = 12.5 + 6.21 \times (\text{BCS} - 3.0)$$

(n = 20, R<sup>2</sup> = 0.56, RMSE = ± 3.4)

# MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DES RESERVES EN LACTATION (cf homeorhèse)

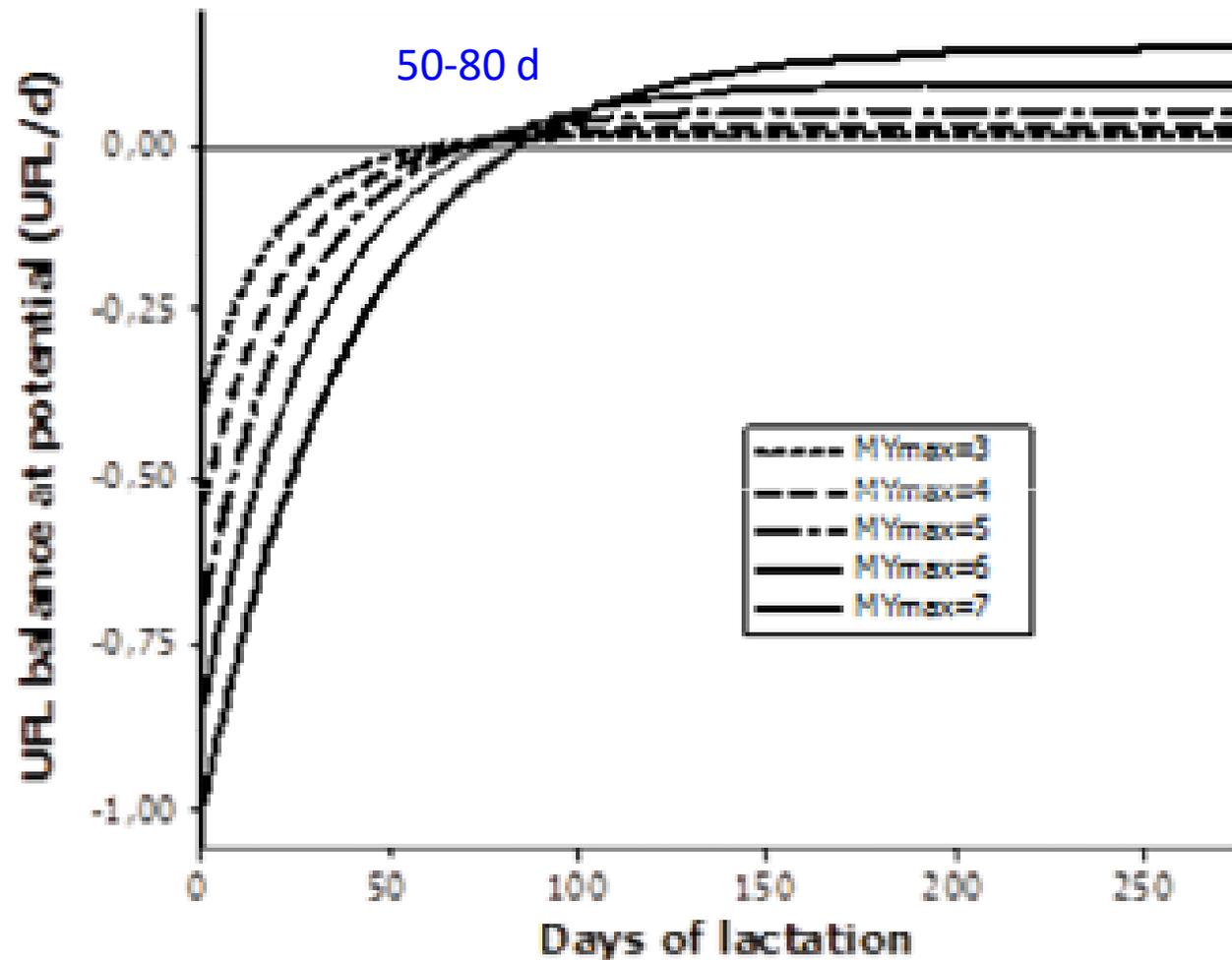
$$\text{bilUFLpot} = A + B \times (1 - e^{-C \times JL}) = - \text{UFL\_VPRpot}$$

$$A = - 0.485 - 0.138 \times (\text{PLpotmax} - 4.0) + 0.25 \times (\text{NECpart} - 3.0)$$

$$B = [0.538 + 0.163 \times (\text{PLpotmax} - 4.0) + 0.0069 \times (\text{PLpotmax} - 4.0)^2] + 0.27 \times (\text{NECpart} - 3.0)$$

$$C = 0.0491 - 0.00737 \times (\text{PLpotmax} - 4.0) - 0.0002 \times (\text{NECpart} - 3.0)$$

## L DYNAMIQUE D'EVOLUTION DU BILAN UFL POTENTIEL (biUFLPot)



→ Prise en compte de la mobilisation (apport) et de la récupération (besoins)

## Calculs des besoins et bilans énergétiques

$$\text{besUFL} = \text{besUFL}_{\text{ent}} + \text{besUFL}_{\text{PL}} + \text{besUFL}_{\text{act}} + \text{besUFL}_{\text{gain}} + \text{besUFL}_{\text{gest}}$$

*Même expression au potentiel*

**→ Intégration de la dynamique des réserves:**

**Lactation:**

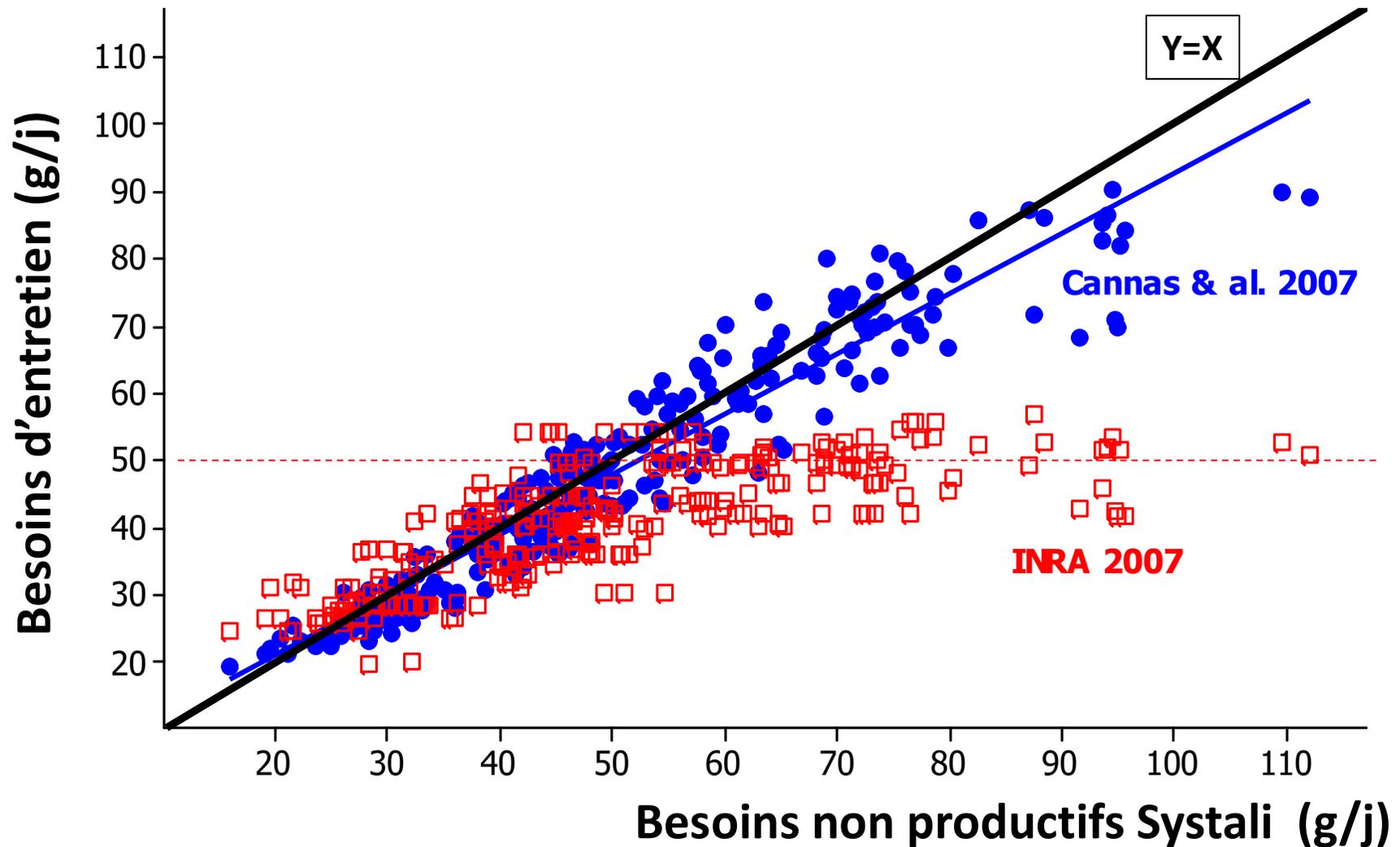
$$\text{bilUFL}_{\text{Th}} = (\text{UFL} \times \text{MSI}) - \text{besUFL}_{\text{Pot}} + \text{UFL}_{\text{VPR}}_{\text{Pot}}$$

**Gestation:**

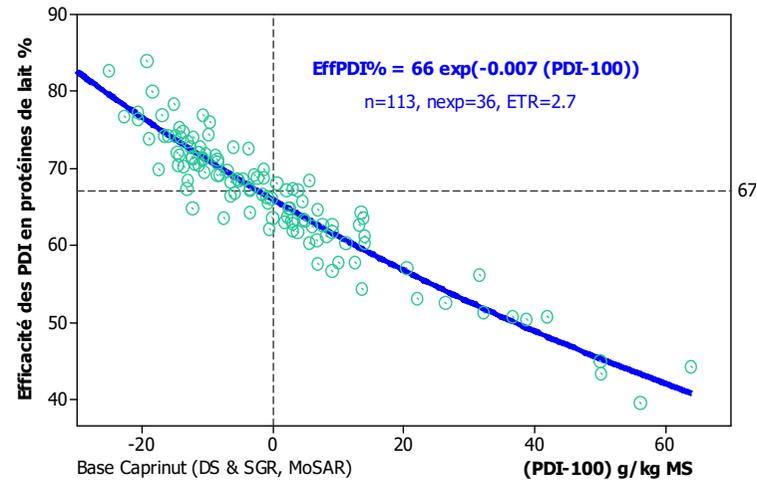
$$\text{bilUFL}_{\text{Th}} = (\text{UFL} \times \text{MSI}) - \text{besUFL}_{\text{Pot}} + \text{UFL}_{\text{VPR}}_{\text{Gest}}$$

# 1.3. Application du système PDI aux caprins

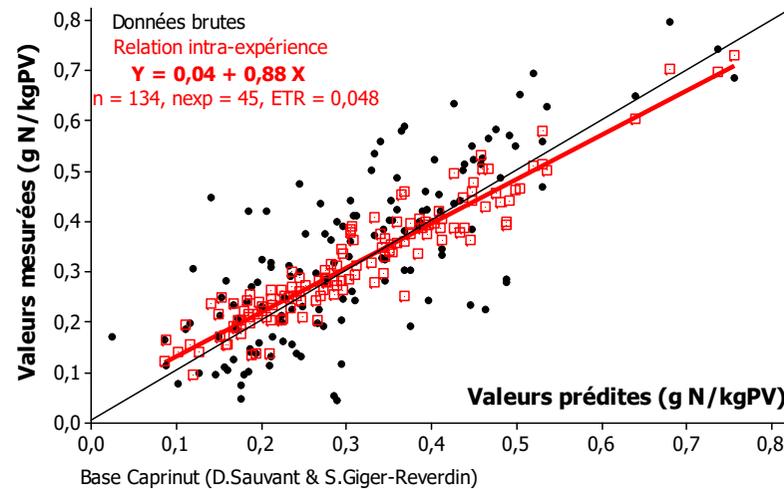
## 1.3.1. Application du principe des dépenses non productives



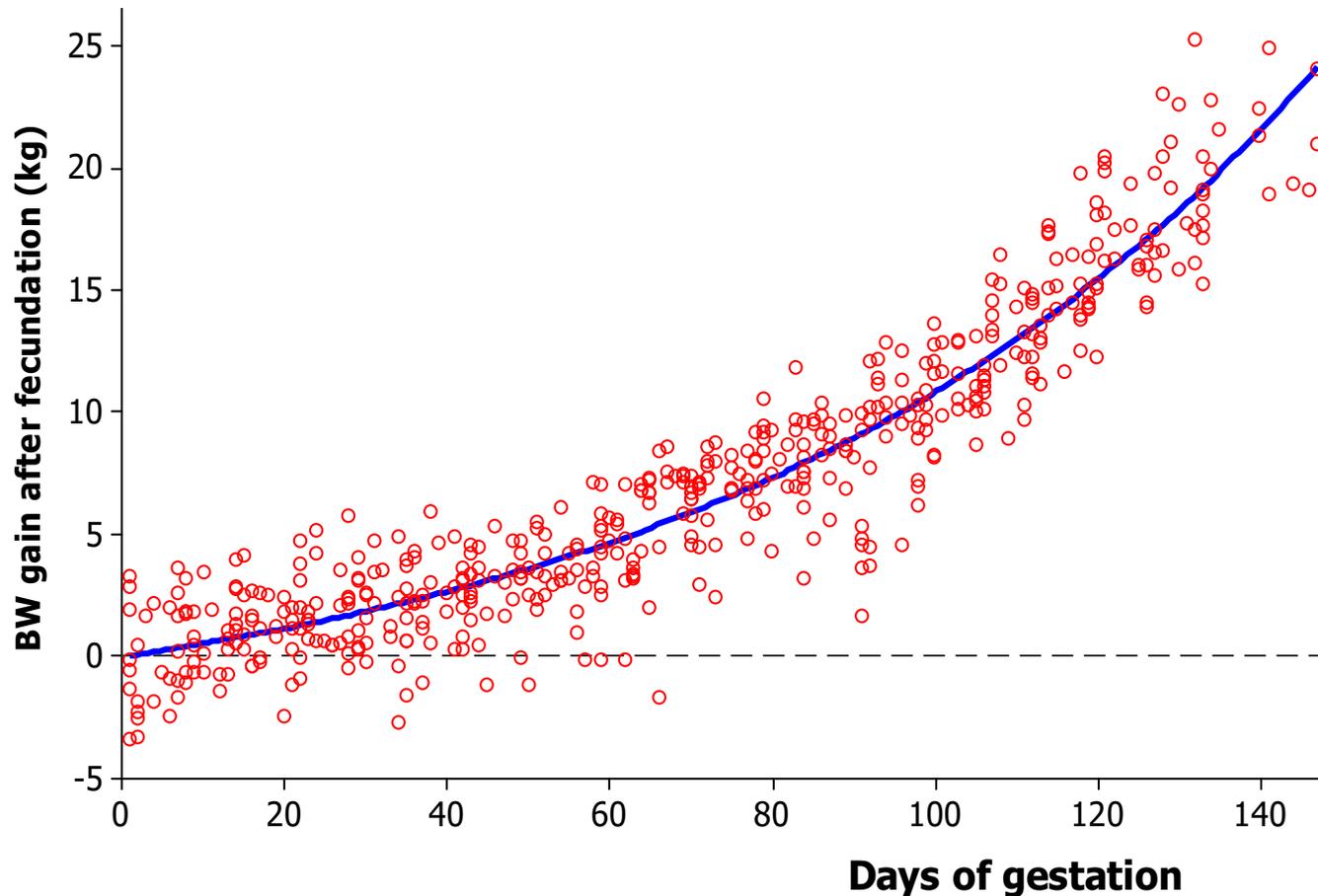
### 1.3.2. Application du principe de variation de l'efficacité des PDI



### 1.3.3. Application du principe prévision des rejets N urinaires



## 2. La gestation NRA 2018

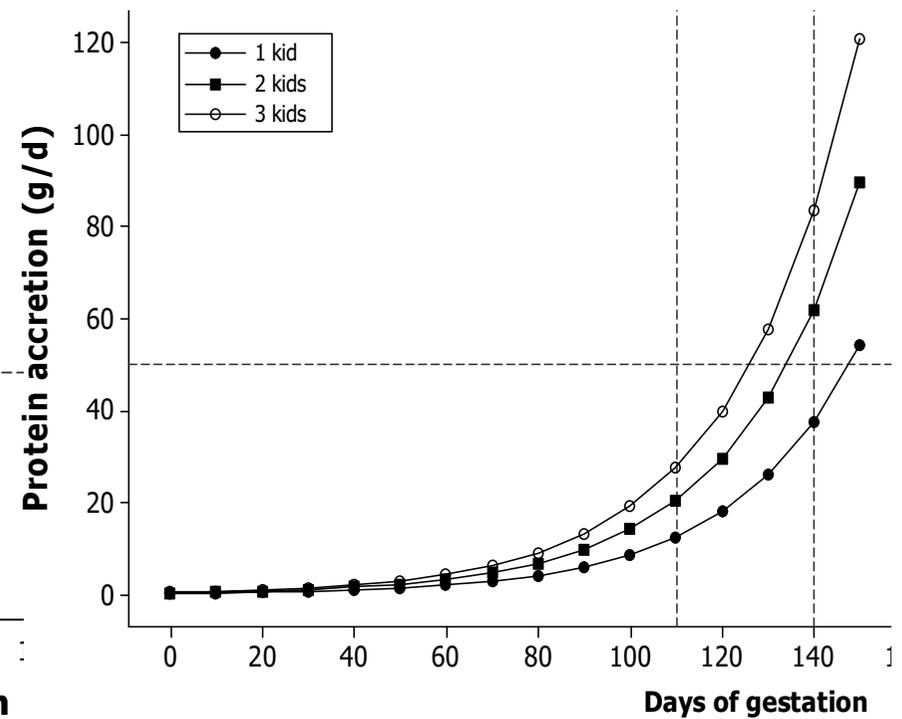
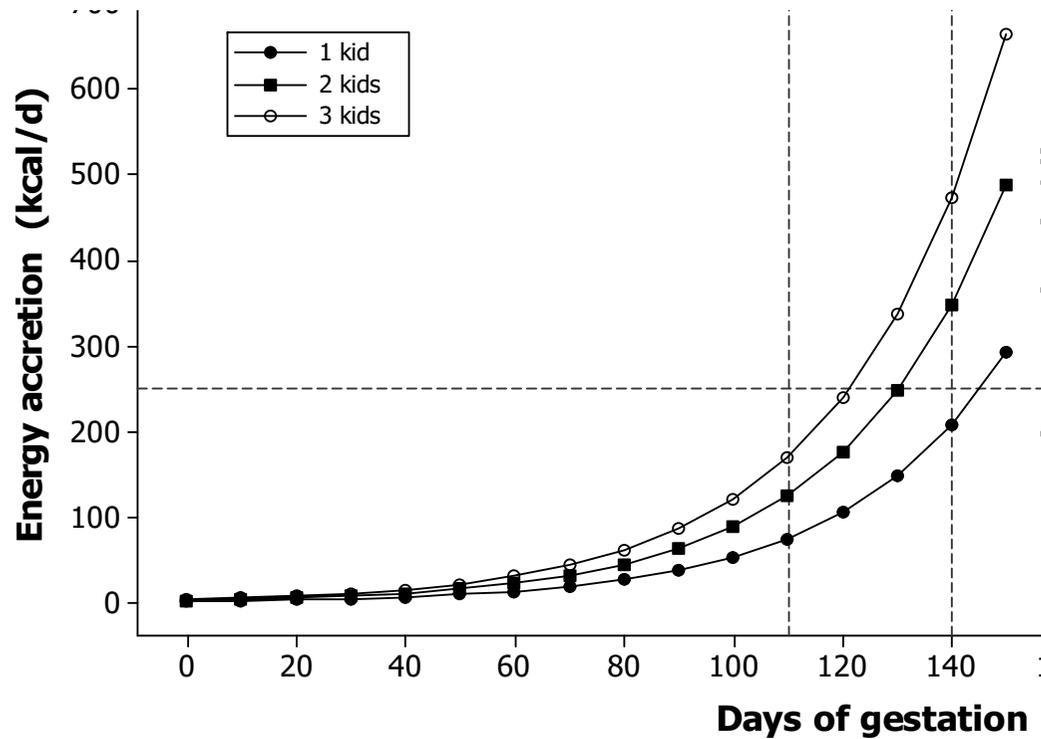


$$\text{BWgain\_gest} = a \times 3.6 \times [\exp(0.0139 \text{ DG}) - 1]$$

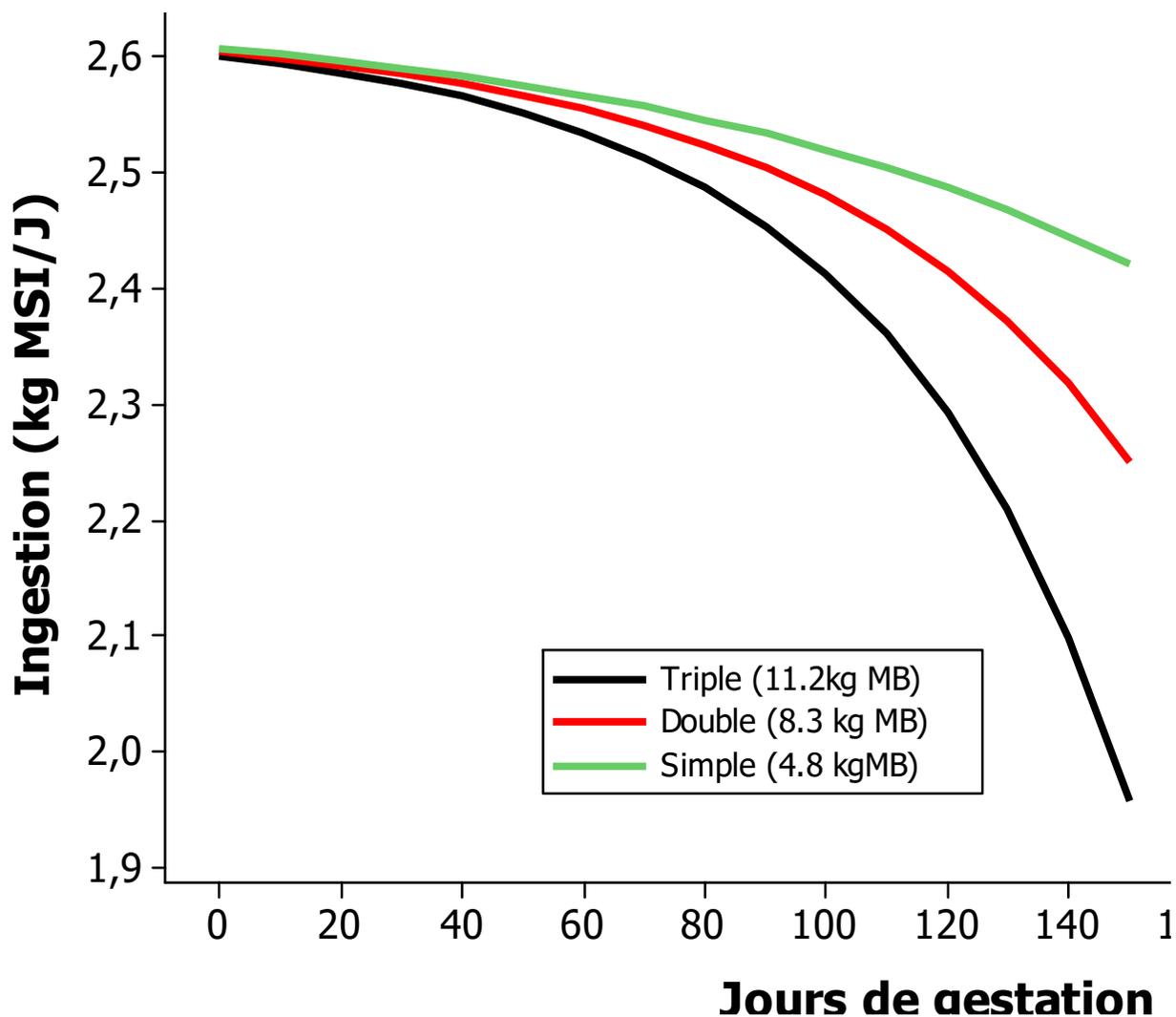
*(ngoats = 27, n = 380, RMSE = 2.0)*

with  $a = f(\text{Nkids}, \text{Parity})$

# Dépôts énergétique et protéique chez la chèvre gestante en fonction du stade et de la prolificité

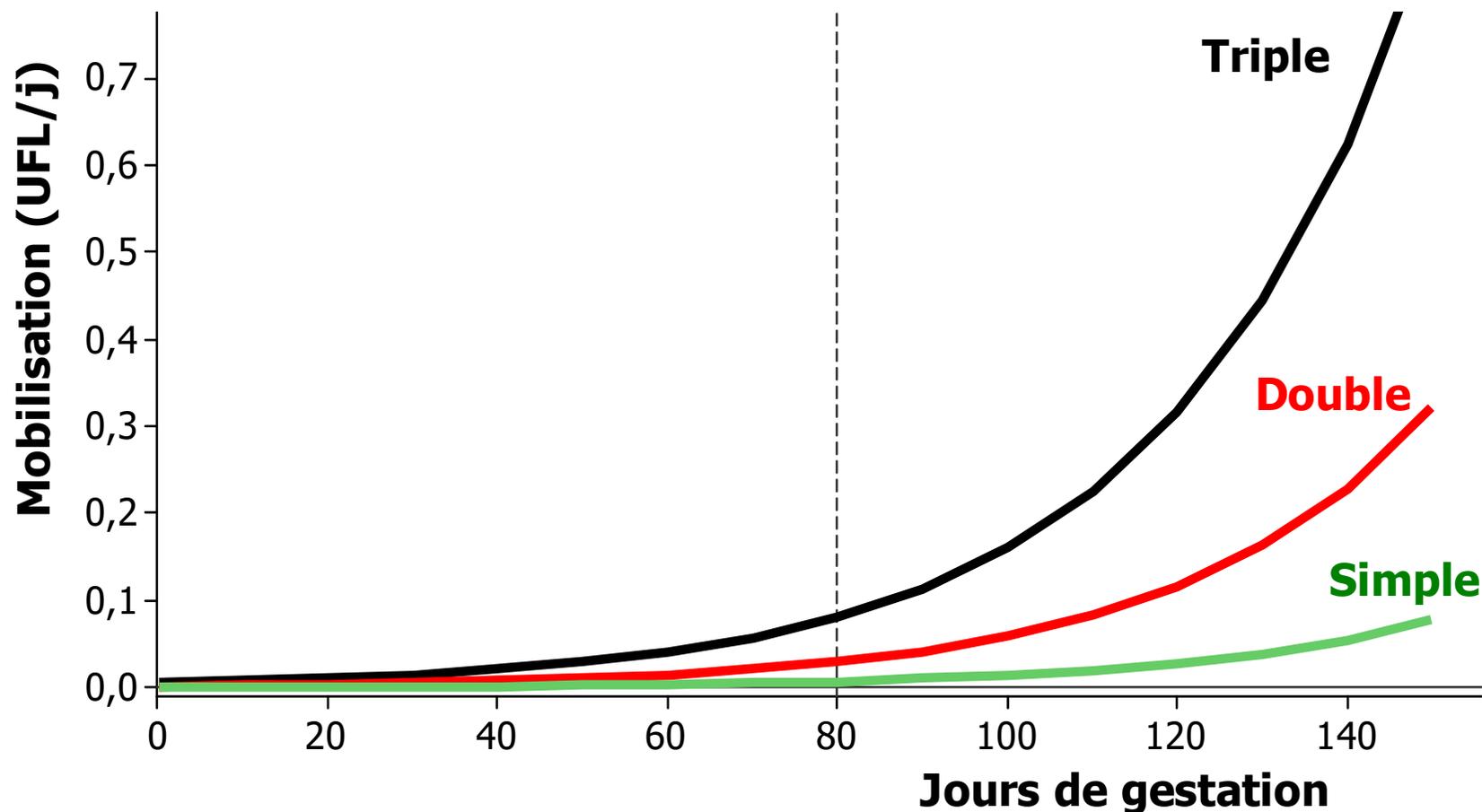


# Ingestion chez la chèvre gestante fonction du stade et de la portée



$$Ind\_IC_{gest} = a + b \times (1 - e^{(-0.33 \times (150 - DG))})$$
**a & b = Simple 0.99 & 0.01; double 0.92 & 0.08; triple 0.85 0.15**

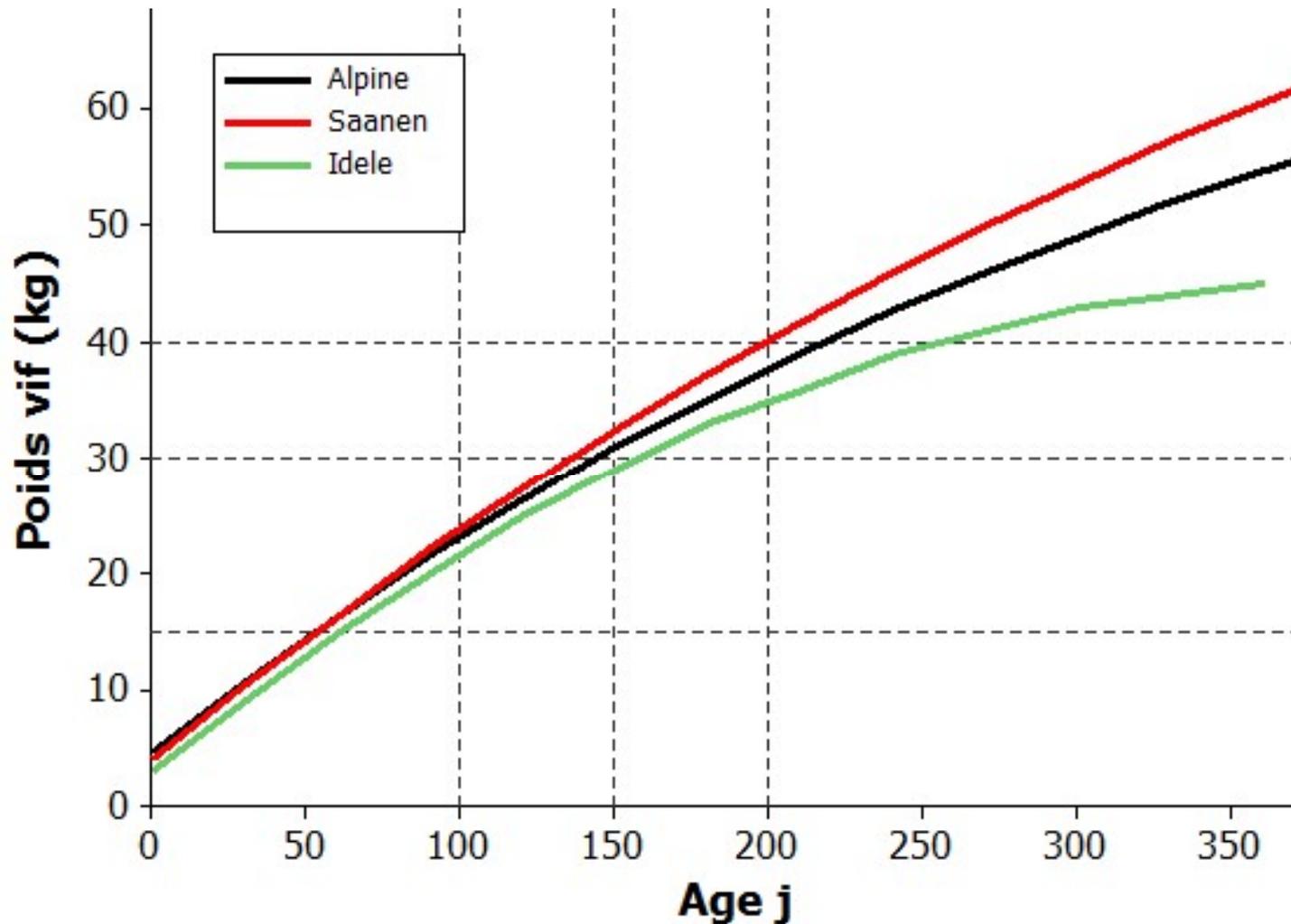
# Mobilisation des réserves énergétiques chez la chèvre - en gestation en fonction du stade et de la prolificité (UFL\_VPRgest)



Même chose pour les protéines avec 33g / UFL

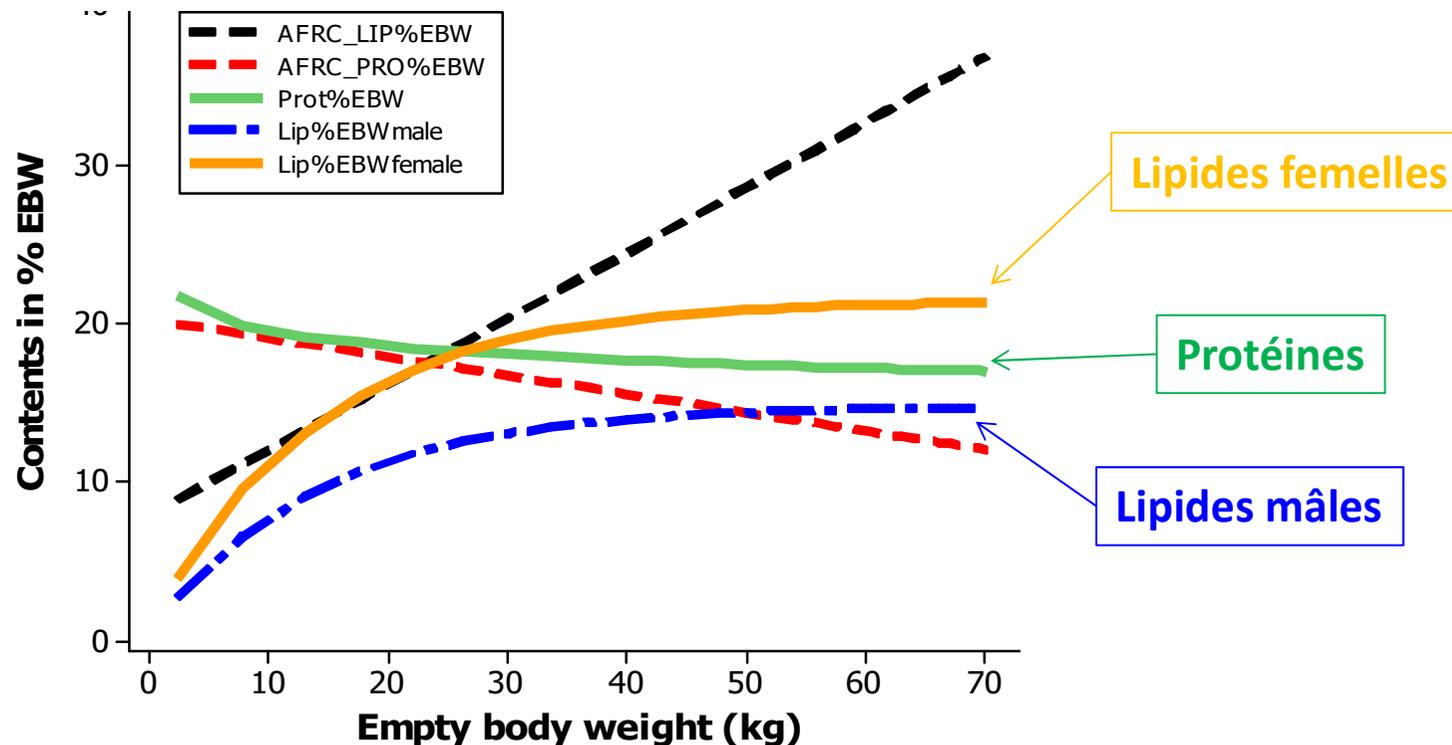


# 3. La croissance <sup>B</sup>



# Démarche appliquée pour la révision des besoins de croissance

1. Définition des courbes de croissance moyennes Alpines et Saanen
2. Calcul de la croissance du PV vide (biblio)
3. Calcul des évolutions des teneurs en lipides et protéines du PVV (fig) à partir de données d'abattages
4. Calcul des dépenses énergétiques et protéiques du GMQ
5. Calculs des besoins UFL et PDI



# 4. L'ingestion NRA 2018

---

## 4.1. Prédiction empirique de la MSI

$$\text{MSI}_{\text{kg}} = 0.257 + 0.0129 \text{ PV} + 0.405 \text{ PL}$$

*(n = 234, n<sub>exp</sub> = 78, RMSE = 0.14)*

$$\text{MSI}_{\text{kg}} = 0.23 + 0.014 \text{ PV} + 0.298 \text{ PL} + 0.260 \text{ MSI}_{\text{co}}$$

*(n = 461, R<sup>2</sup> = 0.89, RMSE = 0.23) → S<sub>m</sub> = 0.74*

## 4.2. Ingestion: application du système des UEL —

$$CI = [1.3 + 0.016 (PV - 60) + 0.24 PL_{pot35}] \times IC_{lact} \times IC_{gest} \times IC_{CP}$$

**Appétit moindre en début de lactation:**

$$IC_{lact} = 0.5 + (0.5 (1 - e^{(-0.6 WL)}))$$

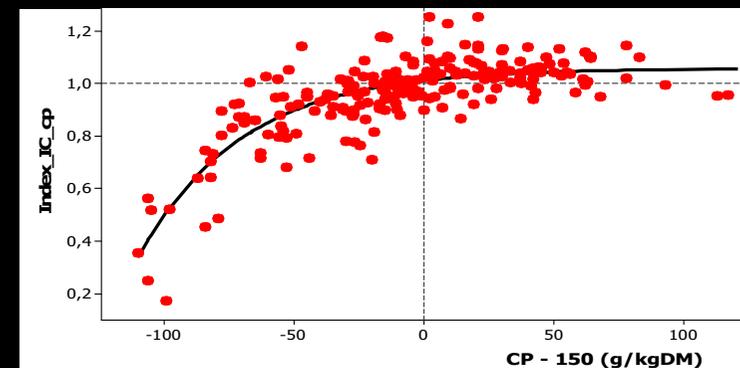
**Appétit moindre en fin de gestation:**

$$IC_{gest} = a + b \times (1 - e^{(-0.33 \times (150 - DG))})$$

**Influence du taux azoté de la ration:**

$$IC_{CP} = 1,06 - 0,046 * e^{(-0,025 * (CP-150))}$$

(n = 226, n<sub>exp</sub> = 83, RMSE = 0.09)



# 5. Les lois de réponse multiples autour de la satisfaction des besoins

## 5.1. Réponses aux apports de concentré (quantité ou proportion dans la ration)

Avantage: concret, prolonge bien les UE, utilisable pour calculer une marge brute de transformation.

Limite: détaché des UFL et PDI

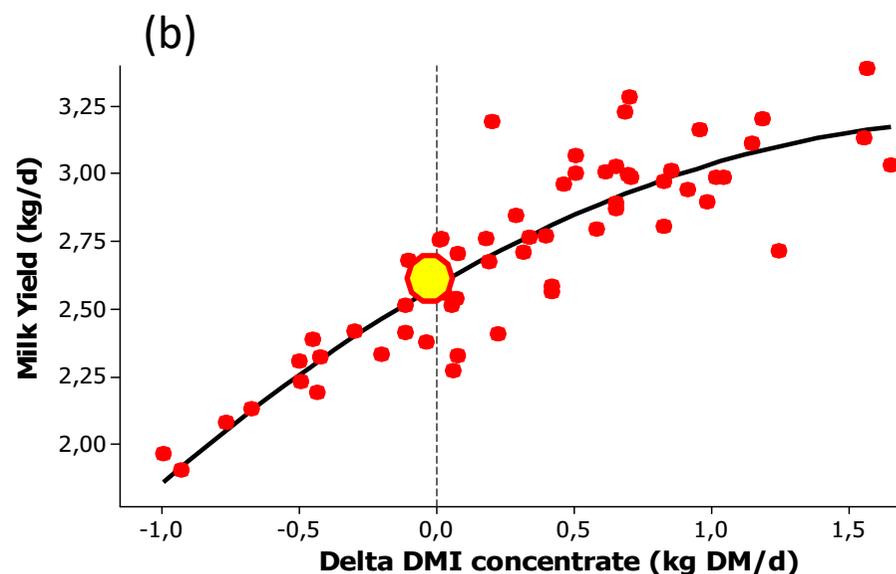
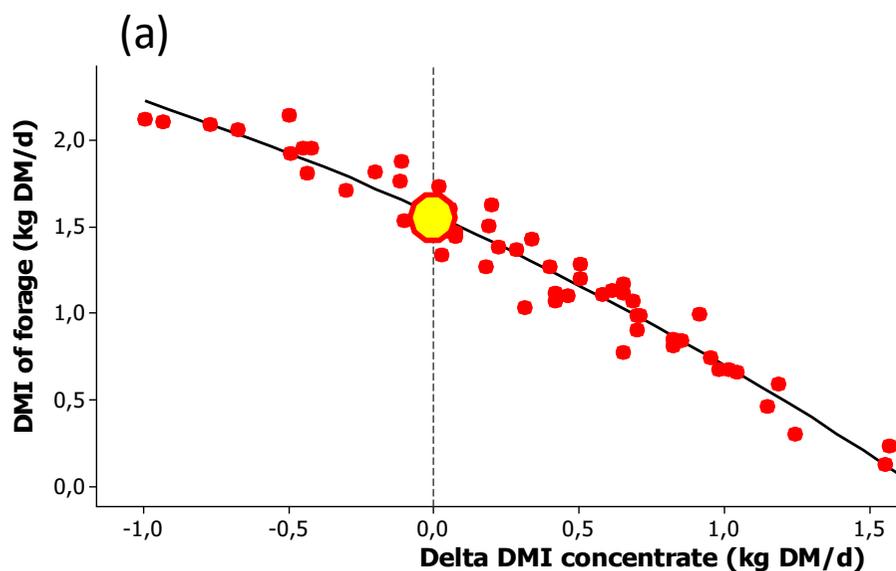
Situation pivot = Bilan UFLth = 0

Principe de démarche en 2 étapes:

1 = détermination d'une ration équilibrée en énergie

2 = application des lois de réponses autour de l'équilibre

# REPONSE A L'APPORT DE CONCENTRE: INGESTION DE FOURRAGE ET PRODUCTION DE LAIT



$$MSI_{fo} = 1,54 - 0,76 \times \Delta MSI_{co} - 0,10 \times \Delta MSI_{co}^2$$

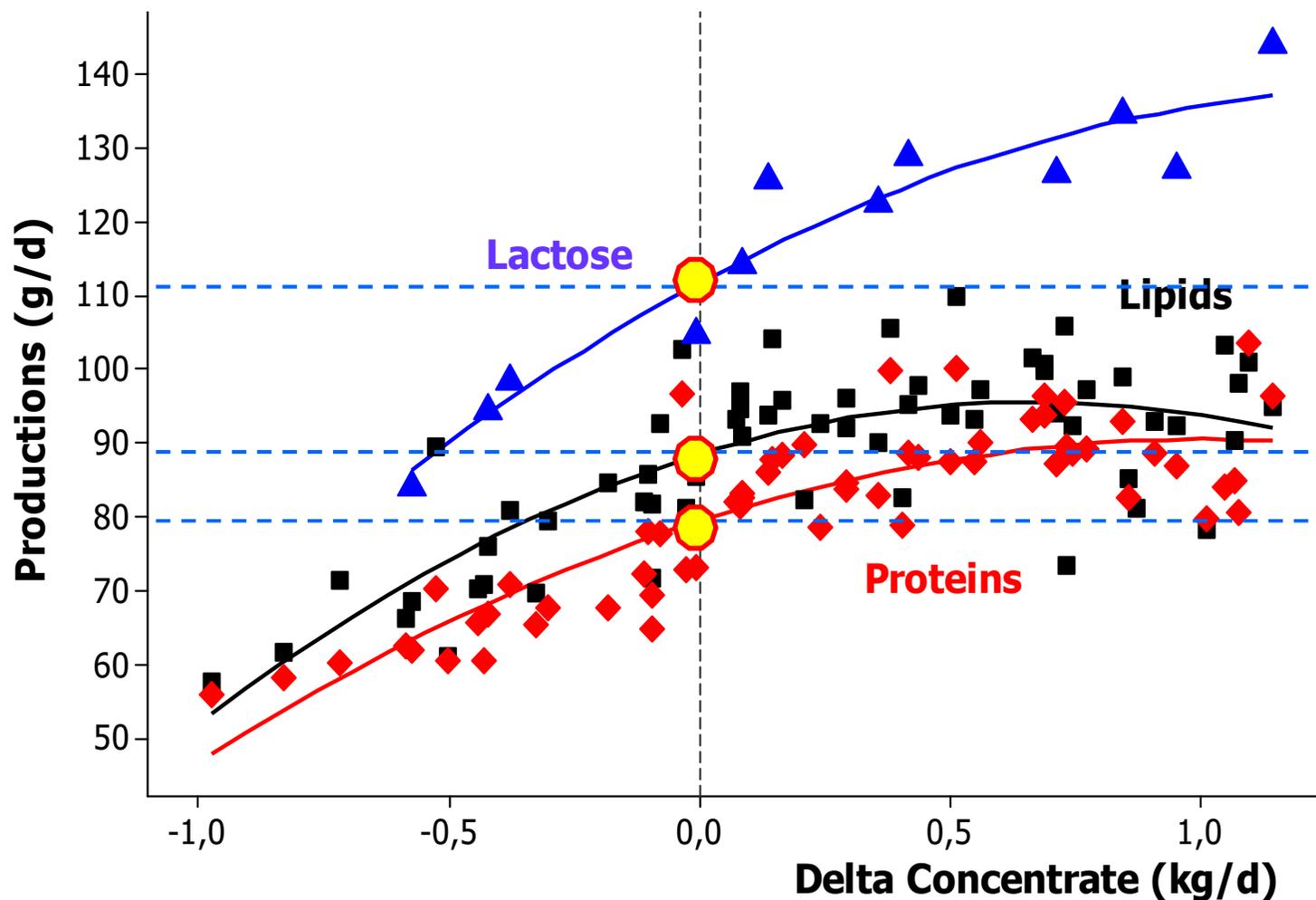
(n = 59, n<sub>exp</sub> = 24, ETR = 0,15)

**TSM0 = 0.76**

$$PL = 2,60 + 0,59 \times \Delta MSI_{co} - 0,14 \times \Delta MSI_{co}^2$$

(n = 59, n<sub>exp</sub> = 24, ETR = 0,22)

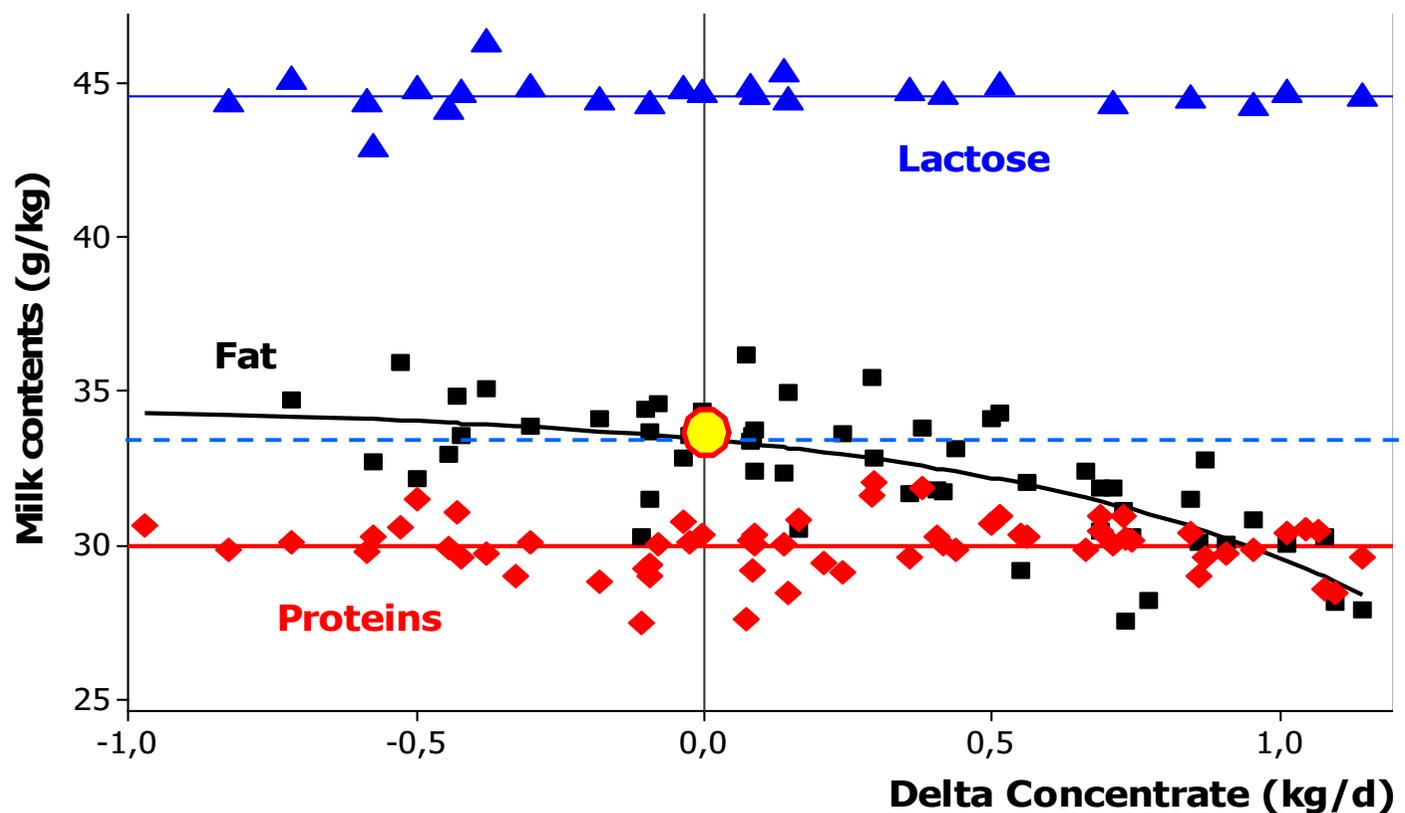
# REPONSE A L'APPORT DE CONCENTRE: PRODUCTION DES CONSTITUANTS DU LAIT



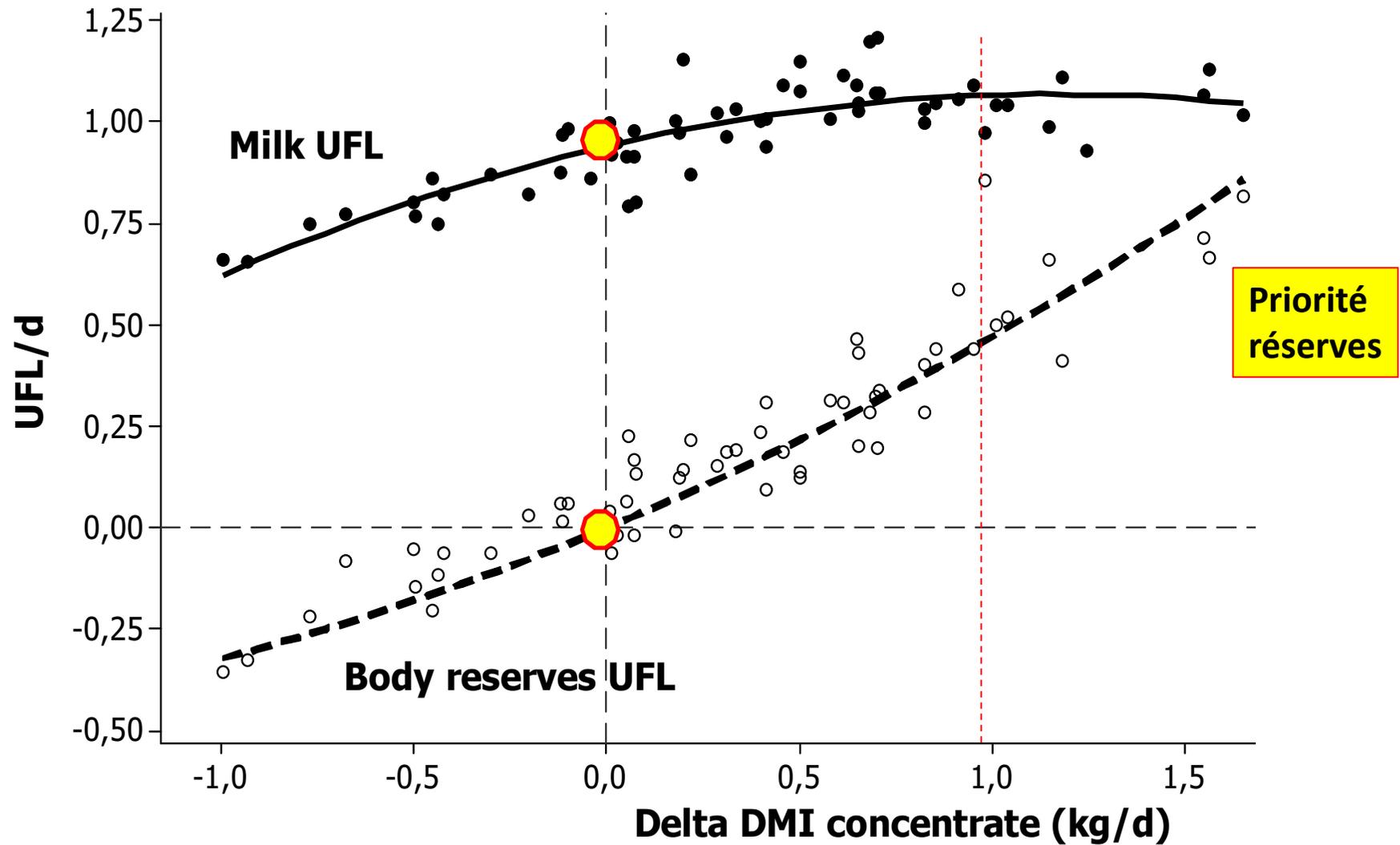
# REPONSE A L'APPORT DE CONCENTRE: COMPOSITION DU LAIT

$$\text{MFC} = 34.6 - 1.143 e^{(1.47 \times \Delta \text{DMIco})}$$

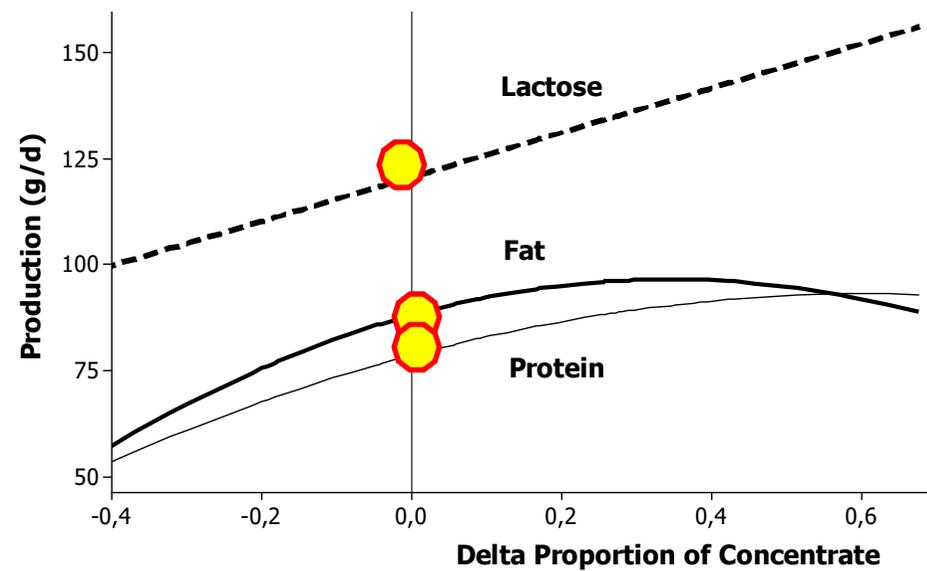
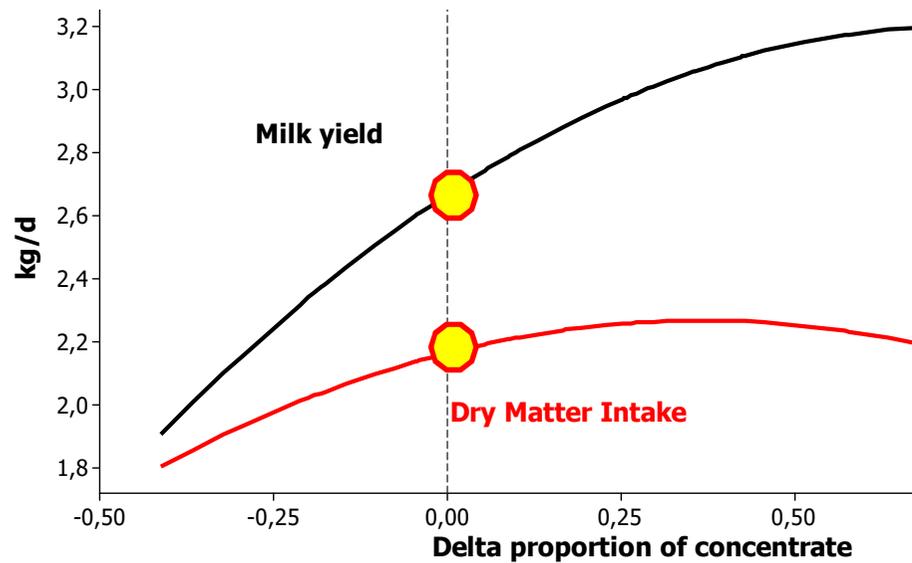
(n = 60, n<sub>exp</sub> = 23, RMSE = 1.5)



# Influence de l'apport de concentré sur la partition de l'énergie



# Réponses des chèvres à la proportion de concentré



## 5.2. Réponses aux apports UFL et PDI

Avantage: cohérence avec l'approche UFL et PDI

Limite: dimension économique non évidente

S'applique à une ration équilibrée au pivot ( $BilUFL_{th}=0$ ,  $effPDI = 0.67$ )

D'autant moins précis qu'on s'éloigne du pivot

Limite: interprétation économique délicate

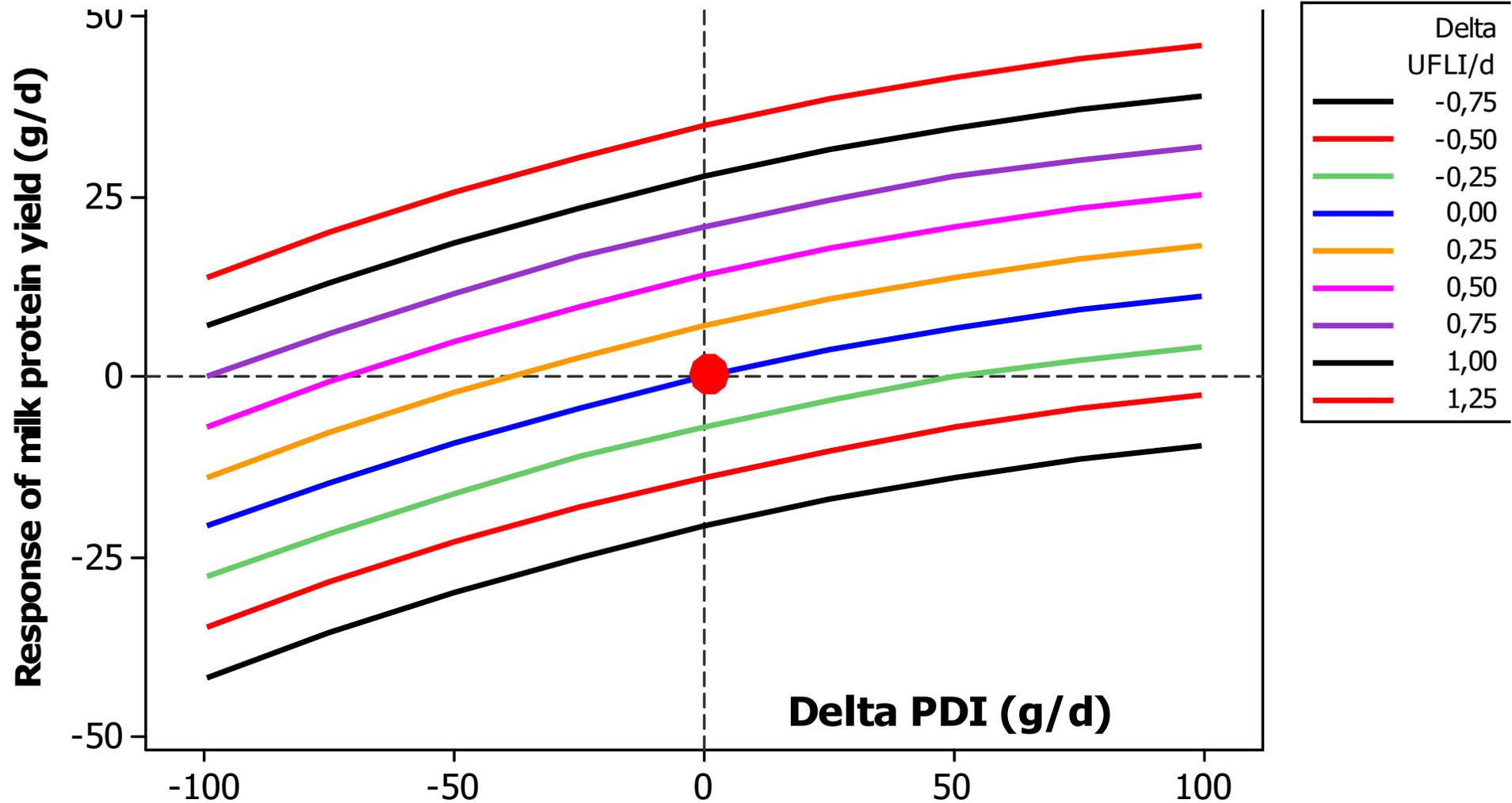
## 5.3. Les autres réponses

Interactions digestives, BPR, efficacité des PDI, rejets N fécal et urinaire

Rejets de  $CH_4$ , risque d'acidose.

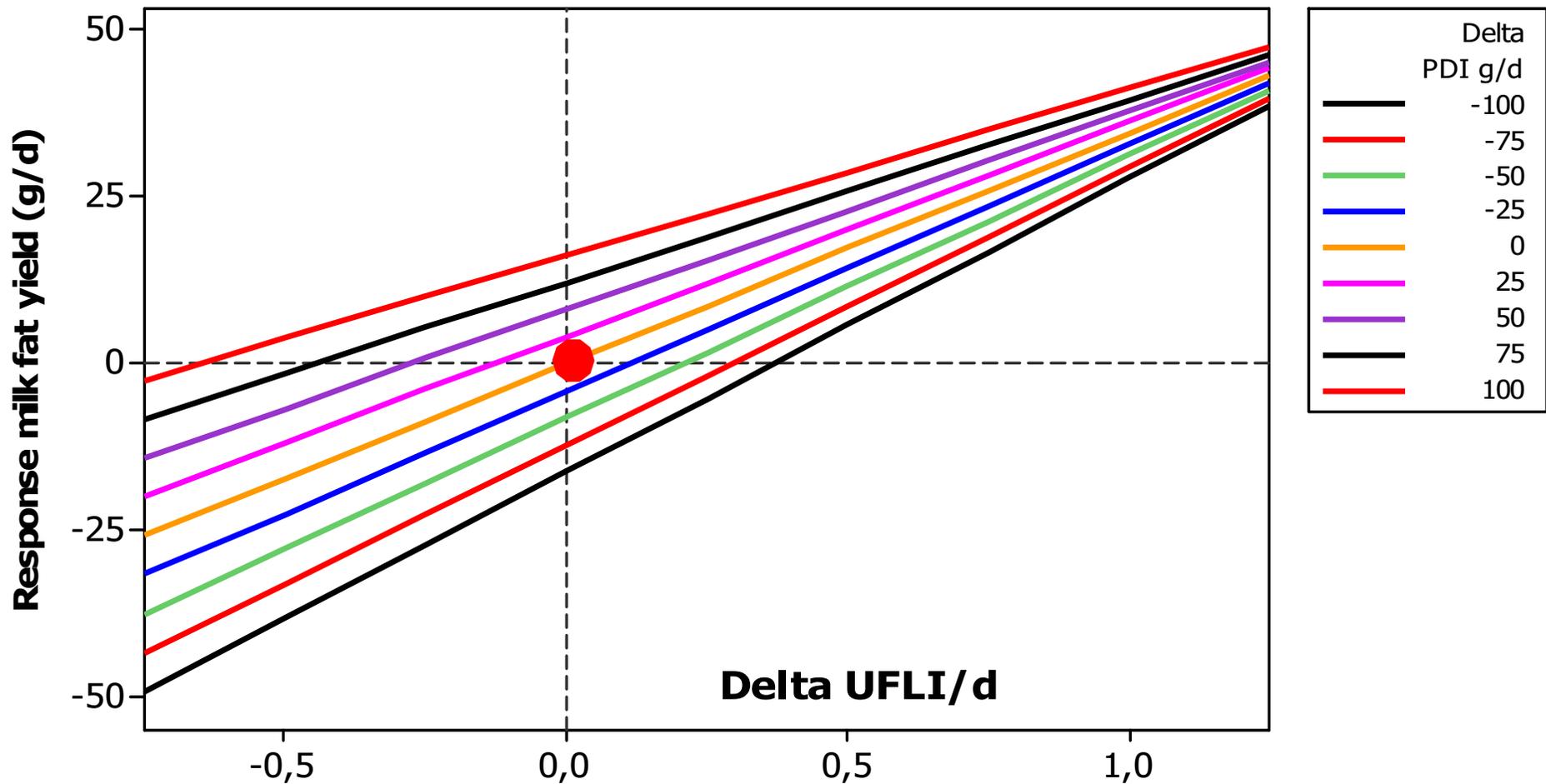
Composition en AG de la MG du lait

# REPONSE DES PROTEINES PRODUITES A L'APPORT DES NUTRIMENTS AUTOUR DU PIVOT eff PDI= 0.67 ET BILUFLth=0



**resp\_PMPY = 27.7 x ΔUFL + 0.160 x ΔPDI – 0.00049 x ΔPDI<sup>2</sup>**  
(n = 147, RMSE = 5.8)

# REPONSE DES LIPIDES PRODUITS A L'APPORT DES NUTRIMENTS AUTOUR DU PIVOT eff PDI= 0.67 ET BILUFLth=0



**rep\_PMG = 34.4 ΔUFL + 0.162 ΔPDI – 0.095 ΔUFL x ΔPDI**  
(n = 148, RMSE = 8.2)

**→ rep\_TB= - 2.30 ΔUFL** (n = 146, RMSE = 1.9)



## 6. Le pâturage

### 6.1. Le contexte

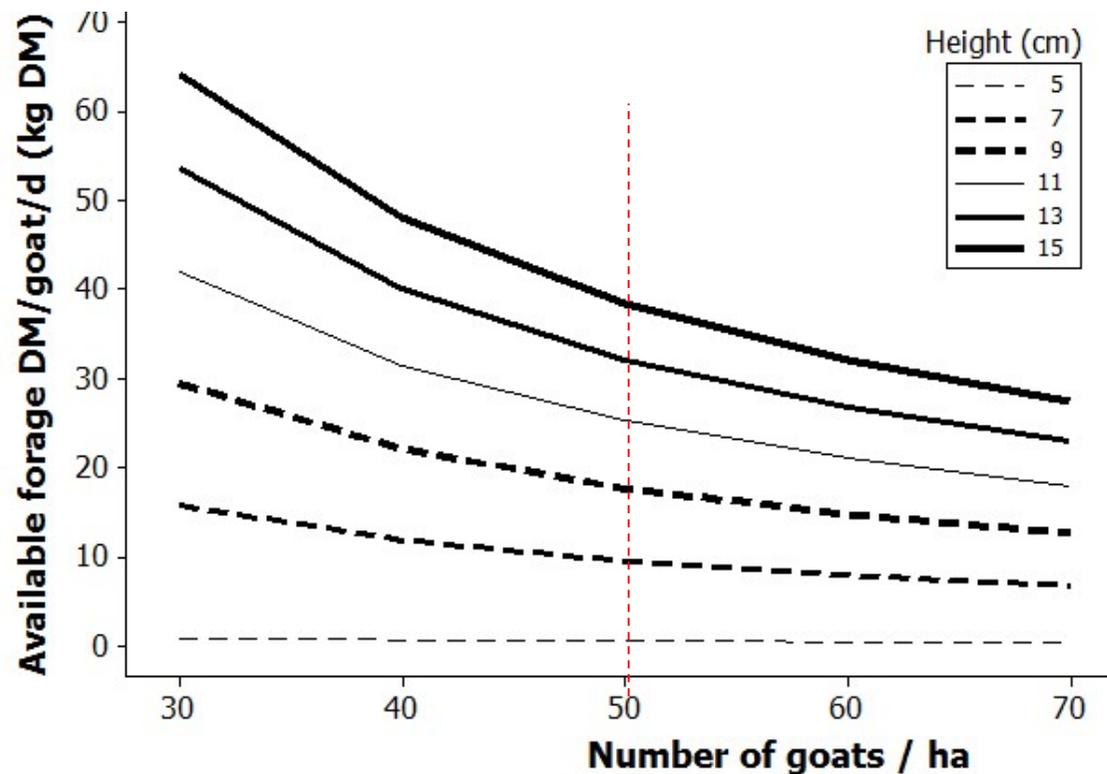
**Données plutôt rares (Le Pradel en France)  
Quelle spécificité pour les chèvres au pâturage ?  
Distinction entre pâturages continu et tournant**

## 6.2. Le pâturage continu

chargement 30 à 70 chèvres / ha

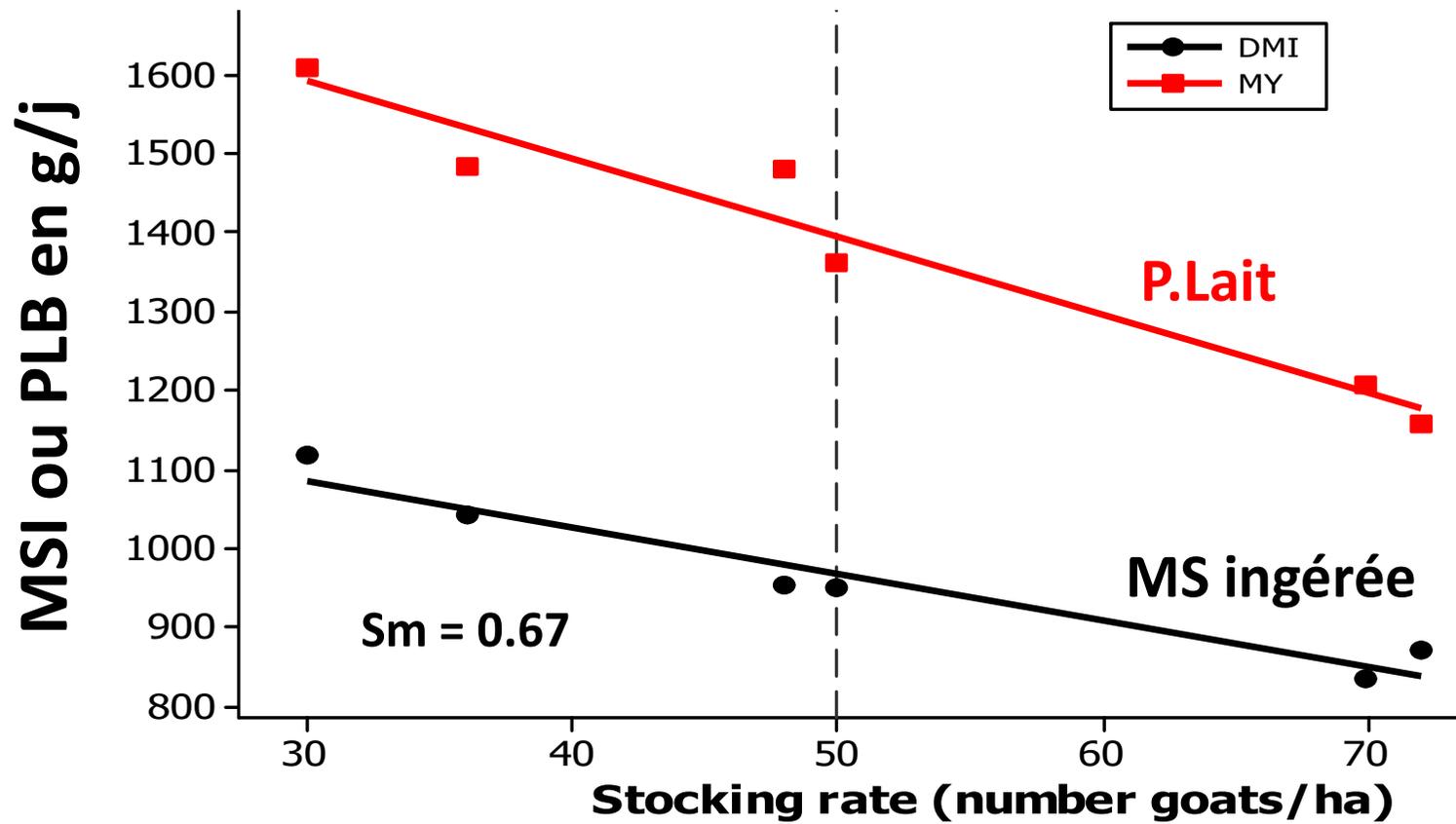
Evaluation de la MSdispo (kg/ha) = 200 à 250 (Haut – 5 cm)

Calcul du fourrage disponible par chèvre:



Réponses au chargement et à l'apport de concentré

# INFLUENCE DU CHARGEMENT EN PATURAGE CONTINU



**+ 1 chèvre/ha → - 6 g MSI/j et - 10 g Lait/j**

48L/ha

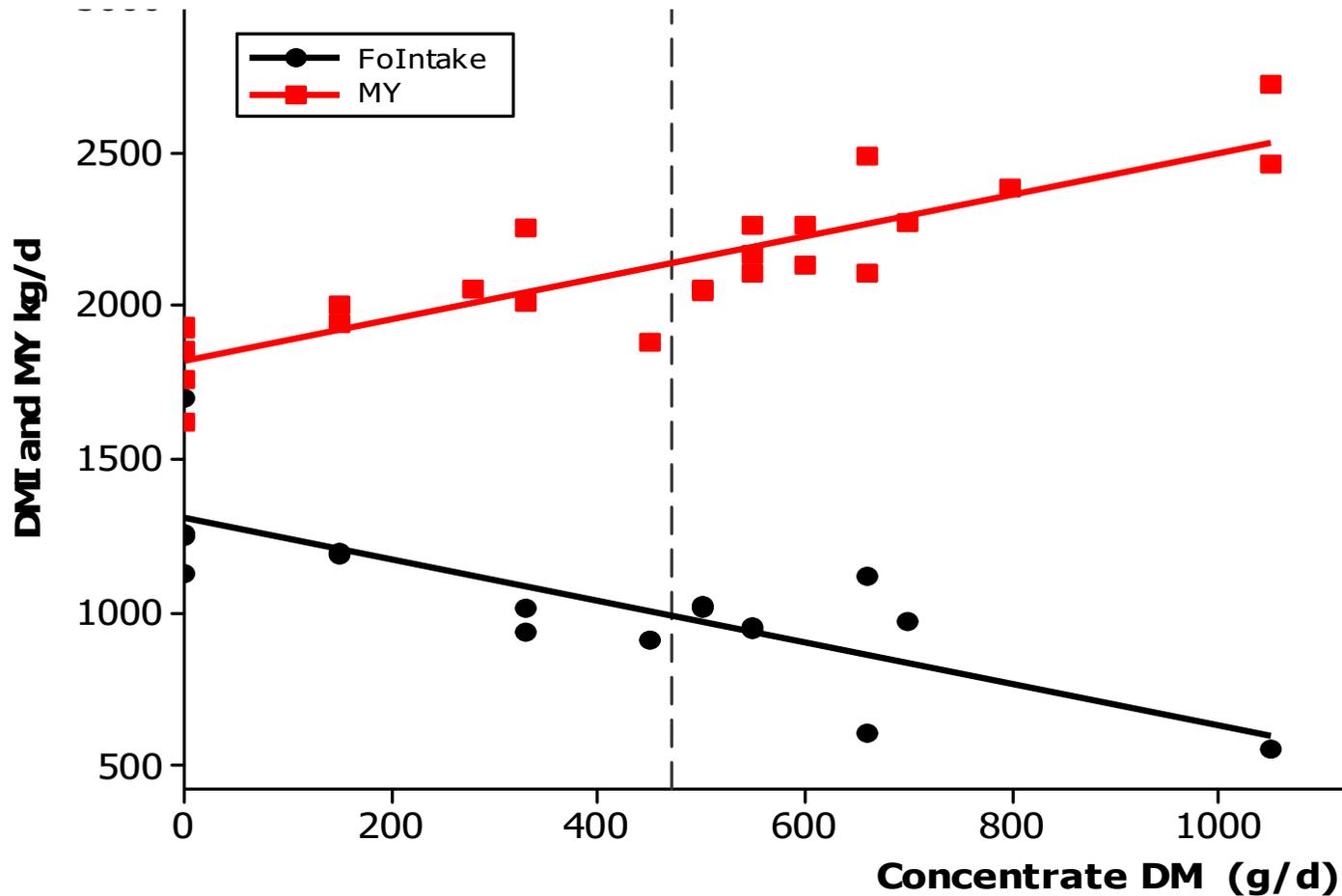
65L/ha

84L/ha



# INFLUENCE DE L'APPORT DE CONCENTRE EN PATURAGE CONTINUU

(9 expe, 25 traitements)

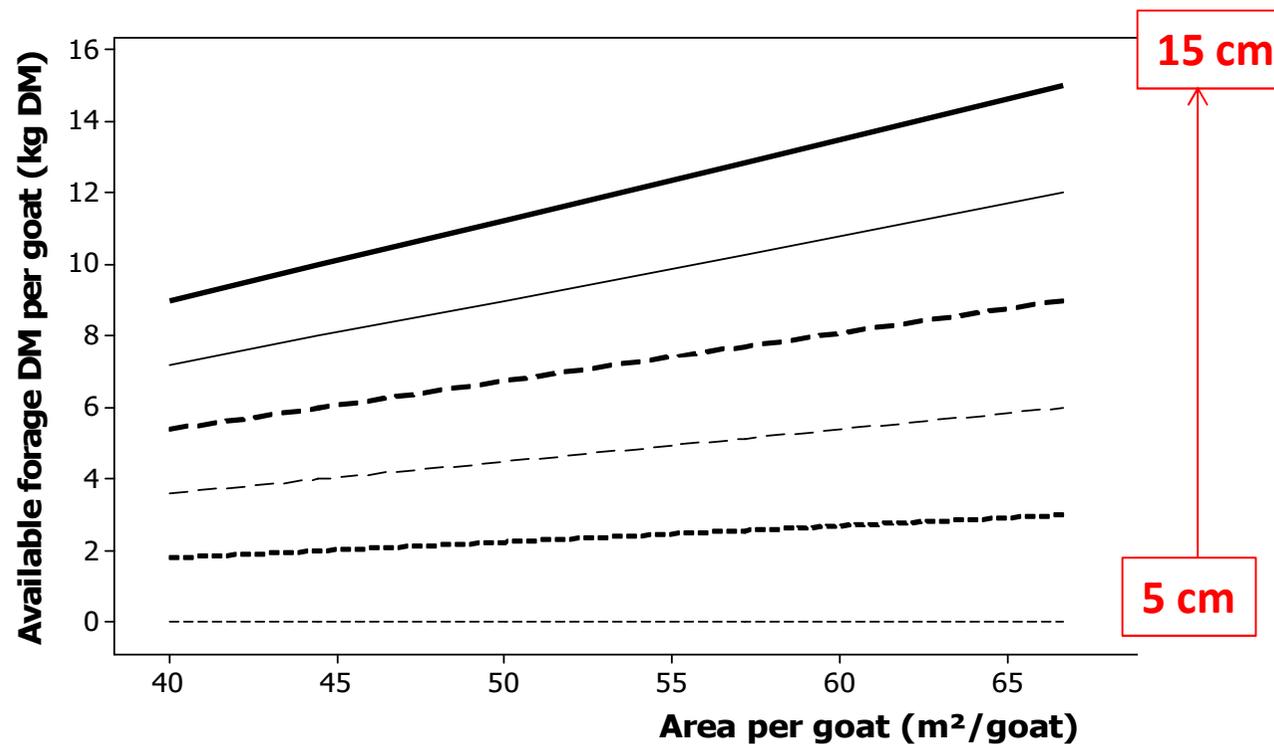


**+ 100g MSCO → - 67g MSFO, + 63g Lait, - 0.14 g TB**

## 6.3. Le pâturage tournant

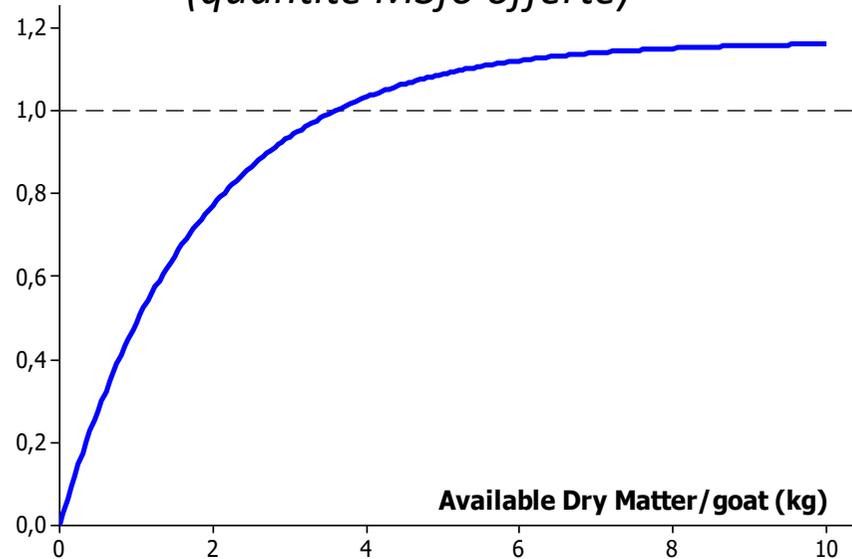
sur 2-4 jours, 40-65 m<sup>2</sup>/chèvre

Réponse à la surface/chèvre et à la hauteur



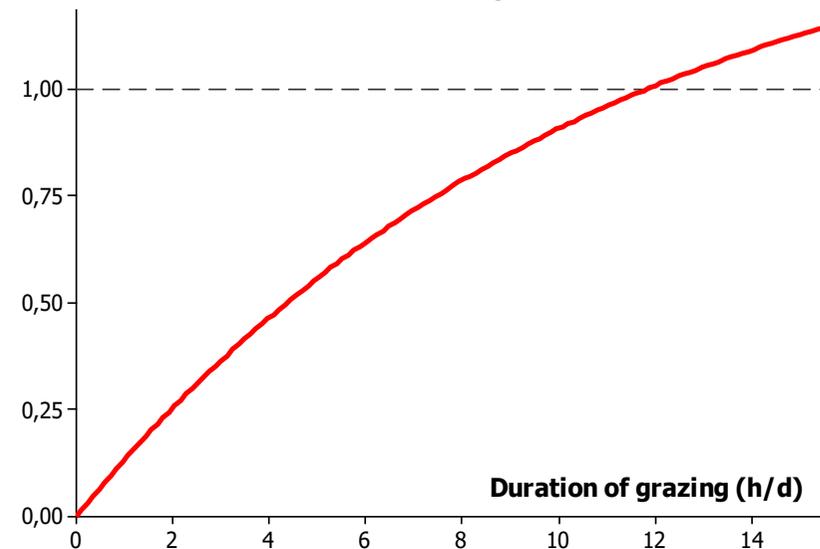
## ▮ Paturage: prise en compte des facteurs limitant à appliquer aux MSfo calculées par les UEL.

**Fourrage disponible**  
(quantité MSfo offerte)



$$HI_{p1} = 1,15 \times (1 - \exp(-0,575 \times QO_{\text{indiv}}))$$

**Temps d'accès au pâturage**  
(heures/jour)



$$HI_{p2} = 1,25 \times (1 - \exp(-0,124 \times TAP))$$

# Conclusion IA 2018

---

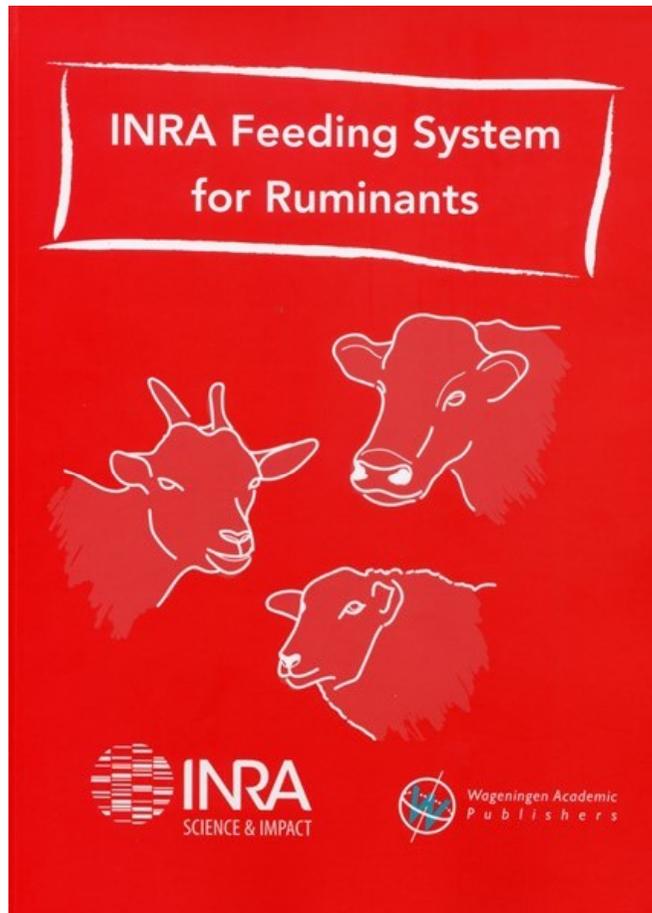
**La révision a concerné presque tous les thèmes**

**Prise en compte:**

- du potentiel et de la dynamique des réserves
- des nouveautés sur l'énergie et les protéines
- de nouvelles valeurs pour la gestation et la croissance
- des réponses multiples aux apports de concentrés et aux variations d'apports UFL & PDI autour du pivot
- de l'activité au pâturage

**→ Principe d'incorporation du maximum de critères dans la nouvelle version d'INRATION**

# Le système d'alimentation INRA 2018



**Merci pour votre attention**