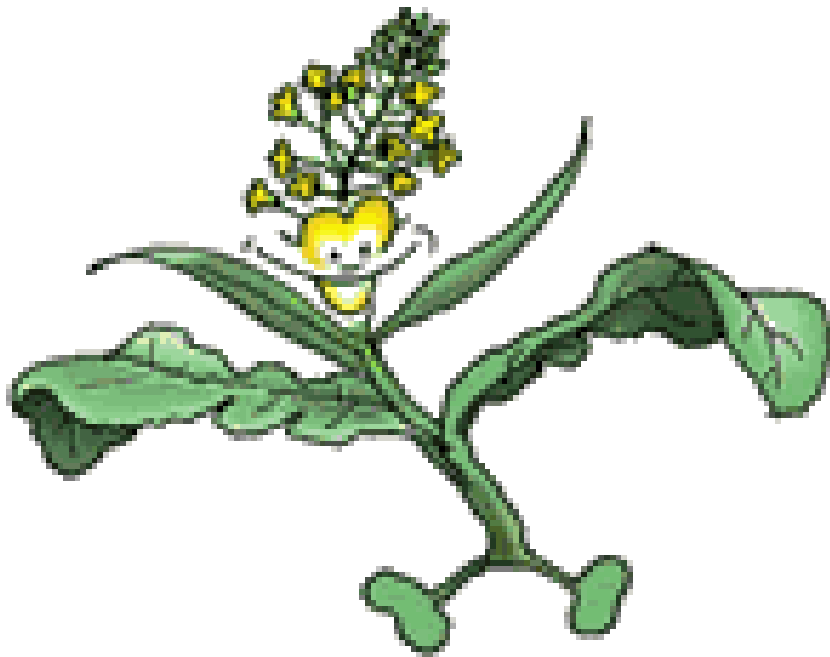


# Nutrition des animaux d'élevage



## *IV. Nutrition et alimentation azotées*

Séverine STEPHANY

# **I. Enjeux de l'alimentation azotée**

## **I.1. Rôle nutritionnel**

---

### **✓ Protéines**

- constituant de la matière vivante**
- protéines fonctionnelles**

### **✓ Apports en N**

- hérédité**
- protection immunitaire**

### **➤ réserves**

# **I. Enjeux de l'alimentation azotée**

## **I.1. Rôle nutritionnel**

---

### **✓ Déséquilibres azotés :**

#### **✓ Carences**

- performances**
- appétit**
- cachexie**
- oedèmes**
- mort**

# I. Enjeux de l'alimentation azotée

## I.1. Rôle nutritionnel

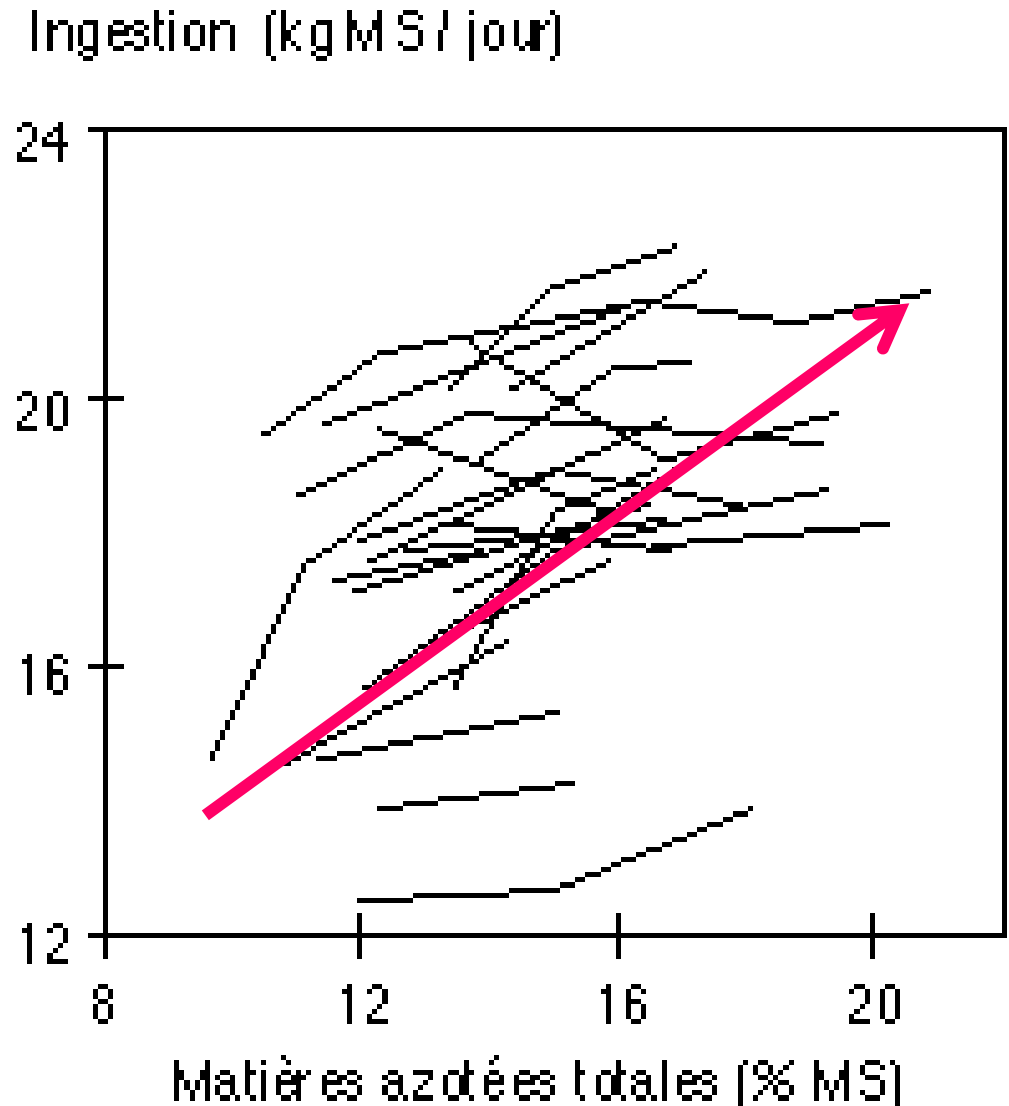
✓ Déséquilibre

✓ Excès

- alcalose

- fertilité

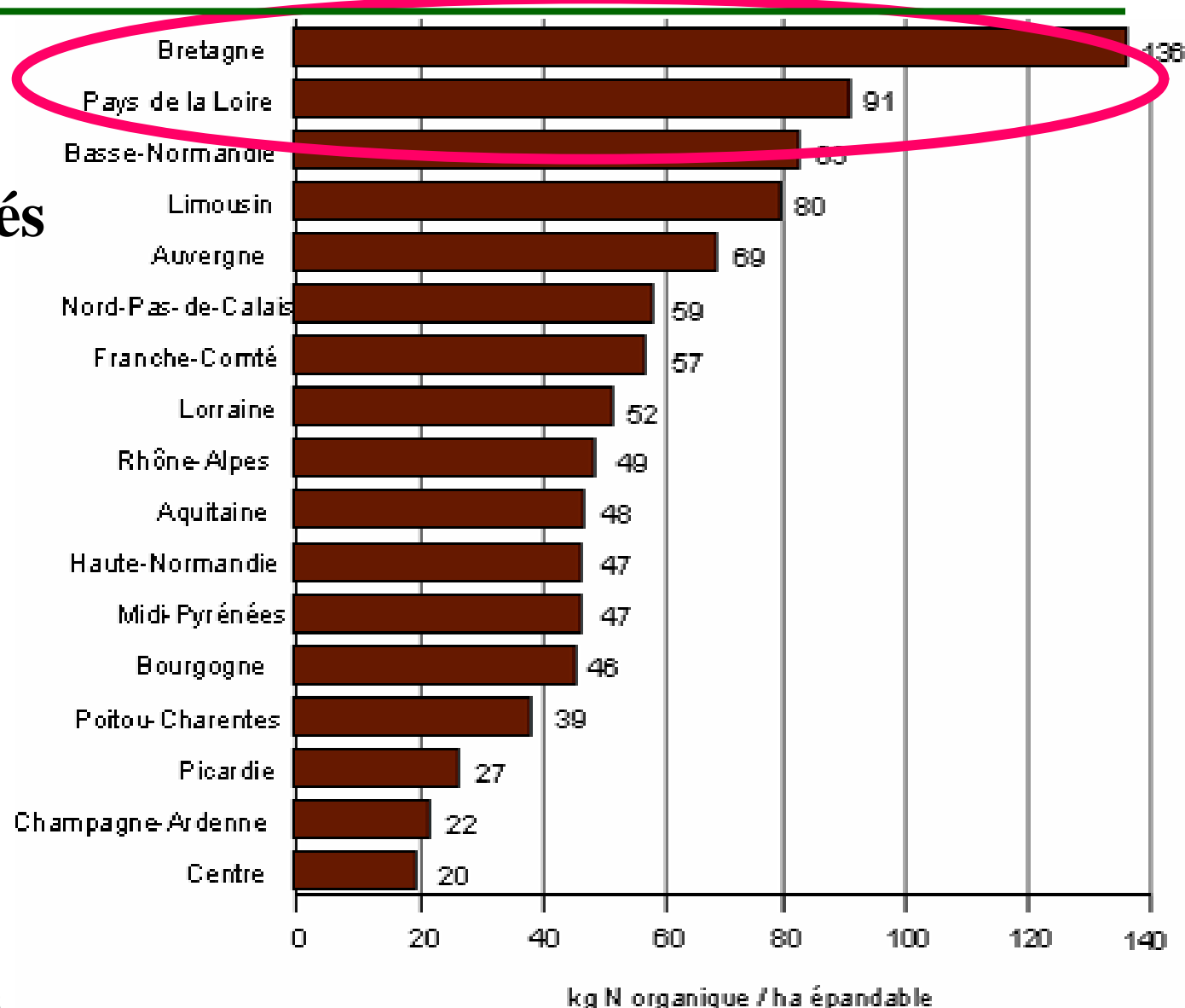
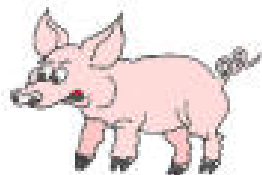
- déchets azotés



# I. Enjeux de l'alimentation azotée

## I.2. Rôle environnemental

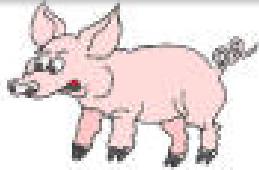
- déchets azotés



# I. Enjeux de l'alimentation azotée

## I.2. Rôle environnemental

**Porc 105 kg**



**N ingéré**

**8,7 kg**

**N volatilisé ( $\text{NH}_3$ )**

**3 kg (35 %)**

**N corporel**

**2,9 kg (33 %)**

**N sol**

**2,8 kg (32 %)**

**Porc :  $\approx$  15-35 %**

# I. Enjeux de l'alimentation azotée

## I.2. Rôle environnemental

---

- déchets azotés



Flux de N annuel	Kg/vache	
Lait (kg/an)	7500	
Ingéré	131	
N concentré (% N ingéré)	50	
Lait (+ veau)	40	30 %
Fèces	42	30 %
Urine	49	40 %

# I. Enjeux de l'alimentation azotée

## I.2. Rôle environnemental

- déchets azotés



Flux de N annuel	Kg/vache	
Lait (kg/an)	7500	+20% 9000
Ingéré	131	+12% 149
N concentré (% N ingéré)	50	55
Lait (+ veau)	40	+20% 48
Fèces	42	+10% 46
Urine	49	+12% 55



# **I. Enjeux de l'alimentation azotée**

## **I.3. Place économique**

---

### **✓ Besoins en protéines**

- fourrages**

- céréales**

- MRP**

# **II. Dépenses et apports alimentaires en azote**

## **II.1. Dépenses azotées des animaux**

---

### **a. Dépenses d'entretien**

- renouvellement**
- digestion**
- métabolisme**
- ➔ fèces, urine, peau**

# II. Dépenses et apports alimentaires en azote

## II.1. Dépenses azotées des animaux

### b. Dépenses de p

- Croissance :  
croissance, mode
- Gestation :  
dernier tiers
- Lactation :  
espèce, animal, milieu
- Production d'oeufs :  
12 % MA
- Laine :  
acides aminés soufrés

	Protéines (g)
Lait standard de vache	31
Lait de chèvre	30
Lait de brebis	56
Lait de truie (trois premières semaines)	46
Lait de jument	19
Lait de lapine	160

Drogoul et al., 2004

# **II. Dépenses et apports alimentaires en azote**

## **II.2. Apports azotés**

---

### **a. Les acides aminés**

- ✓ **protéines : ~ 20 aa**
- ✓ **3 groupes :**
  - **AA essentiels ou indispensables**
    - sens strict
    - sens large
  - **AA semi-indispensables**
  - **AA non indispensables**
- ✓ **acide aminé limitant : lys**

# II. Dépenses et apports alimentaires en azote

## II.2. Apports azotés

---

### b. Equilibre azote / énergie du régime

✓ facteur limitant

### *Conclusion*

- besoins, énergie / azote
- monogastriques (1 origine)  
ruminants (2 origines)

# III. Alimentation azotée des monogastriques

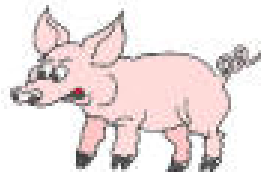
---

➤ *Origine des acides aminés :*

- source exogène
- source endogène

➤ *Devenir des acides aminés :*

- anabolisme protéique
- catabolisme protéique



# III. Alimentation azotée des monogastriques

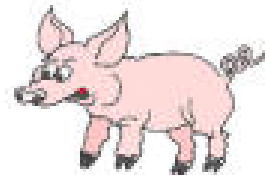
## III.1. Valeur nutritionnelle des protéines alimentaires

---

### a. Disponibilité des acides aminés

✓ pourcentage utilisé pour la synthèse protéique  
quand il constitue le seul facteur limitant

➤ acides aminés limitants : lys



# III. Alimentation azotée des monogastriques

## III.1. Valeur nutritionnelle des protéines alimentaires

---

### b. Facteurs de variation

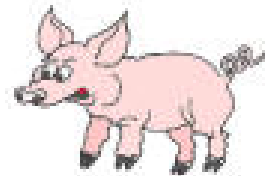
- ✓ Facteurs extrinsèques :

- conditions d'élevage

- protéines

- ✓ Facteurs intrinsèques :

- génétique, sexe, stade physiologique





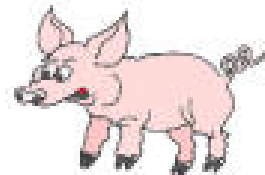
# **III. Alimentation azotée des monogastriques**

## **III.1. Valeur nutritionnelle des protéines alimentaires**

---

### **c. Amélioration de la valeur nutritive**

- ✓ **Supplémentation :**
  - **aliments appropriés**
  - **acides aminés synthétiques**  
(« smartamine » Adisséo)
- ✓ **Traitements technologiques des aliments**



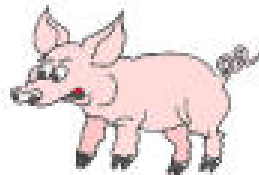
# III. Alimentation azotée des monogastriques

## III.2. Estimation des besoins azotés

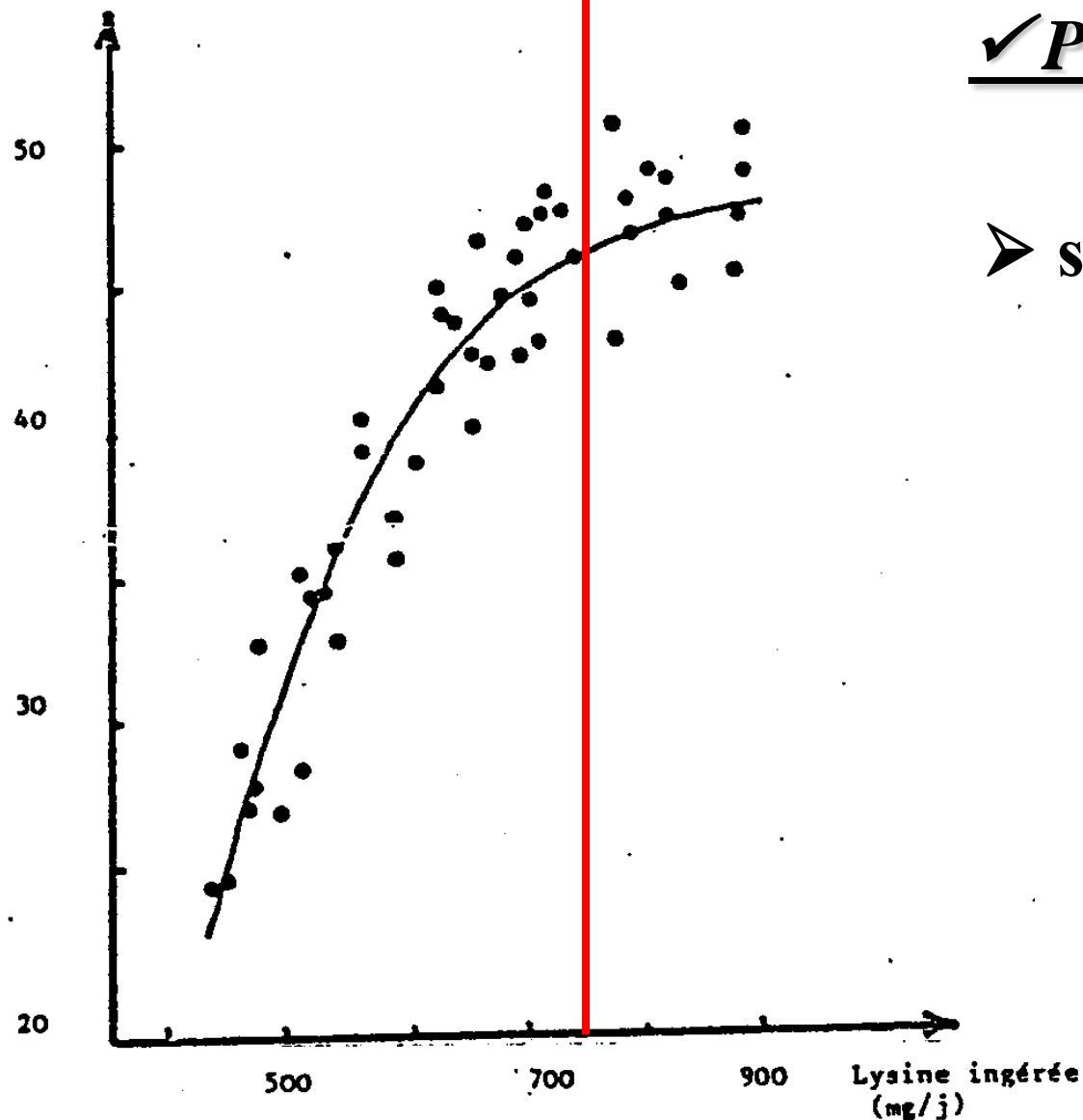
---

✓ PB & AA essentiels

✓ Ex : poule pondeuse / lys



Production d'oeuf  
(g/j)

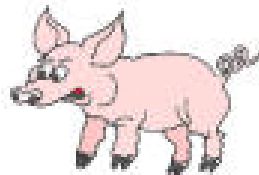


✓ Poule pondeuse / lys :



➤ seuil d'utilisation

(1). Chaque point représente 1 lot, différentes souches ont été utilisées.



## ✓ Poule pondeuse / lys :



Besoin énergétique

Variable selon les souches  
et la température

Protéines brutes

16,0

Lysine

0,750

Méthionine

0,240

Acides aminés soufrés

0,610

Tryptophane

0,165

Valine

0,650

Thréonine

0,520

Minéraux

Calcium

4,20

Phosphore total

0,60

Phosphore disponible

0,35

Sodium

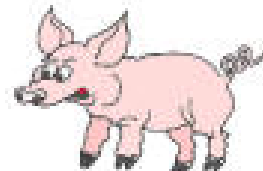
0,16

Chlore

0,15

➤ seuil d'utilisation

marge de sécurité



	Pondeuses d'œufs de consommation <sup>(1)</sup> et reproductrices naines	
<b>Concentration énergétique (kcal EM/kg)</b>	2 600	2 800
<b>Protéines brutes</b>	14,0	15,0
Lysine	0,63	0,68
Méthionine	0,28	0,30
<b>Minéraux</b>		
Calcium	3,4 <sup>(2)</sup>	3,6 <sup>(2)</sup>
Phosphore total	0,56	0,58
Phosphore disponible	0,31	0,33
Sodium	0,13	0,14
Chlore	0,13	0,14
<b>Acide linoléique</b>	0,8	0,9
<b>Xanthophylles (ppm)</b>	23	25
<b>Consommation journalière atten- due (g) à 18 °C</b>	127	120

## ✓ Poule pondeuse / lys :

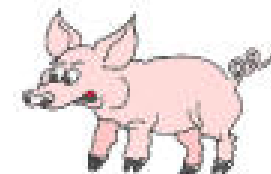


➤ seuil d'utilisation

➤ marge de sécurité

➤ niveau d'ingestion

⇒ apport recommandé



# III. Alimentation azotée des monogastriques

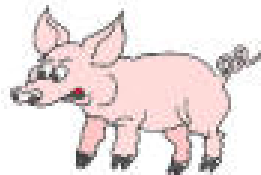
## III.2. Estimation des besoins azotés

---

➤ *Autres volailles* : PB, AA en % du régime

➤ *Porcs* : PB & AAD

- âge & stade de production
- sexe



# III. Alimentation azotée des monogastriques

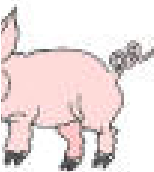
## III.2. Estimation des besoins azotés

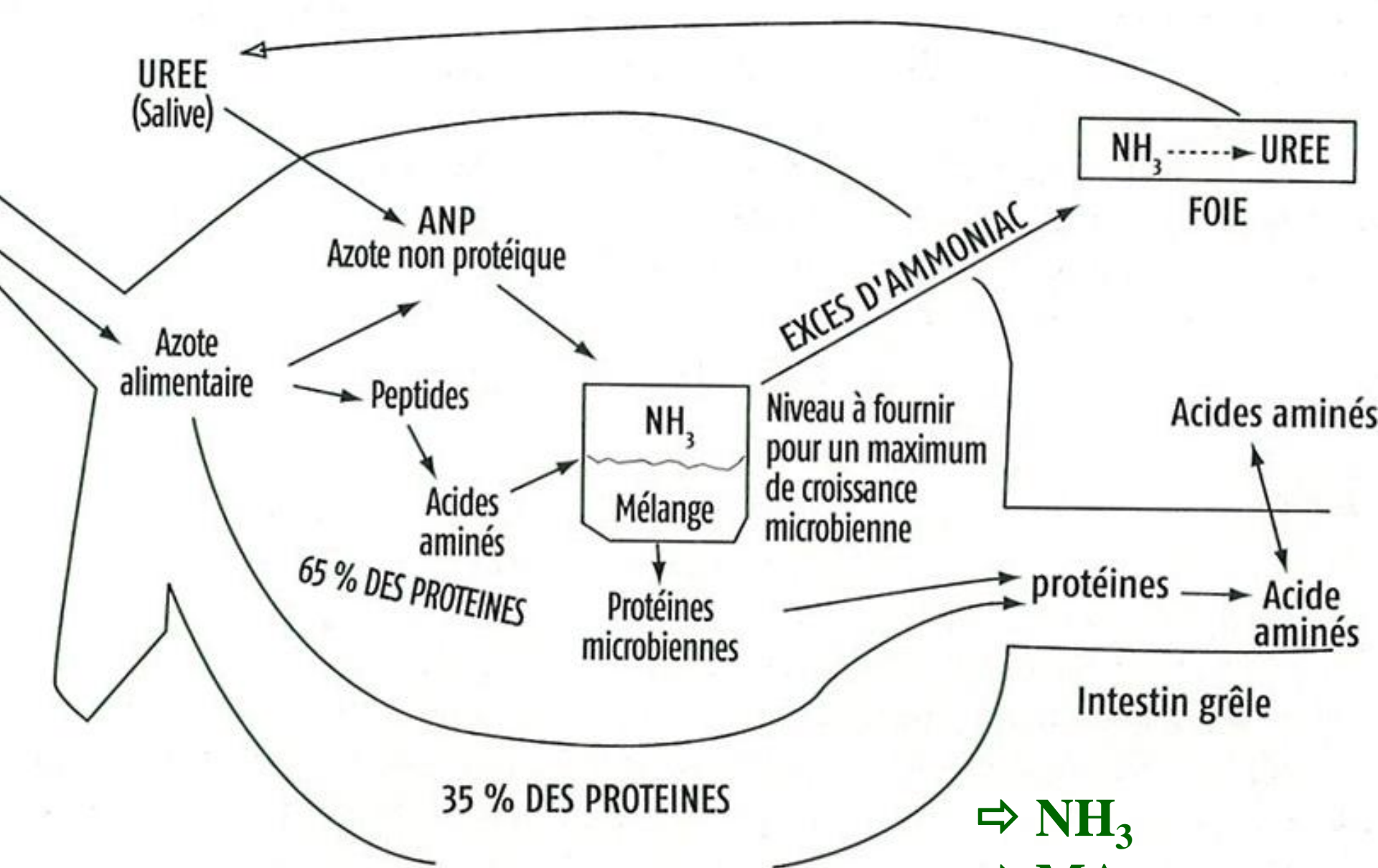
---

### ✓ Concept de la protéine idéale :

- AA / protéosynthèse maximale
- rapports constants

Lysine . . . . .	100
Méthionine + cystine . . . . .	60
Tryptophane . . . . .	18
Thréonine . . . . .	60
Leucine . . . . .	72
Isoleucine . . . . .	60
Valine . . . . .	70
Histidine . . . . .	26
Arginine . . . . .	29
Phénylalanine + tyrosine . . . . .	100





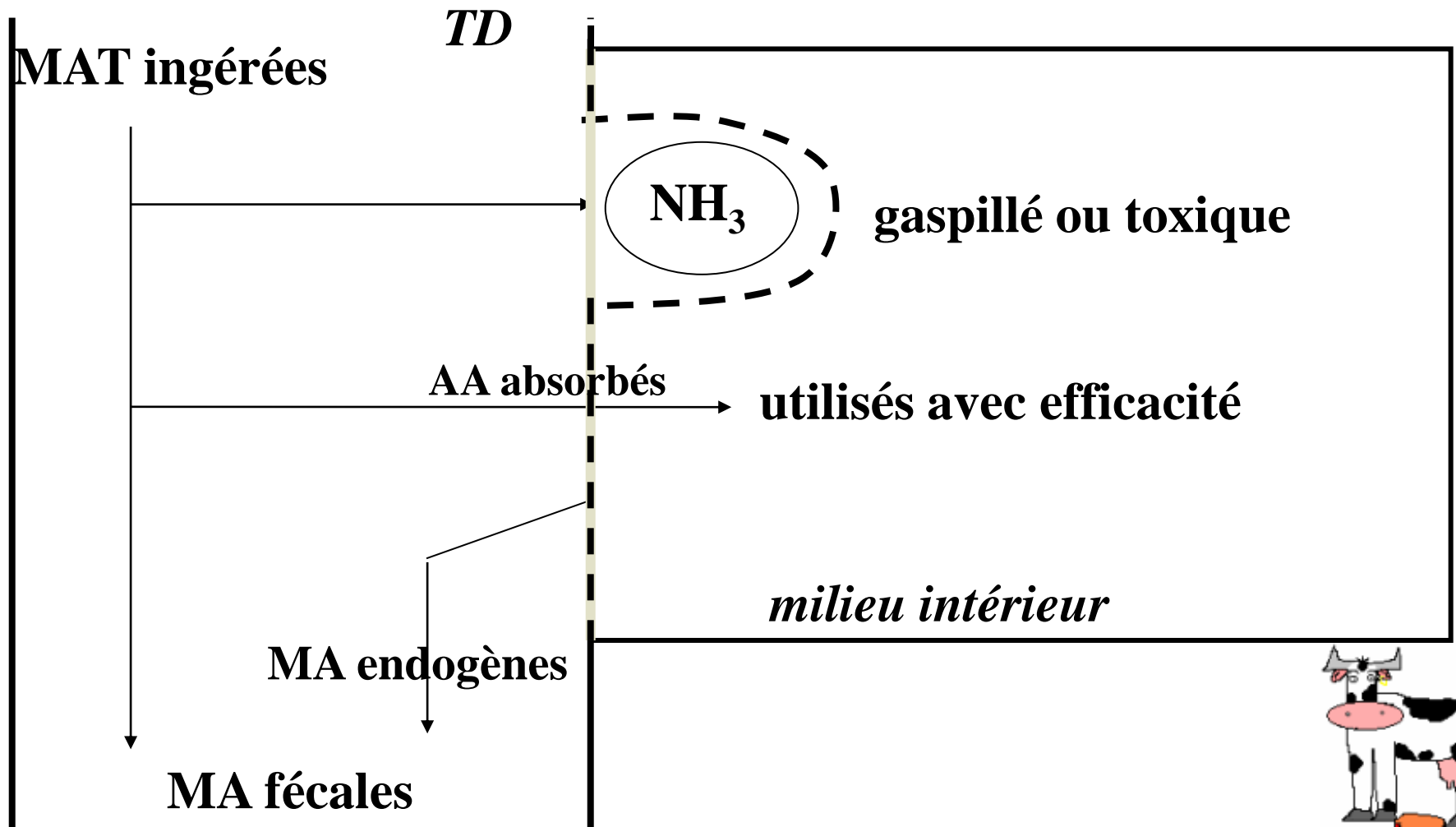
⇒ NH<sub>3</sub>  
⇒ MAa  
⇒ MAm





# IV. Alimentation azotée des ruminants

## Bilan de l'azote



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

---

- ✓ Exprimer dans une même unité les apports alimentaires et les besoins cellulaires
- ✓ MAT insuffisantes :
  - digestibilité
  - remaniement
- ✓ Système PDI : 1978, 1988
- ✓ Système AADI : 1993, 1994



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

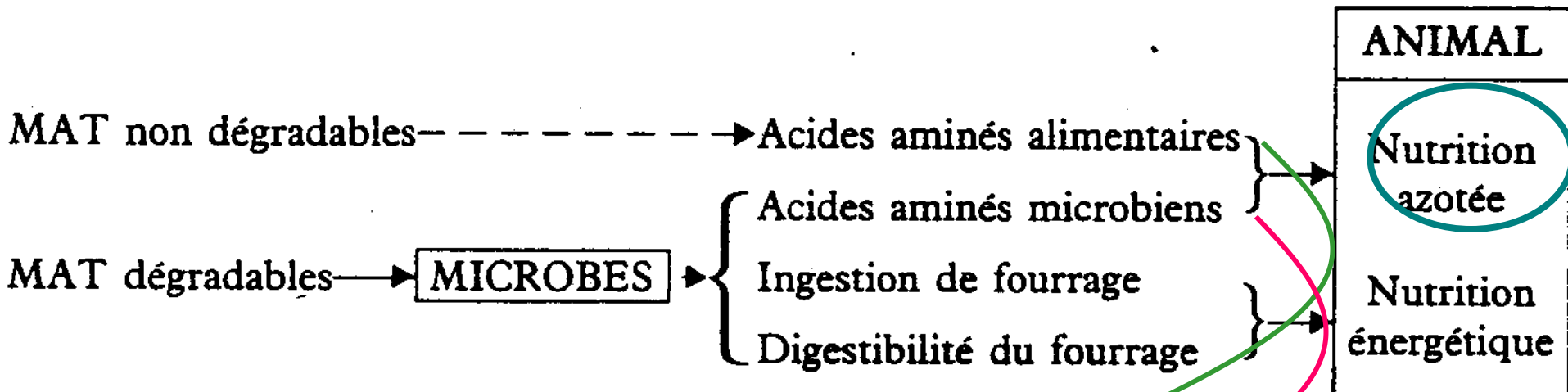
---

- ✓ « Protéines vraies digestibles dans l'intestin »
  - dégradabilité
  - synthèse microbienne
  - utilisation digestive
  - besoins



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.1. Valeur PDI des aliments



➤ 2 fractions :

- PDIA

- PDIM

$$\Rightarrow \text{PDI} = \text{PDIA} + \text{PDIM}$$



# **IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI**

## **IV.1. Valeur PDI des aliments**

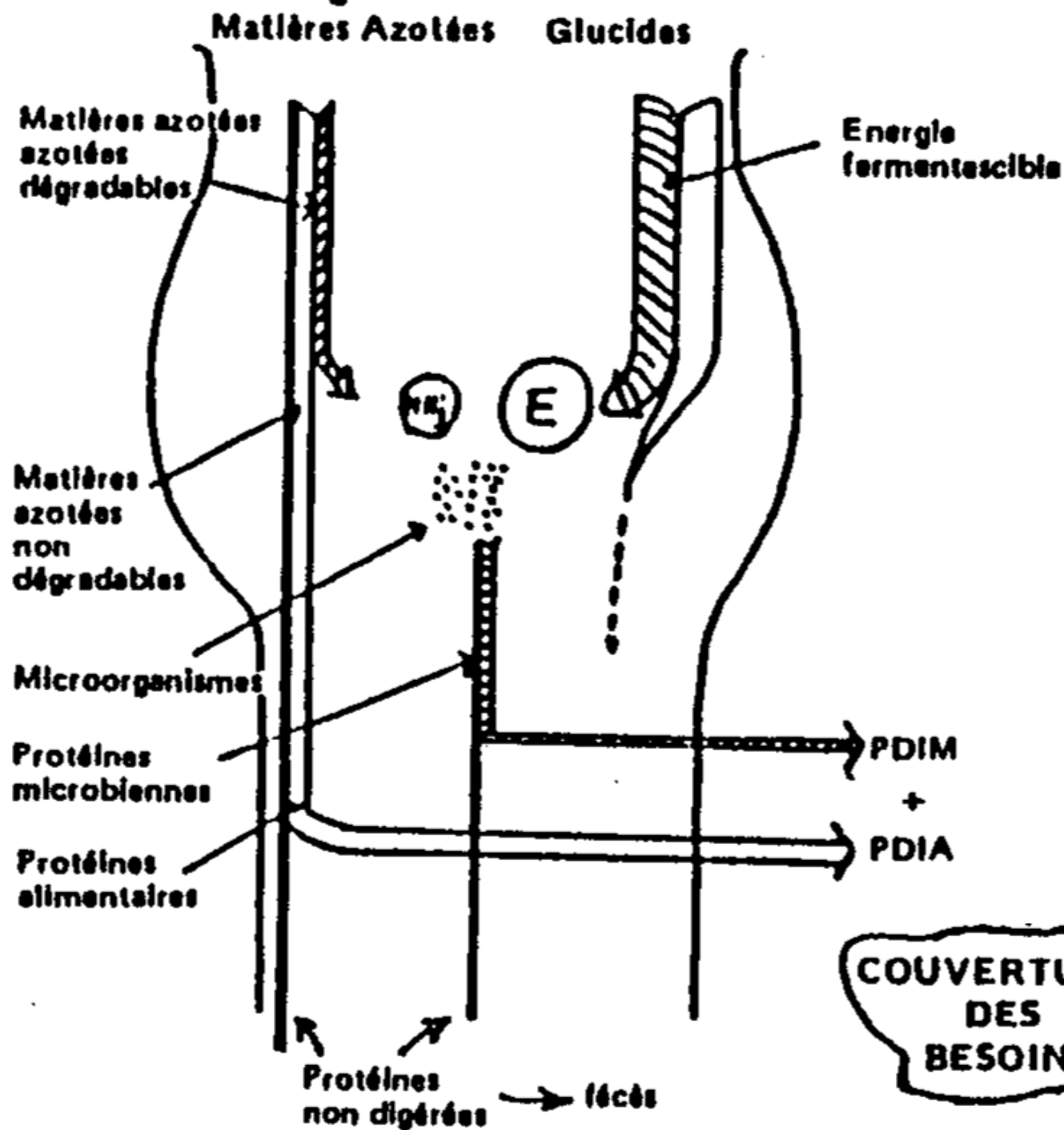
---

➤ **2 valeurs :**

**- PDIN**

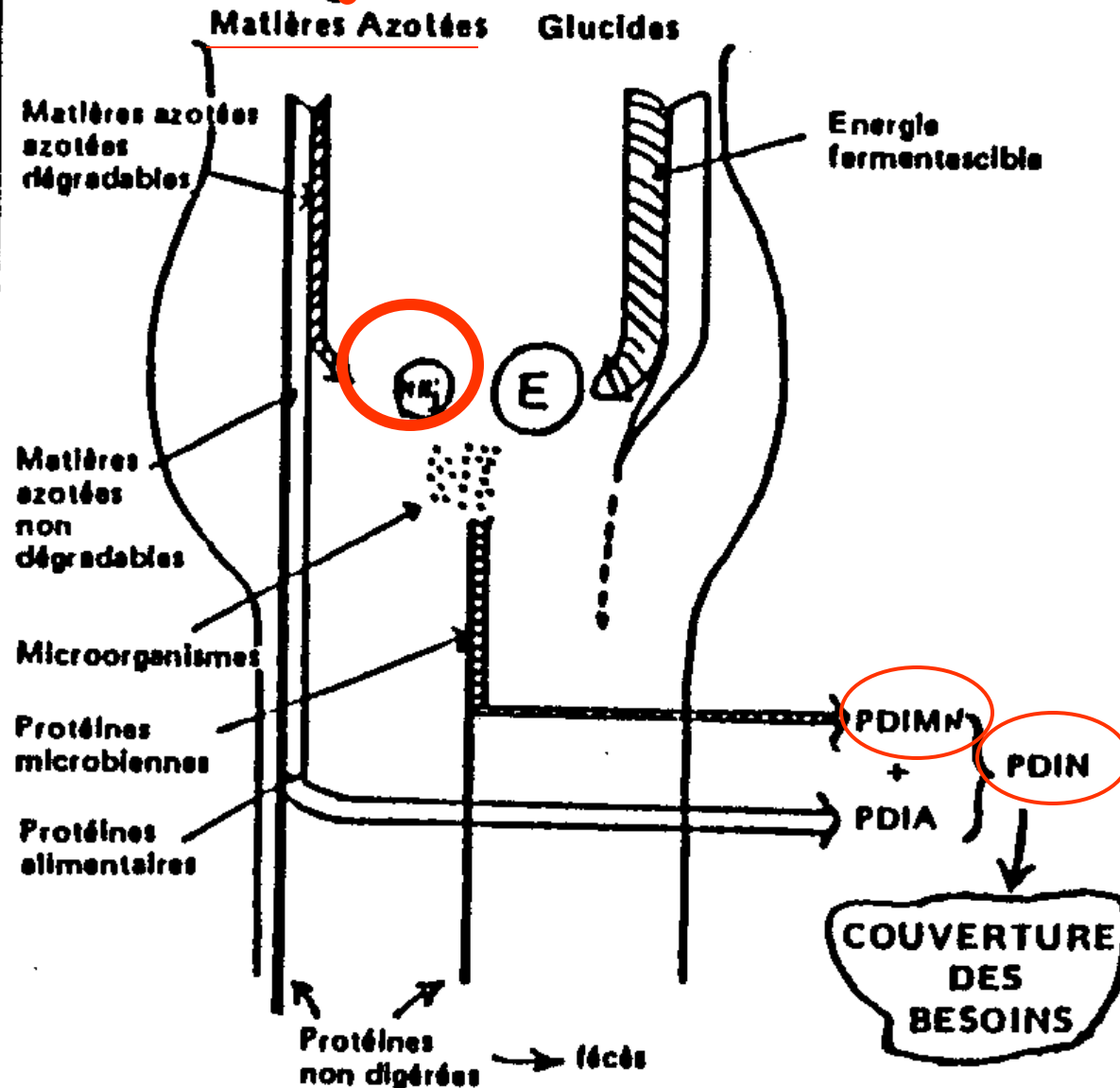
**- PDIE**





**RATION**  
pauvre en  
azote dégradable

# RATION PAUVRE EN AZOTE DÉGRADABLE

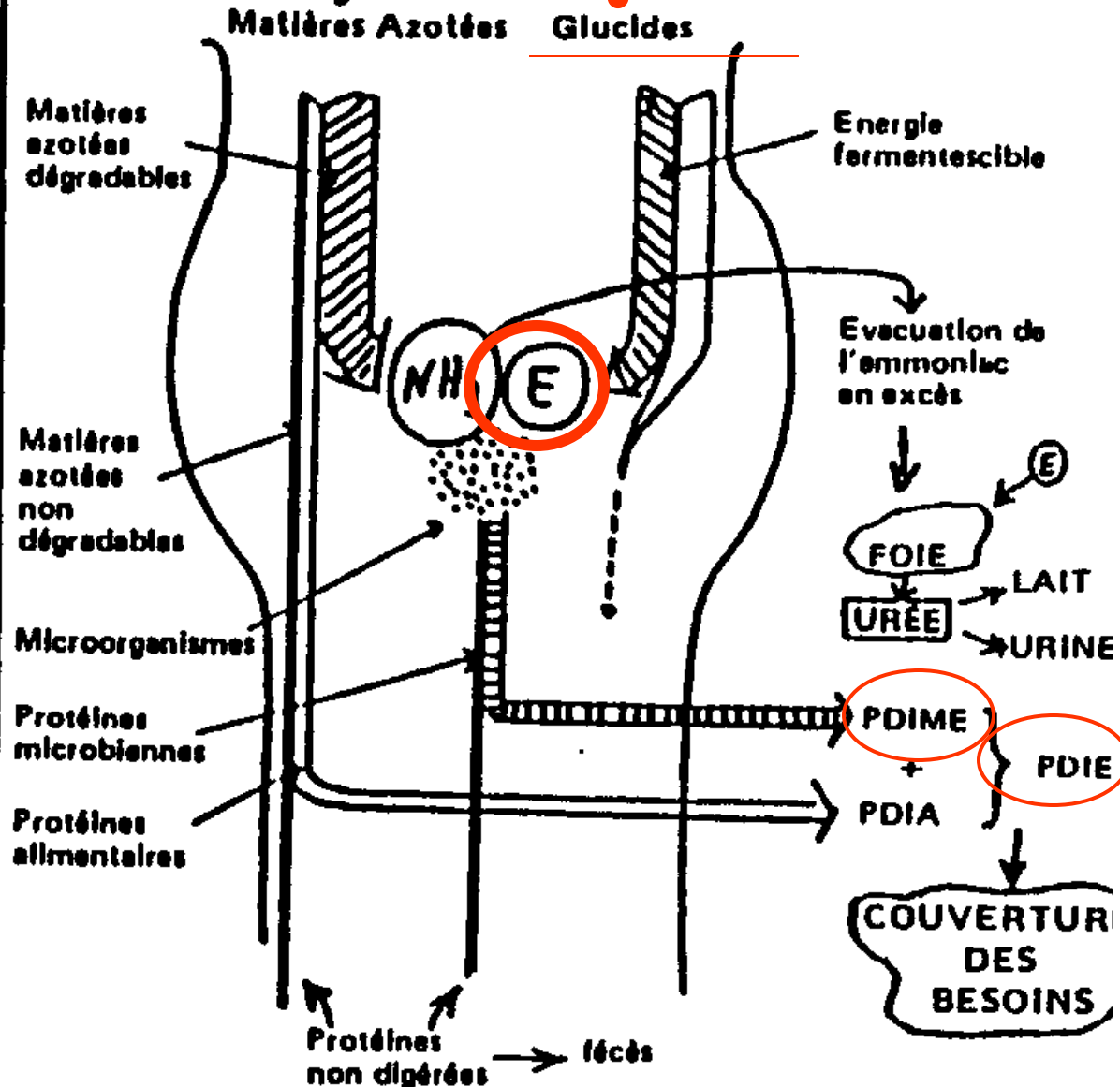


protéines  
digestibles dans  
l'intestin qd N  
facteur lin



**RATION**  
riche en  
azote dégradable

**RATION PLUS RICHE EN AZOTE DÉGRADABLE  
QUE EN ÉNERGIE FERMENTESCIBLE**



protéines  
digestibles dans  
l'intestin qd E  
facteur lin





# **IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI**

## **IV.1. Valeur PDI des aliments**

---

➤ 2 valeurs :

- **PDIN**

- **PDIE**

$$\Rightarrow \text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$



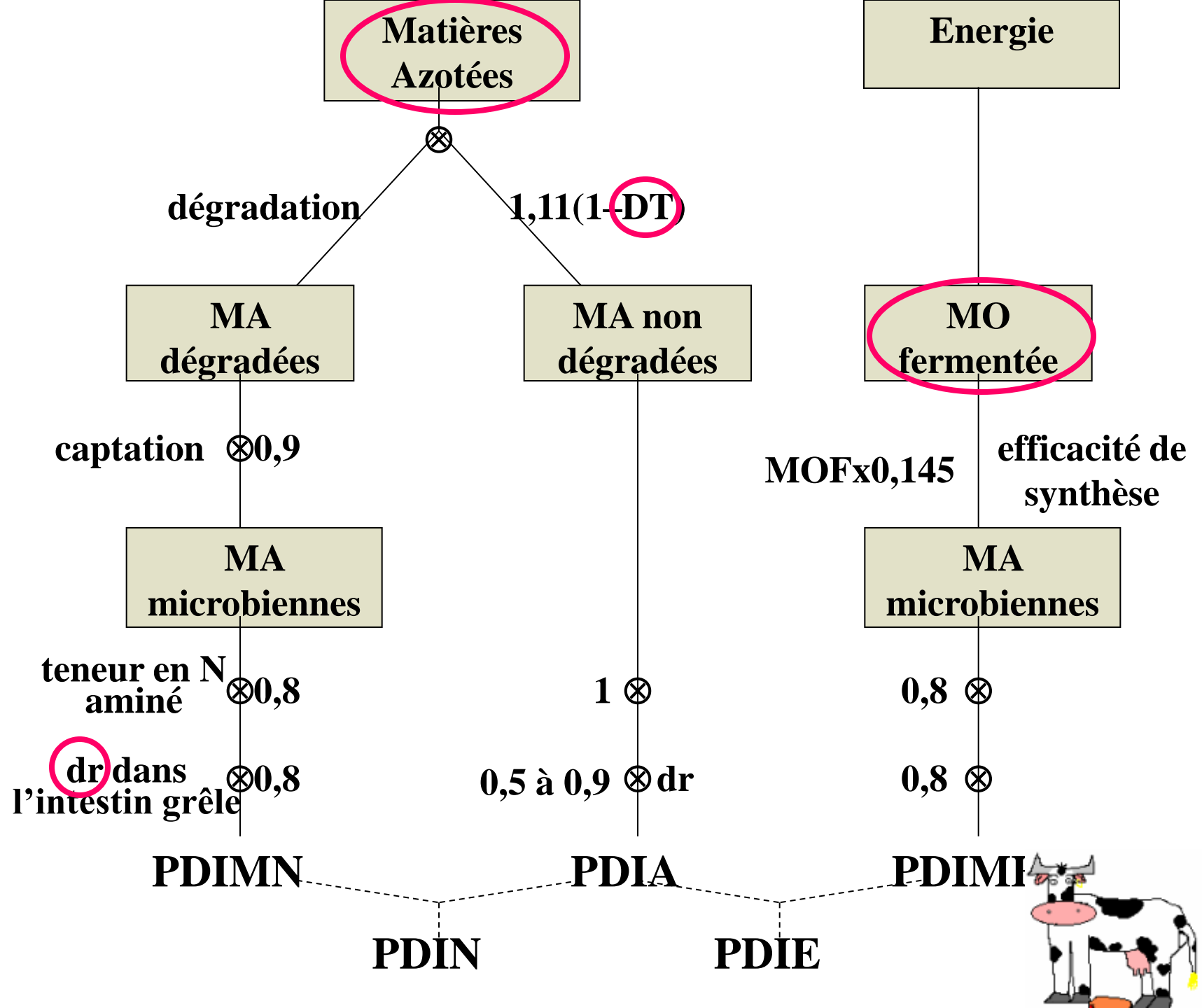
# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.1. Valeur PDI des aliments

---

- ✓ *Méthode de détermination  
de la valeur PDI des aliments :*





# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.1. Valeur PDI des aliments

---

✓ *Méthode de détermination*

*de la valeur PDI des aliments :*

Ration à base de :	<u>Ensilage de maïs</u>		Ensilage d'herbe	
	g PDIN	g PDIE	g PDIN	g PDIE
Fourrage	700	940	1100	900
Tourteau soja	380	260	380	260
= Ration totale	1080	1200	1480	1160



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

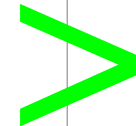
## IV.1. Valeur PDI des aliments

---

✓ *Méthode de détermination*

*de la valeur PDI des aliments :*

Ration à base de :	Ensilage de maïs		<u>Ensilage d'herbe</u>	
	g PDIN	g PDIE	g PDIN	g PDIE
Fourrage	700	940	1100	900
Tourteau soja	380	260	380	260
= Ration totale	1080	1200	1480	1160



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.1. Valeur PDI des aliments

---

✓ *Méthode de détermination  
de la valeur PDI des aliments :*

- **PDIE > PDIN** : paille, racines, céréales, EM...
- **PDIN > PDIE** : tourteaux, protéagineux, EH
- **Urée** : PDIN



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.2. Besoins des animaux

---

- **Théorie :**  
**besoins PDI = besoins cellulaires nets / CUM**



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.2. Besoins des animaux

	Bovins	Caprins	Ovins
<b>Lait</b>			
Teneur en protéines (g/kg).....	31*	29*	(45 – 65)
Rendement .....	0,64	0,64	0,58
Besoins PDI (g/kg) .....	48*	45*	(76 - 110)
<b>Croissance</b>			
Teneur en protéines (g/kg).....	200 - 150**	✓ <i>Production</i>	
Rendement .....	0,68 - 0,40**		
Besoins PDI (g/kg) .....	(250 - 350)		
<b>Gestation</b>			
Rendement .....	0,60		0,42
Besoins PDI { (g/j) .....	200		(47 - 106)***
(1) { % besoin d'entretien .....	50	120***	(80 - 160)***
✓ <b>Entretien</b>			
Besoins PDI (g/kg poids métabolique) ..	3,25	2,30	2,50

1) dernier mois de gestation.

\* : lait standard.

\*\* : la teneur en protéines et le rendement diminuent avec l'âge.

\*\*\* : apports recommandés en fonction du poids de la portée.





**Déficit en PDIN tolérable en raison du recyclage d'urée endogène (apport PDIN-apport PDIE en g/UF)**

	Apport PDIE <del>==</del> besoin		
	PDI de l'animal		
	Faible	Normal	Elevé
		(1)	
Vaches laitières	0	- 4	- 8
Chèvres	-	- 7	- 14
Brebis	0	-	-
Bovins en croissance rapide	- 5	- 9	- 13
Vaches allaitantes	-	-	- 17 *
			- 23 **

\* en lactation

\*\* en gestation

(1) Apports = Besoins + 5 %



# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.3. Apports recommandés & pratique

---

✓ *Apport en N dégradable :*

➤ flore ruminale

- activité cellulolytique
- valeur UF
- consommation fourrage

⇒ énergie et azote

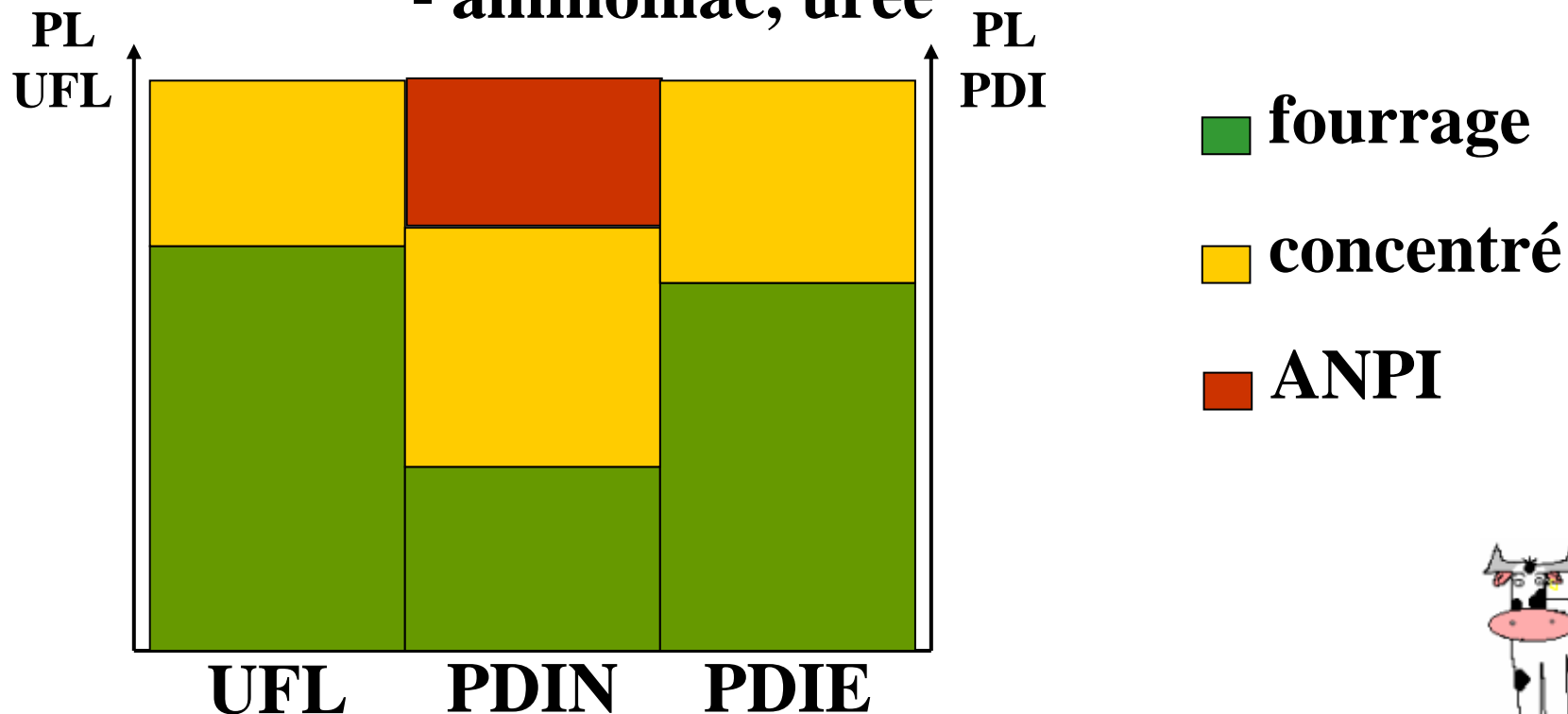


# IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI

## IV.3. Apports recommandés & pratique

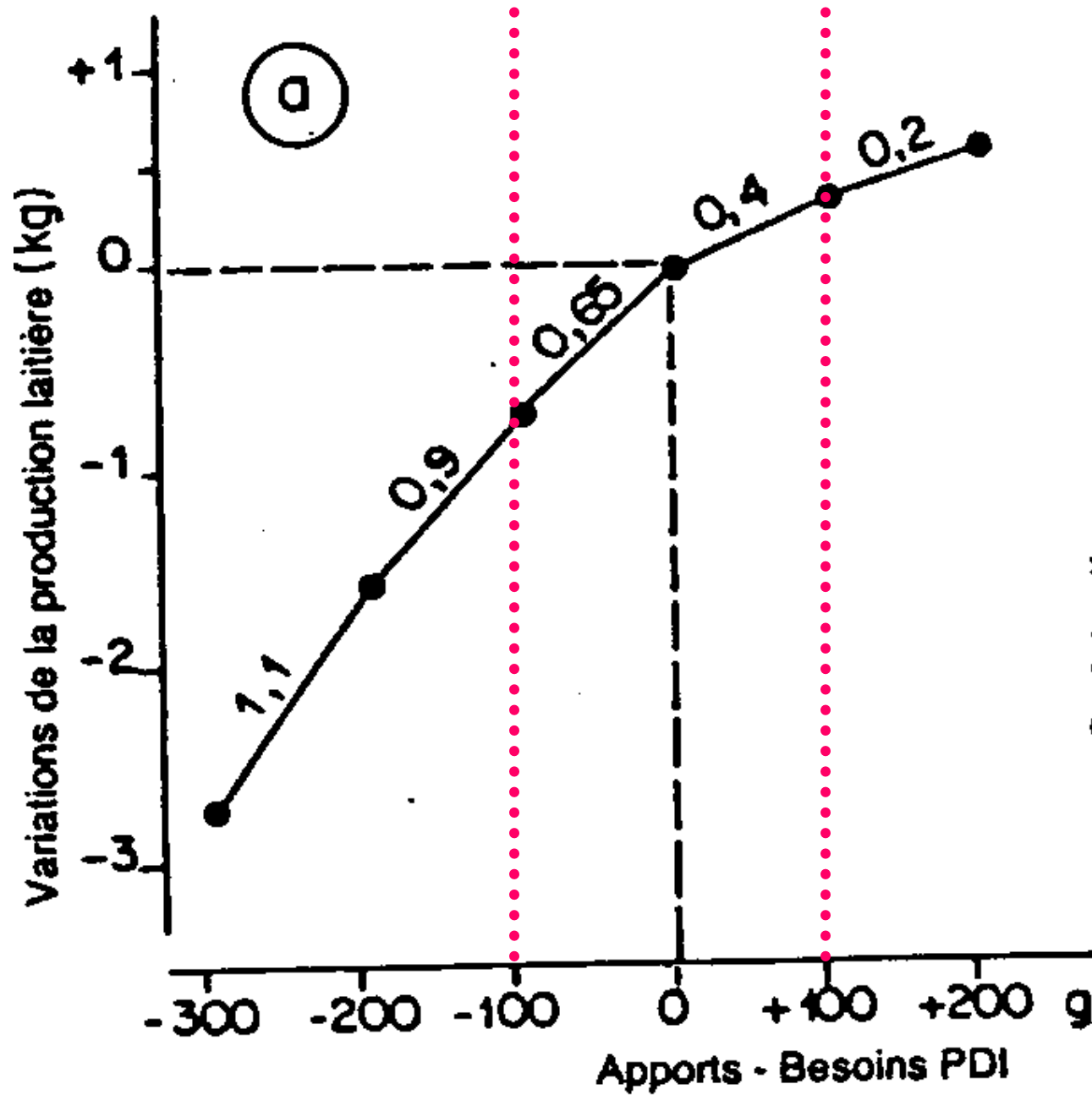
---

✓ *Apport en N dégradable : ANPI :*  
- ammoniac, urée



minants :

& pratique



ormances :

it ?



# **IV. Alimentation azotée des ruminants : le système PDI**

## **IV.3. Apports recommandés & pratique**

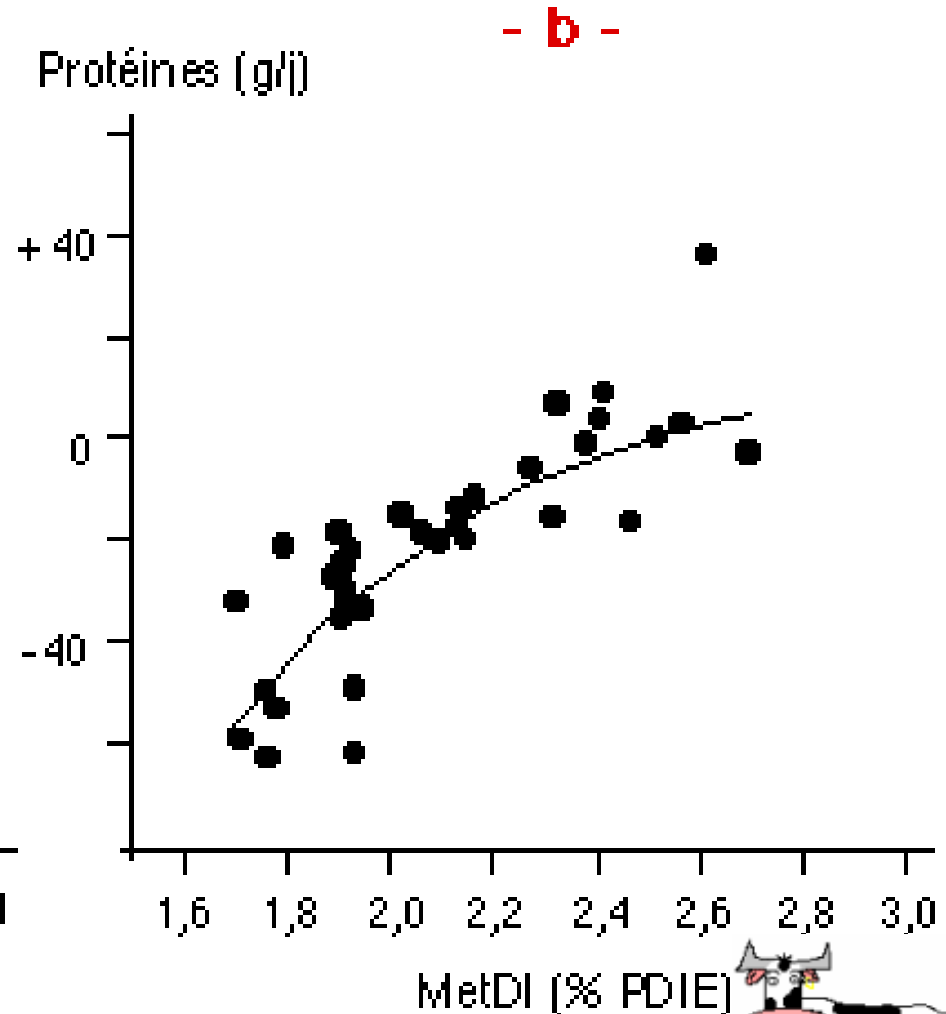
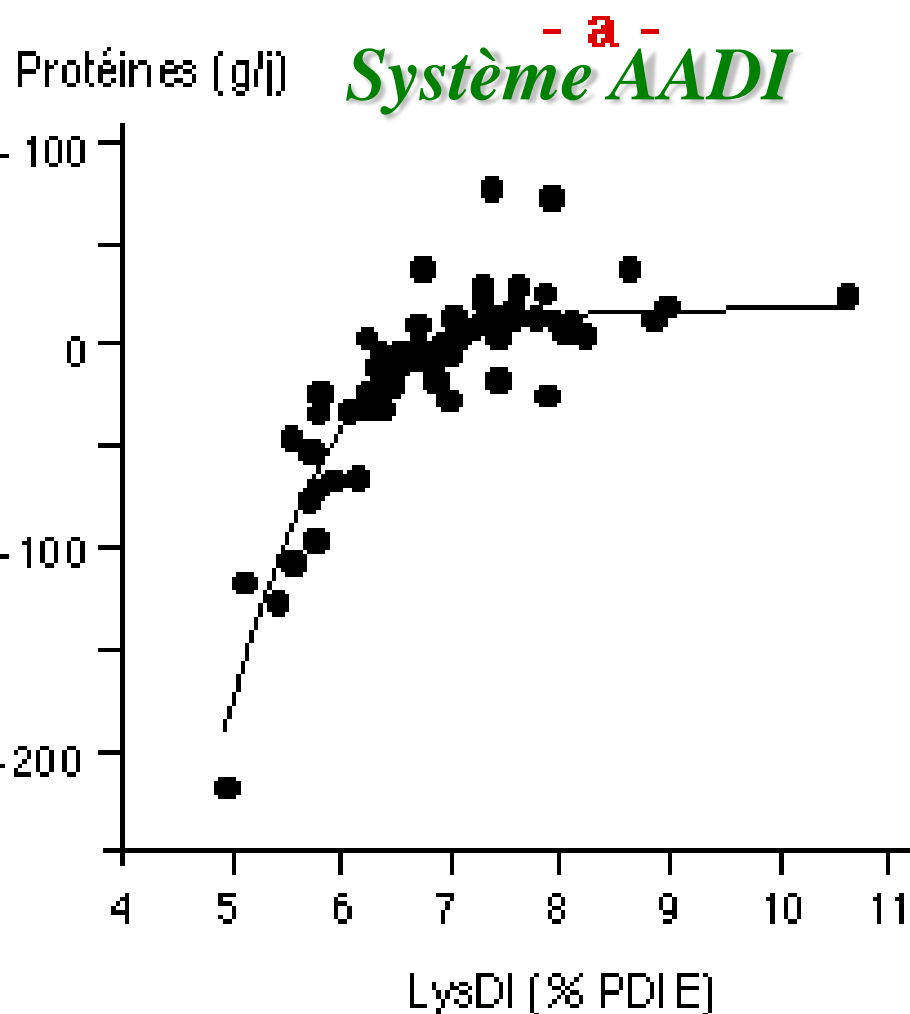
---

- traitements thermiques / antibiotiques /  
enrobage / tannage**

	<b>TS 48</b>	<b>TS 48 tanné</b>
<b>PDIN</b>	<b>328</b>	<b>374</b>
<b>PDIE</b>	<b>224</b>	<b>339</b>
<b>PDIA</b>	<b>175</b>	<b>330</b>



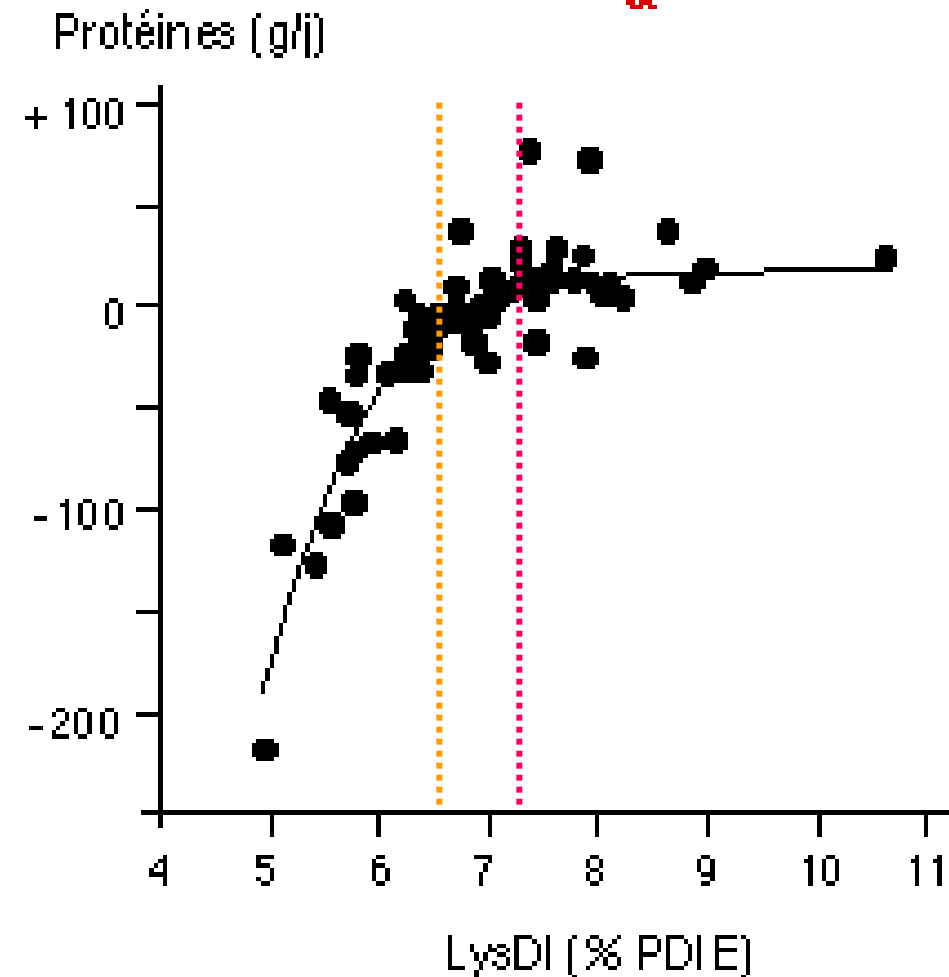
# IV. Alimentation azotée des ruminants



# IV. Alimentation azotée des ruminants

✓ courbes de réponse des protéines du lait

- a -



- b -

