

Nutrition des animaux d'élevage

III. Nutrition et alimentation énergétiques



Séverine STEPHANY

Introduction

✓ Déséquilibres énergétiques :

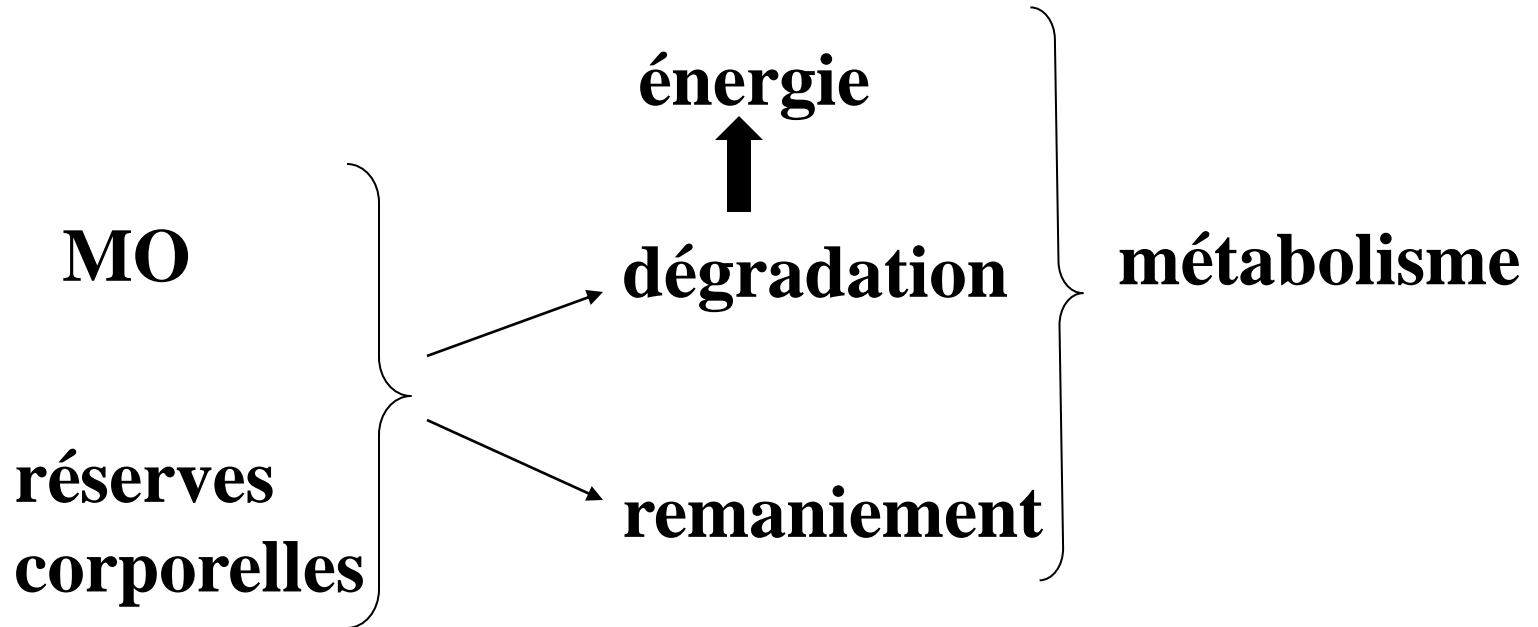
✓ Carences

- Causes : manque / ingestibilité/ digestibilité
- Conséquences : performances / troubles

✓ Excès

- Causes :suralimentation / troubles métaboliques
- Conséquences : coût / qualité des produits /
troubles

Introduction



**1 cal = chaleur pour élever 1 g d'eau
de 14,5 à 15,5°C**

I. Les dépenses énergétiques

I.1. Dépenses d'entretien

Entretien = métabolisme de base

{
intégrité
fonctionnement
utilisation
}

+ activité physique

+ thermorégulation

I. Les dépenses énergétiques

I.1. Dépenses d'entretien

✓ Mesures des dépenses d'entretien :

➤ Métabolisme de base :

**- à jeun, au repos, zone de
neutralité thermique**

➤ Métabolisme de jeûne :

- volailles & porcs : 24 à 48 h

- ruminants : 2 à 3 jours

➤ entretien = 40 à 60 %

I. Les dépenses énergétiques

I.1. Dépenses d'entretien

✓ Facteurs de variation :

➤ Variations intrinsèques :

- *espèce, poids, âge*
- *sexe*
- *niveau de production*
- *individu*

➤ Variations extrinsèques :

- *mode de vie*
- *alimentation*
- *température :*

d'après Gadoud *et al.*, 1992

	Neutralité thermique
Bovins	5 à 20 °C
Chèvres	10 à 20 °C
Porcs	entre 15 & 23 °C
Volailles	entre 15 à 25 °C
Lapins	15 à 18 °C

I. Les dépenses énergétiques

I.2. Dépenses de production

➤ **croissance, engraissement, gestation, lactation, ponte, travail...**

⇒ **Niveau de production =**

entretien + production

entretien

Niveau de production	Femelles reproductrices			Animaux d'élevage et à l'engrais	
	Vache 600 kg	Chèvre 60 kg	Brebis 60 kg	Taurillon ⁽¹⁾ 450 kg	Agneau ⁽²⁾ 30 kg
	4 p. 100	lait (kg) à 3,5 p. 100	6,5 p. 100	croît par jour kg	kg
1,0	animaux à l'entretien				
1,2				0,5	
1,4	gestation ⁽³⁾			0,9	
1,6	7	gestation ⁽³⁾	gestation ⁽³⁾	1,2	
1,8	9			1,5	0,2
2,0	12	2	1,0	1,8	0,4
2,5	17	3	1,4		
3,0	23	4	1,9		
3,5	28	5	2,4		
4,0	34	6	2,9		
4,5	40	7			
5,0	45				
5,5	51				

$$NP = \frac{E+P}{E}$$

Niveaux de production comparés de quelques animaux

(1) Taurillon de type Charolais.

(2) Agneau à potentiel de croissance élevé.

(3) Dernier mois de gestation : 1 fœtus pour la vache, 2 pour la chèvre et la brebis.

I. Les dépenses énergétiques

I.2. Dépenses de production

a. Croissance et entretien

- poids, forme, composition
- vitesse, composition du gain de poids
- race, sexe, âge

Charolais	kcal/kg gain de masse corporelle	
sexe	taurillon	génisse
PV = 400 kg	2400	3000

d'après Jarrige, 1999

b. Gestation

Niveau de production	Femelles reproductrices			Animaux d'élevage et à l'engrais	
	Vache 600 kg	Chèvre 60 kg	Brebis 60 kg	Taurillon ⁽¹⁾ 450 kg	Agneau ⁽²⁾ 30 kg
	4 p. 100	lait (kg) à 3,5 p. 100	6,5 p. 100	croît par jour kg	kg
1,0	animaux à l'entretien				
1,2				0,5	
1,4	gestation ⁽³⁾	1 fœtus		0,5	
1,6	7	gestation ⁽³⁾	gestation ⁽³⁾	2 fœtus	
1,8	9			1,5	0,2
2,0	12	2	1,0	1,8	0,4
2,5	17	3	1,4		
3,0	23	4	1,9		
3,5	28	5	2,4		
4,0	34	6	2,9		
4,5	40	7			
5,0	45				
5,5	51				

$$NP = \frac{E+P}{E}$$

Niveaux de production comparés de quelques animaux

(1) Taurillon de type Charolais.

(2) Agneau à potentiel de croissance élevé.

(3) Dernier mois de gestation : 1 fœtus pour la vache, 2 pour la chèvre et la brebis.

Niveau de production	Femelles reproductrices			Animaux d'élevage et à l'engrais	
	Vache 600 kg	Chèvre 60 kg	Brebis 60 kg	Taurillon ⁽¹⁾ 450 kg	Agneau ⁽²⁾ 30 kg
	4 p. 100	lait (kg) à 3,5 p. 100	6,5 p. 100	croît par jour kg	
1,0	animaux à l'entretien			0,5	
1,2				0,9	
1,4	gestation ⁽³⁾			1,2	
1,6	7	gestation ⁽³⁾	gestation ⁽³⁾	1,5	0,2
1,8	9			1,8	0,4
2,0	12	2	1,0		
2,5	17	3	1,4		
3,0	23	4	1,9		
3,5	28	5	2,4		
4,0	34	6	2,9		
4,5	40	7			
5,0	45				
5,5	51				
		lactation			
				$NP = \frac{E+P}{E}$	

Niveau de production comparé de quelques animaux

(1) Taurillon de type Charolais.

(2) Agneau à potentiel de croissance élevé.

(3) Dernier mois de gestation : 1 fœtus pour la vache, 2 pour la chèvre et la brebis.

I. Les dépenses énergétiques

I.2. Dépenses de production

c. Lactation

➤ quantité et composition du lait

	Matières grasses (g)	Protéines (g)	Lactose (g)	Énergie (kcal)
Lait standard de vache	40	31	48	740
Lait de chèvre	32	30	43	670
Lait de brebis	63	56	44	1080
Lait de truie (trois premières semaines)	69	46	55	1140
Lait de jument	12	19	62	470
Lait de lapine	120	160	20	2250

Drogoul et al., 2004

➤ Gaines :

lait standard (kg) = lait produit (kg) x (0,4+0,15 TB)

I. Les dépenses énergétiques

I.2. Dépenses de production

d. Production d'œufs

➤ oeuf 60 g = 60 % entretien

e. Autres

➤ laine (~5 % entretien)

➤ travail

II. Utilisation de l'énergie

II.1. Energie brute

EB

- énergie totale contenue dans un aliment

1 g glucides \Rightarrow 4,2 kcal

1 g protéines \Rightarrow 5,7 kcal

1 g lipides \Rightarrow 9,5 kcal

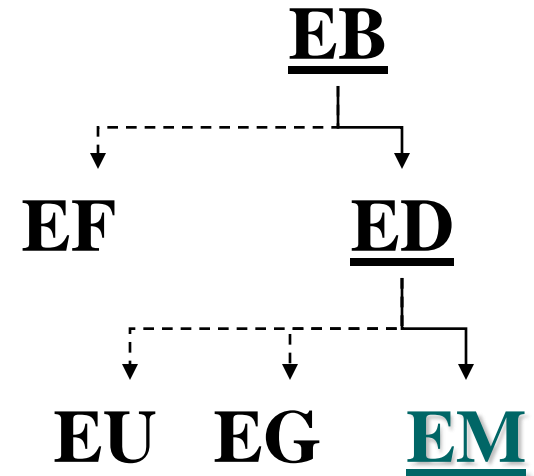
II. Utilisation de l'énergie

II.3. Energie métabolisable

- EG / EU

- $EM = EB - EF - EG - EU$

$$EM = ED - EG - EU$$



- $EM \text{ totale} = EM \text{ entretien} + EM \text{ production}$

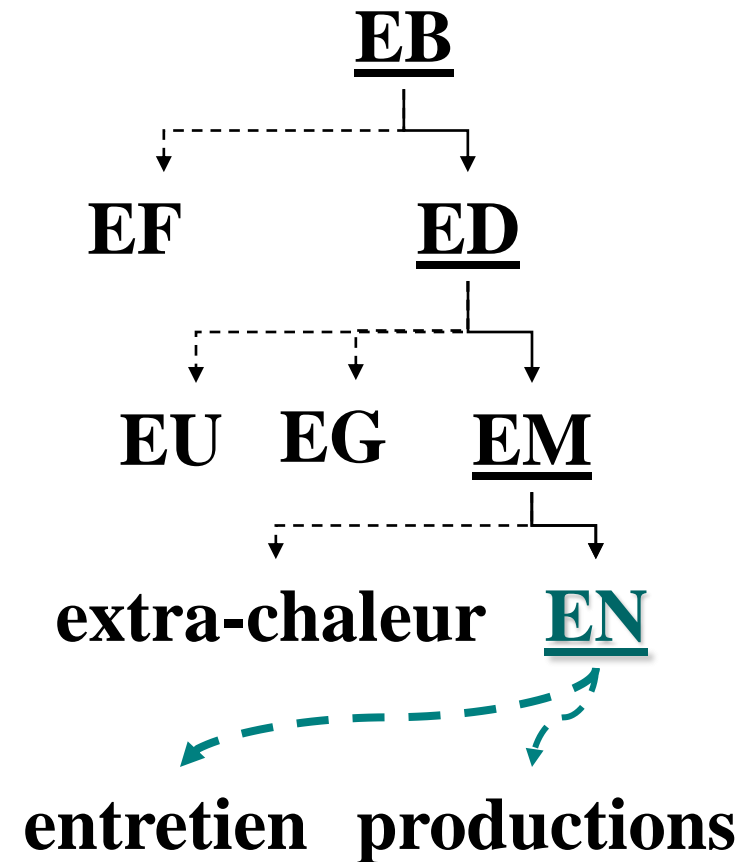
II. Utilisation de l'énergie

II.4. Energie nette

- $EM = EN + C$

$EN = EM - C$

- produits finaux
fonction d'utilisation



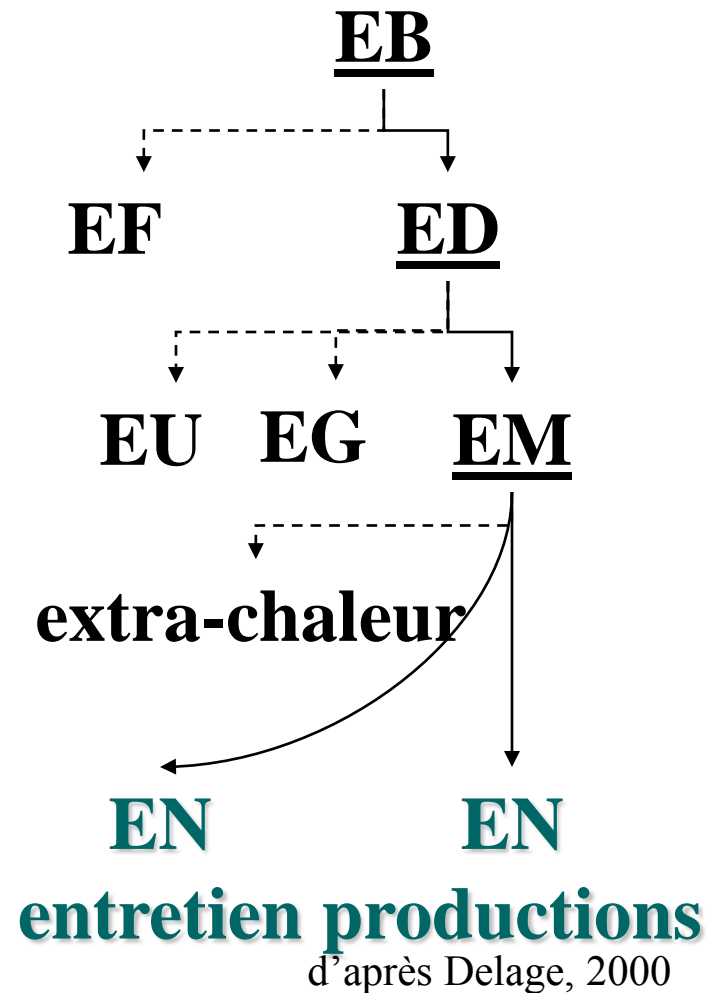
II. Utilisation de l'énergie

II.4. Energie nette

- $EM = EN + C$

$EN = EM - C$

- produits finaux
fonction d'utilisation



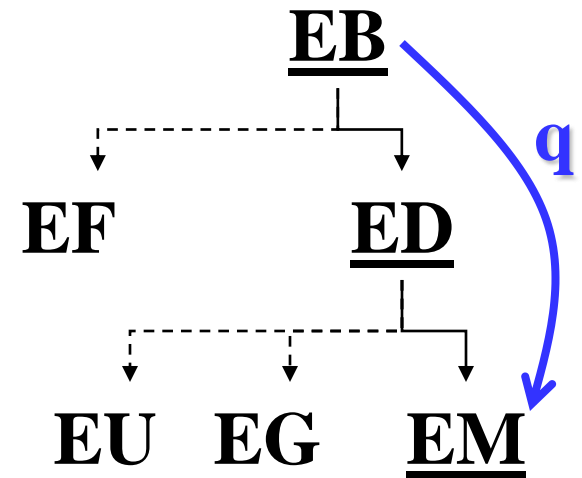
d'après Delage, 2000

II. Utilisation de l'énergie

II.5. Bilan EB \Rightarrow EN

➤ Bilan EB \Rightarrow EM

$$q = EM / EB$$



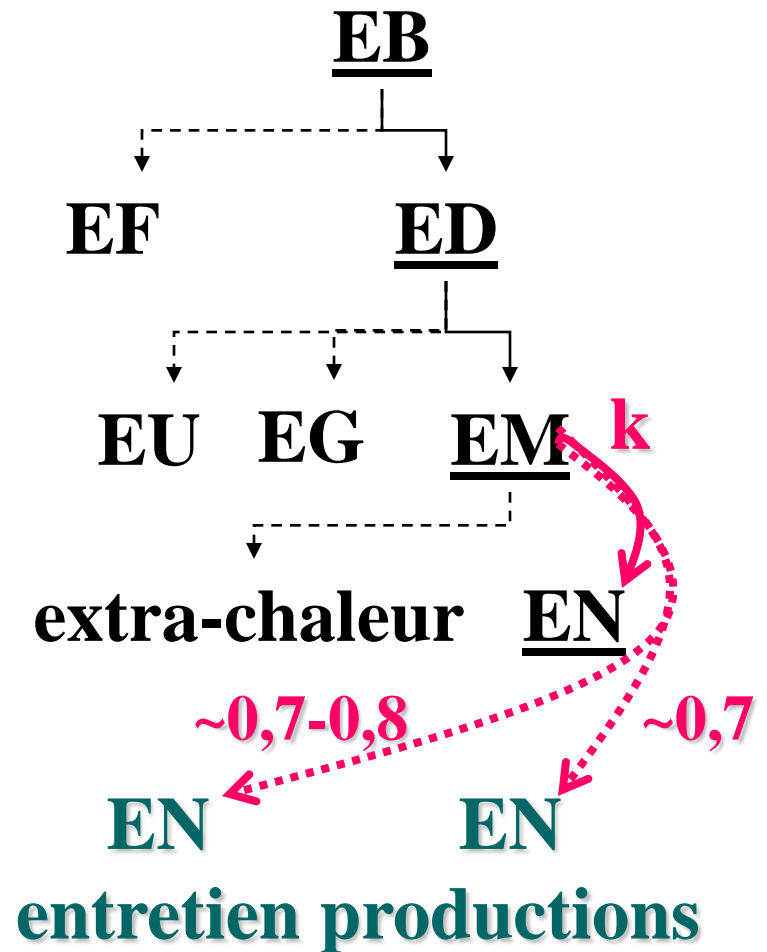
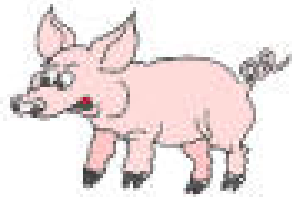
II. Utilisation de l'énergie

II.5. Bilan EB \Rightarrow EN

➤ Bilan EM \Rightarrow EN

$$k = EN / EM$$

- monogastriques :



d'après Delage, 2000

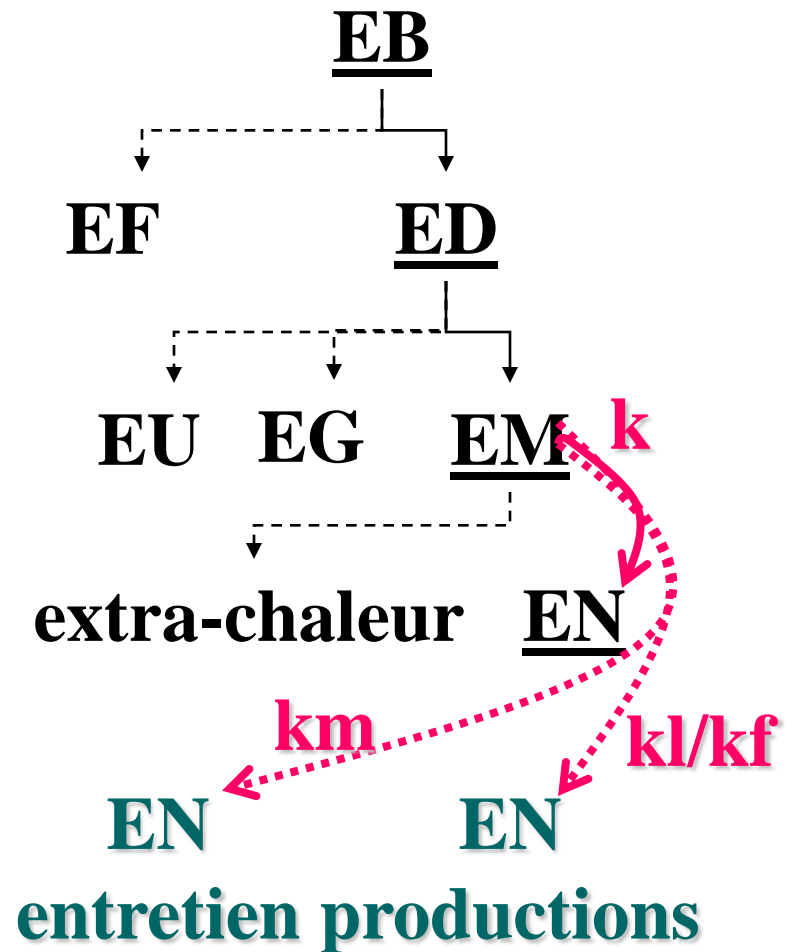
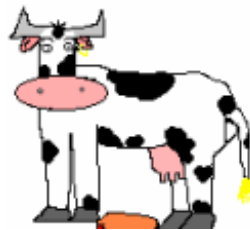
II. Utilisation de l'énergie

II.5. Bilan EB \Rightarrow EN

➤ Bilan EM \Rightarrow EN

$$k = EN / EM$$

- ruminants :



d'après Delage, 2000

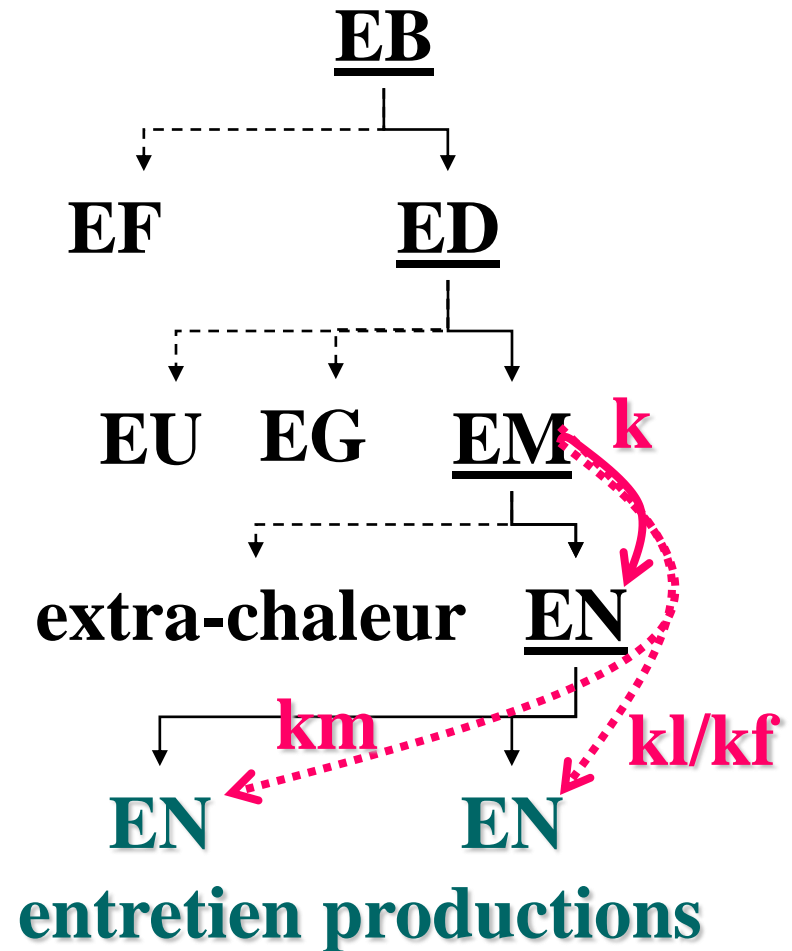
II. Utilisation de l'énergie

II.5. Bilan EB \Rightarrow EN

➤ Bilan EM \Rightarrow EN

$$k = EN / EM$$

- ruminants :



d'après Delage, 2000

III. Les systèmes énergétiques

- besoins des animaux / apports des aliments

➤ **unité :**

- fiabilité, précision**
- reproductibilité, évolution**
- simplicité, substitution**

III.1. Systèmes énergétiques pour les monogastriques

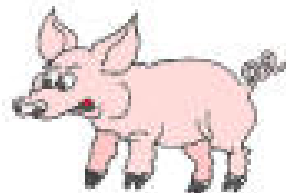
⇒ **EN**

⇒ **ED ou EM**

rations

systèmes de production

bâtiments



III.1. Systèmes énergétiques pour les monogastriques

✓ lapins : ED

✓ volailles :



➤ fientes : EM

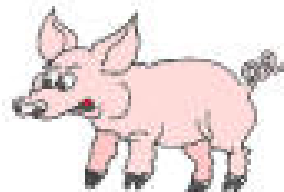
jeunes en croissance : $EM = f(T, P^{0.75}, L, Pr)$

poules pondeuses : $EM = f(T, P^{0.75}, GMQ, P \text{ œuf})$

✓ veaux de boucherie : EM

✓ chevaux : EN

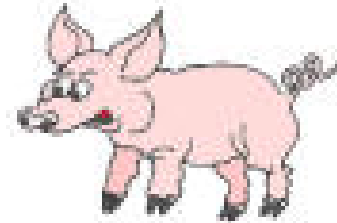
➤ 1 UFC = 2200 kcal



III.1. Systèmes énergétiques pour les monogastriques

✓ porcs :

➤ ED / EN



	ED	EM	EN	EN/EM (x 100)
Huile végétale	243	252	300	90
Maïs	103	105	112	80
Blé	101	102	106	78
Régime « standard »	100	100	100	75
Pois	101	100	98	73
Graine de soja	116	113	108	72
Son de blé	68	67	63	71
Tourteau de soja	107	102	82	60

III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

a. Historique : le «système Leroy»

- orge de référence

✓ équivalent fourrager

✓ UF : 1 UF = 1 kg orge

✓ valeur fourragère =

EN d'1 kg d'aliment / 1883 kcal

➤ estimation EN

➤ pour toutes les espèces



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

b. Appréciation de la valeur énergétique des aliments

✓ *teneur en EM*

✓ *valeur EN pour la production du lait : UFL*

$$\begin{array}{lcl} \text{➤ EM} & \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{km}} \text{ENm} \\ \xrightarrow{\text{kl}} \text{ENl} \end{array} & \begin{array}{l} \text{➤ km} = \text{ENm} / \text{EM} \\ \text{➤ kl} = \text{ENl} / \text{EM} \end{array} \end{array}$$

$$\text{➤ km} / \text{kl} = 1,2$$



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

b. Appréciation de la valeur énergétique des aliments

✓ *valeur EN pour la production du lait : UFL*

➤ Orge de référence :

$$EB = 3850 \text{ kcal / kg}$$

$$dE = 0,837$$

$$EM / ED = 0,839$$

$$kl = 0,632$$

$$\Rightarrow ENl = 1708 \text{ kcal lait/kg brut}$$

$$1 \text{ UFL} = 1700 \text{ kcal lait}$$



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

b. Appréciation de la valeur énergétique des aliments

✓ *valeur EN pour la croissance*

et l'engraissement : UFV



➤ **bovin à l'engraissement entretien = 50-60% EM**
bovin d'élevage = 65-80% EM

➤ **kmf = (ENm + ENf) / EM**
= km x kf x NP / (kf + (NP-1) km)



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

b. Appréciation de la valeur énergétique

✓ *valeur EN pour la croissance* **des aliments**

➤ Orge de référence : *et l'engraissement : UFV*

$$EB = 3850 \text{ kcal / kg}$$

$$dE = 0,837$$

$$EM / ED = 0,839$$

$$km = 0,7555 ; kf = 0,5536 ; kmf = 0,6736$$

$$\Rightarrow EN_v = 1821 \text{ kcal viande/kg brut}$$

$$1 \text{ UFV} = 1820 \text{ kcal viande}$$



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

b. Appréciation de la valeur énergétique des aliments

✓ *valeur EN pour la croissance*

et l'engraissement : UFV

➤ choix du niveau de production NP :

- NP entre 1 & 1,4 : croissance modérée
(GMQ < 1000g/j) \Rightarrow UFL

- NP > 1,4 (1,5) : croissance intensive
(GMQ > 1000g/j) \Rightarrow UFV

\Rightarrow NP = 1,5



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

c. Besoins énergétiques recommandés

✓ *Calcul des recommandations d'apport d'EN*

- méthode factorielle
- essais d'alimentation



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

c. Besoins énergétiques recommandés

✓ *Exemple des besoins énergétiques de la VL :*

➤ besoins d'entretien

entretien = 5 UFL

$$1,4 + 0,6 \times P / 100$$

➤ besoins de lactation :

1 kg lait = 0,44 UFL

$$\text{besoins UFL/kg} = 0,44 \times (0,4 + 0,15 \text{ TB } (\%))$$

➤ besoins de gestation :

7^{ème} mois : 0,9 UFL/j

8^{ème} mois : 1,6 UFL/j

9^{ème} mois : 2,6 UFL/j



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

c. Besoins énergétiques recommandés

✓ *Exemple des besoins énergétiques de la VL :*

➤ mobilisation et reconstitution des réserves corporelles :

7500 kcal/kg de gain de masse corporelle

7500 kcal/kg de perte de masse corporelle

➤ besoins de croissance des primipares:

si vêlage 2 ans : 200 g/j

si vêlage 3 ans : 100 g/j



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

c. Besoins énergétiques recommandés

✓ *Exemple des besoins énergétiques de la VL :*

➤ besoins énergétiques totaux :

VL, 700 kg, 7^{ème} mois de gestation,
15 kg lait (4%MG)



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

c. Besoins énergétiques recommandés

✓ *Système lait :*

- femelles laitières et allaitantes, en lactation, gestation, tarissement
- génisses, agnelles, chevrettes
- chevreaux, veaux femelles d'élevage, bovins viande
- mâles reproducteurs



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

c. Besoins énergétiques recommandés

✓ *Système viande :*

- bœufs, taurillons, génisses à viande
- veaux mâles d'élevage
- agneaux de boucherie



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

d. Interactions entre les aliments concentrés et les fourrages

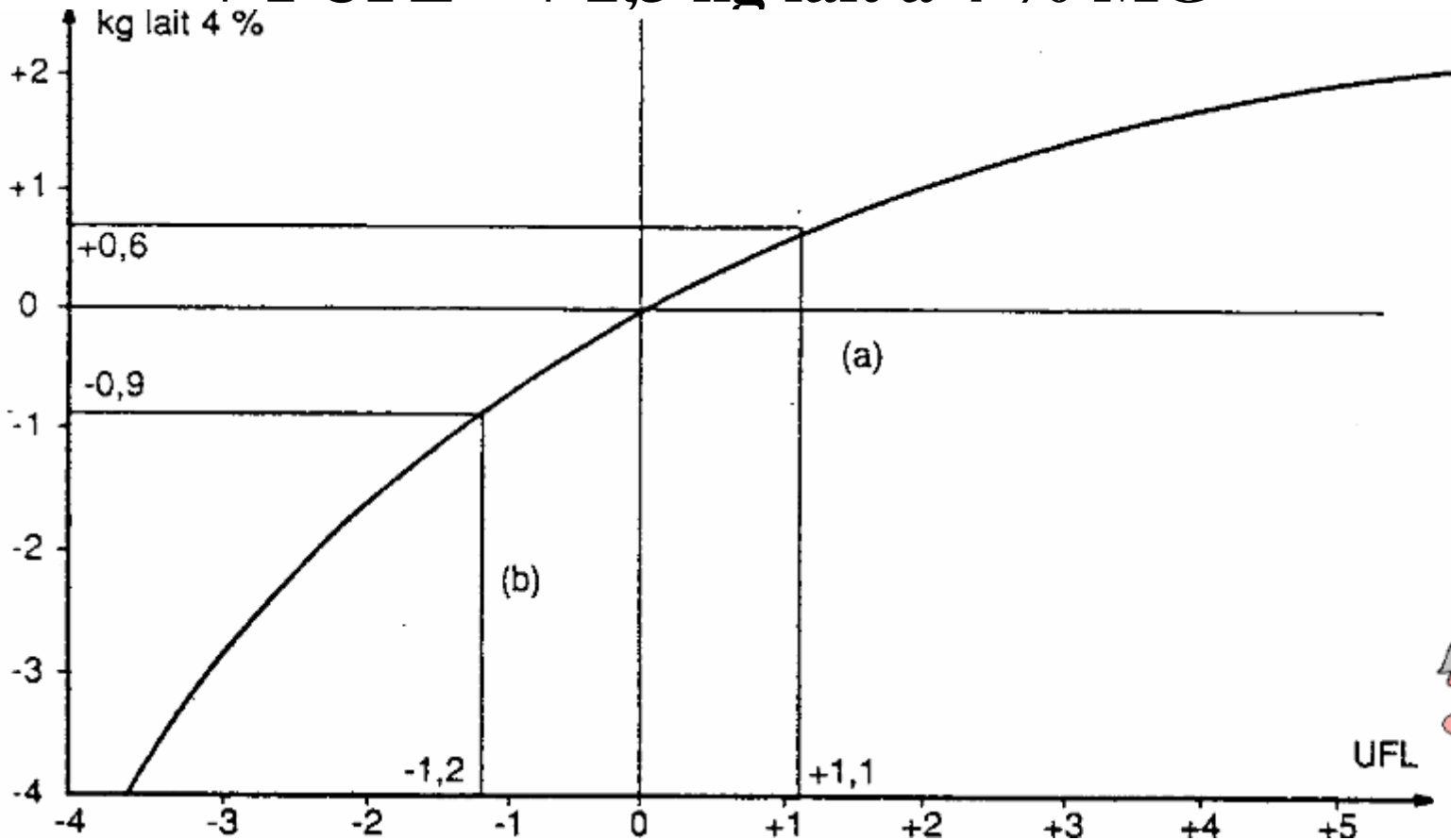
- UF ration (F + C) < somme UF aliments
- ✓ *Correction de la valeur énergétique des rations*
 - NA moyen = 1,7
 - bovins à l'engraissement : 2,5
 - VL à plus de 35 kg lait / j : > 3,5
 - corrections



III.2. Système UFL-UFV pour les ruminants

e. Notion de rendement marginal de l'énergie

+ 1 UFL = + 2,3 kg lait à 4 % MG



Conclusion

✓ Résultats fluctuants

- **EB : culture, récolte**
- **ED : surestimation**
- **EM : nutriments**
- **EN : plusieurs**
- **interactions**

- **EN : progrès / universelle**

Conclusion

✓ Recommandations

- besoins nets de l'animal
- marge de sécurité :
 - valeur des besoins
 - matières 1^{ères}
 - ration
 - milieu