

TD. 1. Principe général de calcul de la valeur nutritive des aliments dans le système INRA

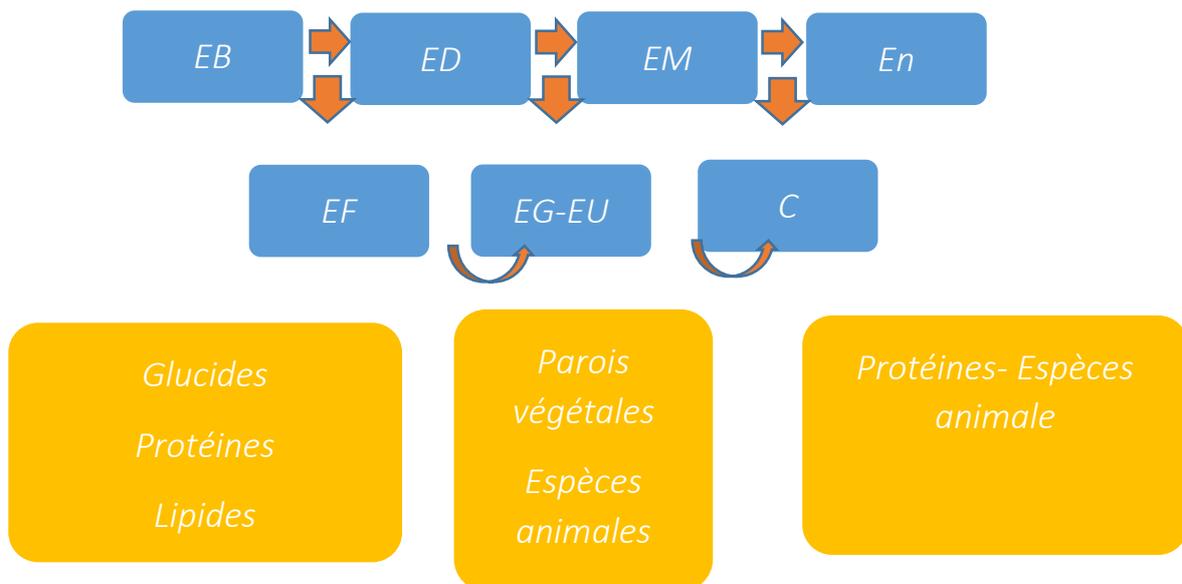
Unité fourragère (UF)

1. Calcul de la valeur énergétique des aliments

1.1. Principe général

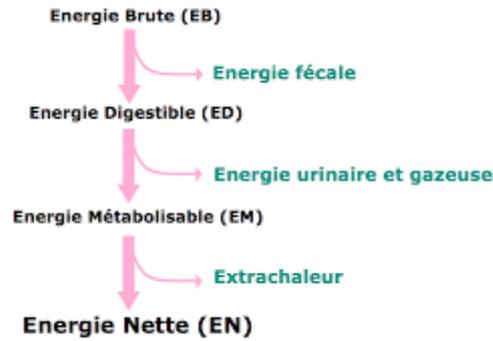
L'aliment fournit une énergie appelée l'énergie brute (EB), cette énergie va subir des pertes tout le long du tube digestif et également dans le métabolisme. Ces pertes d'énergie seront au niveau digestif sous forme d'énergie fécale (EF) et d'énergie gaz (EG), et au niveau métabolique comme perte urinaire (EU) et extra chaleur C. De là, on peut quantifier l'énergie nette (EN) qui sera disponible pour les cellules des tissus de l'organisme.

Chacune de ces étapes de transformations de l'énergie dépend, d'une part, des caractéristiques de l'aliment et d'autre part du type de l'animal utilisateur¹.



Les différentes étapes de l'utilisation de l'énergie chez les animaux selon Trans et Sauvant. 2002 cités par Chapoutot et al (guide pour la prévision de la valeur nutritive des co-produits pour les ruminants

¹ Chapoutot et al (guide pour la prévision de la valeur nutritive des co-produits pour les ruminants.



Utilisation de l'énergie (par Jean Noblet)²

1.2. Prédiction de la valeur énergétique

La teneur en EB des aliments est calculée et chacune des étapes de l'utilisation de cette énergie par l'animal peut faire l'objet de modèle de prédiction

1.2.1. L'énergie brute EB

L'EB est le contenu énergétique de l'aliment ingéré par l'animal. La teneur en énergie brute EB dépend directement de la partition de la matière organique MO entre ses différents composants glucides, protéines et lipides.

Elle peut être mesurée en laboratoire par bombe calorimétrique ou estimée à partir de la composition chimique des aliments selon les teneurs en MAT, MG, CB.

$$EB=5.72MAT+9.5MG+4.79CB+4.17ENA+\Delta$$

1.2.2. Energie digestible (ED)

L'énergie brute n'est pas en totalité utilisée, elle va subir un certain nombre de pertes dont la première sera perdue comme énergie fécale (EF).

$$ED=EB-EF$$

² <https://lallemandanimalnutrition.com/fr/europe/actualites/energie-chez-les-porcs/>

1.2.3. L'énergie métabolisable (EM)

L'énergie métabolisable est la quantité d'énergie qui va être utilisée par les tissus de l'organisme.

$$EM=ED-EU-EG$$

On peut l'estimer à partir des constituants digestibles de la matière organique à savoir les MAD, la CBD, la MGD, ENAD.

Elle peut être calculée selon l'équation suivante :

$$EM= (MAD+CBD+ENAD+2.25MGD)*3.65$$

1.2.4. L'énergie nette (EN)

L'énergie nette est l'énergie de l'aliment qui va être utilisé en totalité par l'organisme.

$$EN=EM-C$$

Dans le système de l'unité fourragère l'équation est écrite comme suit :

$$EN=EM-MS$$

- L'énergie nette est estimée en kilo calories.
- L'énergie nette d'1kg d'orge est égale à 1883 kcal.
- L'unité fourragère (UF)=1883kcal, Ainsi :

$$EN \text{ d'un aliment donné (UF)}=EN \text{ (kcal)}/EN \text{ d'un kg d'orge}$$

Exercice

Calculez la valeur fourragère de ces aliments par kg d'aliment et par kg de MS, la composition des aliments est décrite dans le tableau ci-dessous.

Aliments		MS	MO	MM	MAT	MG	CB	ENA
Orge	Brute	/	846	26	89	25	59	676
	Digestible		726		62	23	19	622
Betterave fourragère	Brute		109		12	1	9	87
	Digestible		94	11	8	1	3	83

TD. 2. Principe général de calcul de la valeur nutritive des aliments dans le système INRA

Unité fourragère lait (UFL) et unité fourragère viande (UFV)

1. Energie brute (EB)

Selon Sauvant, Perez et Tran 2004 est calculée selon l'équation suivante

$$EB = 4134 + 14.73MAT + 52.39MG + 9.25CB - 44.60MM + \Delta$$

Avec EB en kcal/kg MS, MAT, CB, MG et MM en % MS, Δ est en fonction du type d'aliment.

2. Transformation de l'énergie digestible en énergie métabolisable

La transformation de l'énergie digestible en énergie métabolisable prend en compte l'importance des pertes d'énergie d'origine gazeuse et urinaire. Ces deux postes de pertes dépendent respectivement de la teneur en constituants pariétaux et en constituants azotés des aliments.

Ainsi le rendement EM/ED de cette étape peut être estimé par le modèle suivant :

$$EM/ED = 86.38 - 0.099CB_0 - 0.196MAT_0$$

EM/ED exprimé en %, CB_0 et MAT_0 exprimée en % de MO

3. Transformation de l'EM en EN

Le rendement de la transformation de l'énergie métabolisable en énergie nette dépend principalement de la fonction physiologique assurée par l'animal ruminant (k_l pour le lait ou k_{mf} pour la viande et du niveau de concentration énergétique de l'aliment ($q = EM/EB$ avec

$0 \leq q \leq 1$) (Vermorel, 1978).

Pour l'entretien et la lactation $k_l = 0.60 + 0.24(q - 0.57)$

Pour l'entretien et la production de viande $k_{mf} = (k_m * k_r * 1.5) / (k_r + 0.5k_m)$

Avec $k_m = 0.287q + 0.554$ et $k_r = 0.78q + 0.006$

4. Calcul de la valeur UFL et UFV

La teneur en énergie nette pour la lactation est exprimée en UFL, ou pour la production de viande, exprimée en UFV, peut être calculée à partir de ces différents déterminants estimés précédemment (vermorel. 1978)³.

$$\text{UFL} = (\text{EB} \cdot \text{ED} / \text{EB} \cdot \text{EM} / \text{ED} \cdot k_l / 1700).$$

L'EM est utilisée par les femelles en lactation à la fois pour l'entretien avec un rendement d'entretien k_m et pour la lactation avec un rendement de lactation k_l . Cependant, Van es 1975) a montré qu'il y a un rapport constant entre k_m et k_l ($k_m/k_l=1.2$) quelque soit la métabolisation des constituants de la ration. Par conséquent, l'EN den l'aliment pour la production laitière peut être exprimée comme une énergie de lactation (ENL).

$$\text{ENL} = \text{EM} \cdot k_l$$

$$\text{ENL d'un aliment en UFL} = \text{EM} \cdot k_l / 1700$$

et

$$\text{ENEV} = \text{EM} \cdot k_{mf}$$

$$\text{ENEV d'un aliment en UFV} = (\text{EB} \cdot \text{ED} / \text{EB} \cdot \text{EM} / \text{ED} \cdot k_{mf} / 1820$$

Exercice

1. Quelle est l'énergie nette lait et l'énergie nette d'entretien et de viande de cet aliment et par kg d'aliment par kg de MS.
2. Quel est cet aliment.

/kg d'aliment	MS	EB (kcal)	ED (kcal)	EM (kcal)
	87%	3850	3222	2702

³ Guide pour la prévision de la valeur nutritive des co produits pour les ruminants Chapoutot et al

