

## TD 02.

### Principe général de calcul de la valeur nutritive des aliments dans le système INRA

#### Unité fourragère (UFL, UFV)

##### Calcul de la valeur énergétique des aliments

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.

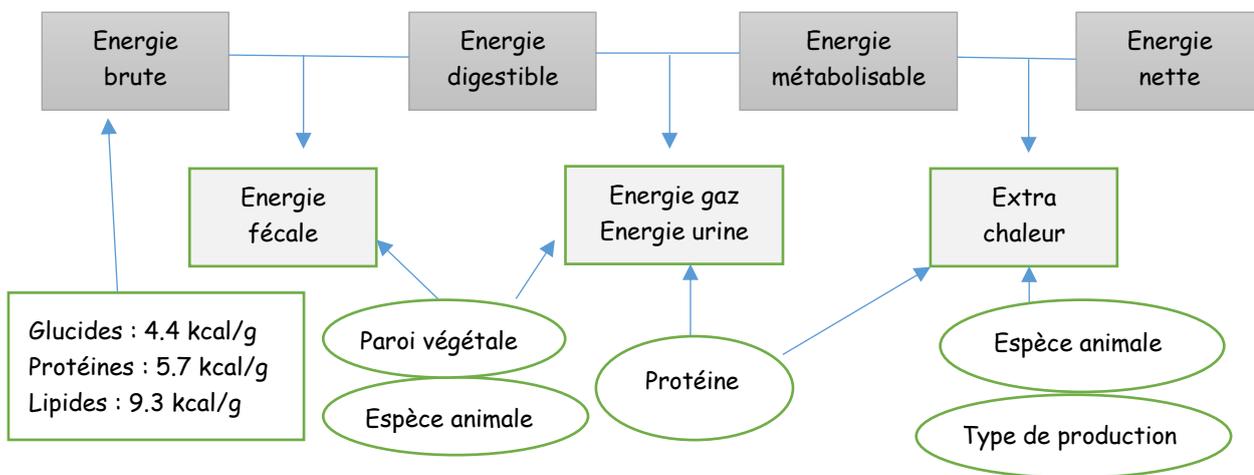


Figure 1. Schéma des différentes étapes de l'utilisation de l'énergie des aliments.

L'unité d'énergie idéale des aliments est l'énergie nette (EN). Pour calculer l'EN, il est nécessaire de partir de la valeur EB et de prédire successivement les valeurs de digestibilité de l'énergie ainsi que les rejets d'énergie sous forme de gaz, d'urine et d'extra-chaleur.

#### 1. Énergie brute

La valeur énergétique brute se mesure par calorimétrie. Elle peut aussi être prédite à partir de la composition chimique, en utilisant des coefficients propres à chaque constituant. L'équation suivante, résultant de l'analyse statistique d'un fichier comprenant plus de 2000 résultats de mesures d'énergie brute, a été utilisée :

$$EB = 4134 + 14,73 \text{ MAT} + 52,39 \text{ MG} + 9,25 \text{ CB} - 44,60 \text{ MM} + \Delta$$

EB est l'énergie brute en kcal/kg de matière sèche ; MAT, MG, CB et MM sont respectivement les matières azotées totales, les matières grasses, la cellulose brute et les matières minérales, exprimées en % de matière sèche.

$\Delta$  : coefficient correcteur (positif ou négatif) à ajouter en fonction du type de matière première.

Le tableau suivant présente les valeurs de  $\Delta$  spécifiques de certains groupes de matières premières de la table.

Groupe de matières premières	$\Delta$
Corn gluten meal	308
Concentré protéique de luzerne	248
Drèches de distillerie de blé, gluten feed de blé, son de maïs, son de riz	138
Graine de colza, graine de lin, graine de coton, tourteau de coton	116
Avoine, issues de blé, corn gluten feed, drèches d'amidonnerie de maïs, farine basse de blé, sorgho	75
Herbe déshydraté, paille	46
Orge	36
Radicelles d'orge	-43
Tourteau de lin, tourteau de palmiste, graine de soja, tourteau de soja, tourteau de tournesol, graine de tournesol	-46
Manioc	-55
Féverole, lupin, pois	-87
Pulpe de betterave, mélasse, vinasse, pulpe de pomme de terre	-103
Lactosérum	-177
Coques de soja	-231
Autres produits premières sauf amidon et drèches de brasserie	0

Pour l'amidon de maïs et les drèches de brasserie, nous avons utilisé une équation générique proposée par Noblet (commun. pers., 2002) :

$$EB = 54,93 \text{ MAT} + 93,01 \text{ MG} + 41,57 \text{ Amidon} + 39,54 \text{ Sucres} + 45,01 \text{ NDF} + 42,36 \text{ Résidu}$$

Le résidu est la différence entre la teneur en matière organique et la somme des autres constituants considérés dans l'équation.

**Exercice :** Complétez le tableau

Aliments	Energie brute	MS	MO	MM	MAT	MG	CB	$\Delta$
Orge		86,7	84,5	2,2	11,6	0,13	5,2	
Sorgho			85,1	1,4	10,9	3,4	2,7	
Graine de colza		92,2		4	20,7	45,5	8,9	
Blé dur		87,6	85,7	1,9	16,5	2,1	3,1	
Graine de tournesol		93	89,6		17,2	47,9	16,7	
Son de maïs			81,8	6	12,4	4,1	14,6	

## 2. Energie digestible

$$ED = \text{Energie brute (EB)} \cdot dE/100$$

dE : digestibilité de l'énergie

## 3. 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.

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 et MAT exprimée en % de MO

## 4. 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  $k_m$  pour l'entretien et  $k_f$  pour la viande) et du niveau de concentration énergétique de l'aliment ( $q = EM/ED$  avec  $0 \leq q \leq 1$ ) (Vermorel, 1978).

Pour la lactation  $k_l = 0.60 + 0.24(q - 0.57)$

Pour l'entretien  $k_m = 0.287q + 0.554$

Pour l'engraissement  $k_f = 0.78q + 0.006$

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

## 5. 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 :

$$\text{Valeur UFL} = EM \cdot k_l / 1700$$

$$\text{Valeur UFV} = EM \cdot k_{mf} / 1820$$

### Exercice 02 :

Calculez l'énergie nette lait, l'énergie nette d'entretien et de viande de ces aliments.

Aliments	Energie brute kcal/kg	MO(%)	dE (%)	MAT(%)	CB(%)
Orge	4297	97,4	81	11.6	5.2
Paille de blé	4340	92	38	3,5	42
Betteraves fourragères	4110	91,5	88	10.4	7
Luzerne déshydraté	4302	89,2	56	15.1	32
Tourteau de soja 50	4697	92,8	93	53,9	4.4