

Ainsi, l'énergie du tourteau de soja est équivalente à celle du blé lorsqu'on l'exprime en ED, alors qu'elle n'en représente que 67 % si on l'exprime en EN.

En pratique : Le concept **EN** exprime mieux la valorisation d'une matière première ou d'un aliment par les animaux.

Alors que l'ED est facilement mesurable, la mesure de l'EN sur les animaux est difficile et coûteuse.

L'EN de la matière première ou de l'aliment est donc le plus souvent calculée à partir d'équations l'exprimant selon la valeur ED et la teneur en quelques éléments chimiques.

La valorisation de l'énergie diffère selon le type d'animal et la fonction sollicitée. Ainsi, la truie valorise mieux les fibres que le porc en croissance. Cela est notamment lié à une vitesse de transit plus lente : 78 heures en moyenne, contre 32 heures seulement chez le porc de 60 kg. C'est pourquoi on utilise, pour chaque matière première, des valeurs énergétiques différentes pour ces 2 types d'animaux, respectivement appelées ENtruie et ENporc.

Des tables publiées par l'INRA et l'AFZ proposent des valeurs moyennes, mais les caractéristiques chimiques des matières premières varient, notamment selon les conditions pédo-climatiques, la variété cultivée, ou le traitement technologique éventuellement appliqué.

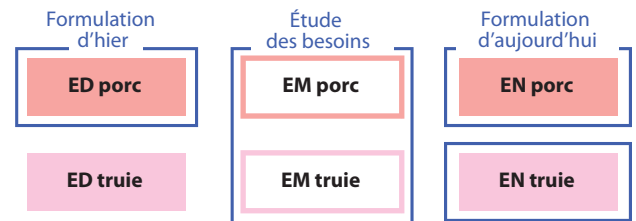
La valeur énergétique des aliments

Lorsque la formule d'un aliment est connue, il est aisé d'établir sa valeur EN (ou ED) à partir des valeurs EN (ou ED) des matières premières incorporées, celles-ci étant additives.

La teneur en ED proposée dans les Tables est le plus souvent une moyenne de valeurs mesurées. La teneur en EN (en MJ/kg MS) d'un aliment ou d'une matière première peut être estimée, à partir de cette teneur en ED et de la composition chimique, au moyen de différentes équations. Parmi elles, citons par exemple l'équation n°4 (Noblet et al. 1994) :

$$EN = 0,703 ED + 0,0066 MG + 0,0020 AMI - 0,0041 MAT - 0,0041 CB \quad (ETR = 0,18)$$

Cette équation de prédiction de la teneur en EN est applicable indifféremment aux matières premières et aux aliments ; par contre, des valeurs en ED de référence différentes sont retenues selon le type d'animal (porc ou truie). En définitive, chaque aliment peut se voir attribuer **6 valeurs énergétiques : 3 pour le porc en croissance, 3 pour la truie**. Les valeurs d'EM (énergie métabolisable) ne sont pas utilisées en pratique. Hier, seule la valeur EDporc était connue ; aujourd'hui, les valeurs ENporc et ENtruie sont utilisées selon le type d'animal concerné.

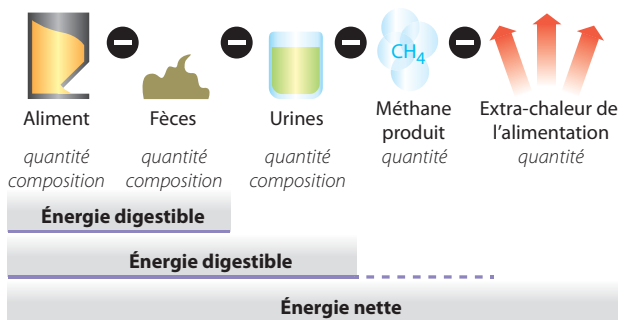


Protéines et acides aminés

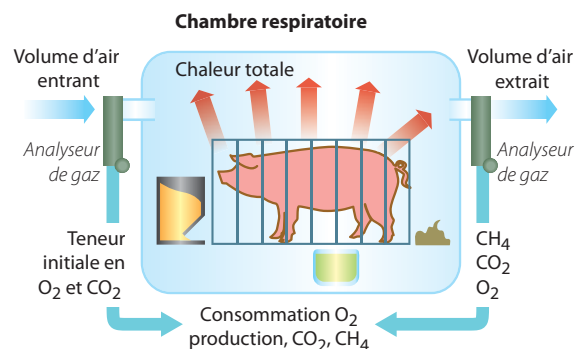
Les connaissances sur l'utilisation digestive des acides aminés ont été acquises chez le porc en croissance et sont extrapolées pour la truie. **La lysine est l'acide aminé essentiel limitant primaire chez le porc.** Il est le plus étudié et sert de base pour le calcul des apports des autres acides aminés, établis par des ratios relativement à la lysine.

Digestibilité et disponibilité des acides aminés

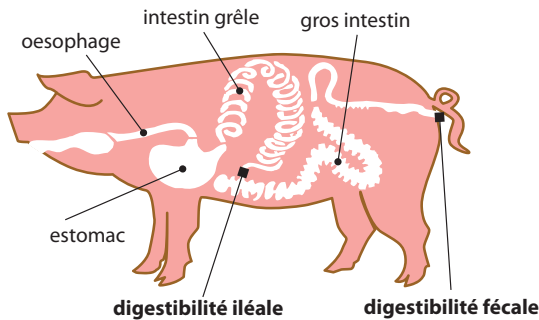
La caractérisation des matières premières est basée sur le dosage des concentrations en acides aminés bruts (totaux) mais ceux-ci sont plus ou moins digestibles. La digestibilité d'un acide aminé est la proportion de ce qui est absorbé par rapport à la quantité totale ingérée. Il faut distinguer la **digestibilité fécale** (mesurée à la sortie du tube digestif) et la **digestibilité iléale** (mesurée en collectant le contenu intestinal à l'extrémité de l'intestin grêle). Ce dernier concept est motivé par le fait que la protéine présente dans les fèces est essentiellement d'origine bactérienne (flore du gros intestin), son profil en acides aminés pouvant, en conséquence, être très différent de la fraction du bol alimentaire non digérée.



Méthodes de mesure des teneurs en énergie



Mesure de la production de chaleur par calorimétrie pour détermination de la teneur en énergie nette

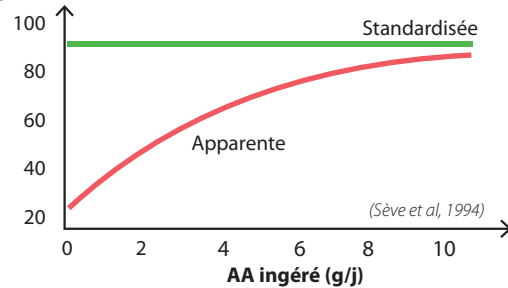


Tube digestif du Porc

On distingue ensuite la digestibilité mesurée à l'extrémité de l'intestin grêle, dite **digestibilité iléale apparente**, de la **digestibilité iléale vraie**, également appelée **standardisée (DIS)**, obtenue en distinguant les pertes d'origine endogène (desquamation des muqueuses, sécrétions, ...) de la fraction non digeste provenant réellement de l'aliment.

La DIS permet la **meilleure estimation des besoins** et, en conséquence, le meilleur critère d'évaluation des matières premières. Elle n'est pas affectée par le taux d'incorporation de l'acide aminé dans le régime (contrairement à la digestibilité apparente).

Digestibilité des acides aminés (%)



Evolution de la digestibilité des acides aminés avec la quantité ingérée par jour

Estimation des besoins par l'approche factorielle

Le besoin de l'animal est défini par les apports nutritionnels permettant l'expression du potentiel de performances zootechniques ou du niveau de production recherché. L'approche factorielle consiste à segmenter le besoin alimentaire total en besoins pour l'entretien et pour les productions et à ajuster les besoins selon les modalités prises par différents facteurs de variation.

Le besoin pour l'entretien correspond à la quantité de nutriments indispensable à la survie de l'animal (respiration, circulation sanguine...) lorsque celui-ci est au repos dans sa zone de confort thermique à poids stable. Le besoin d'entretien n'augmente pas de façon proportionnelle au poids vif, mais de façon proportionnelle au poids métabolique ($PV^{0,60}$ pour l'animal en croissance ou $PV^{0,75}$ pour l'animal adulte).

Le besoin pour les productions correspond à la quantité de nutriments nécessaire à l'expression du potentiel du porc (dépôt de muscle, de gras) ou de la truie (production de lait) ou à la réalisation d'un objectif de performances par le porc (GMQ, IC) ou par la truie (quantité de gras déposé, croissance de la portée). Le besoin peut être estimé à l'aide de modèles de prédiction. Les composantes du besoin peuvent être individualisées et de grandes différences apparaissent entre le porc en croissance et la truie allaitante d'une part, et la truie en gestation d'autre part. L'estimation des besoins à chaque stade physiologique est développée dans les chapitres correspondants, à l'exception du porcelet sevré pour lequel on s'appuie à l'heure actuelle sur les connaissances acquises chez le porc en croissance.

Le besoin en énergie est généralement caractérisé dans les travaux de recherche par l'énergie métabolisable. Ce dernier n'est pas utilisé en pratique. Pour un aliment standard, les valeurs EM obtenues peuvent être converties en EN pour raisonner l'apport d'énergie par la ration, à l'aide des rapports suivants : $EM/ED = 0,96$; $EN/EM = 0,74$; $EN/ED = 0,71$. Ces rapports ne sont cependant qu'indicatifs et varient selon le profil en matières premières de l'aliment.

Le besoin en acides aminés est estimé sur la base des acides aminés digestibles (DIS).

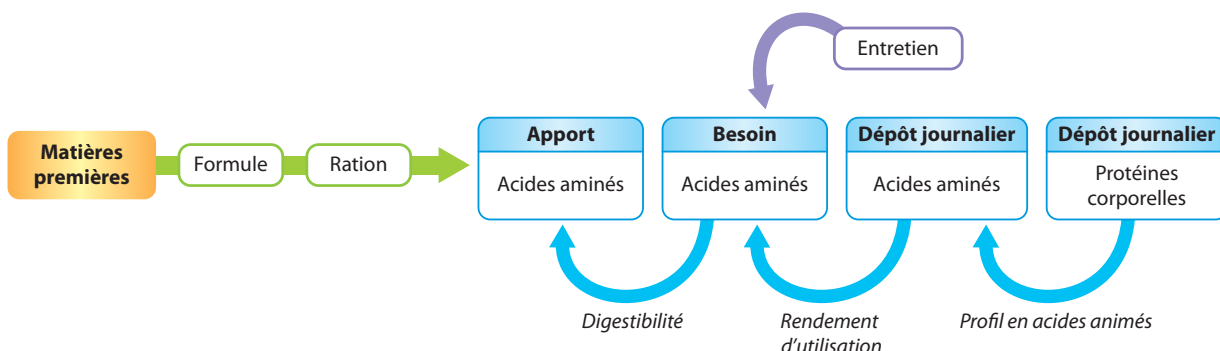


Schéma récapitulatif du raisonnement des apports en acides aminés selon les besoins de l'animal et les caractéristiques des matières premières