

L'efficacité de la transformation des ressources alimentaires par les animaux d'élevage

Fiche QUESTIONS SUR... n° 03.06.Q02

octobre 2022

Mots clés : efficacité alimentaire - alimentation animale - monogastrique - ruminant

Au cours des dernières décennies, les recherches en productions animales ont été principalement axées sur l'amélioration des performances zootechniques. En effet, les animaux les plus productifs présentent en général une meilleure efficacité de transformation de leur alimentation en produits.

Ainsi, des études récentes de la FAO montrent que l'une des principales voies pour réduire les rejets des élevages dans le milieu (azote, CH₄) et pour assurer une meilleure sécurité alimentaire mondiale consisterait à accroître cette efficacité. Cette fiche a pour but de définir et d'illustrer cette notion d'efficacité appliquée aux espèces animales d'élevage.

Définition et indicateurs de l'efficacité alimentaire

L'efficacité est le rapport entre les flux de sortie et d'entrée d'un système transformateur (organe, organisme entier, ou système de production) ; il est en général supposé que le flux d'entrée soit subdivisé entre au moins deux flux de sortie :

- un ou plusieurs flux de sortie "positifs" de produits nobles, comestibles,
- et un ou plusieurs autres flux de sortie "négatifs" de rejets dans le milieu.

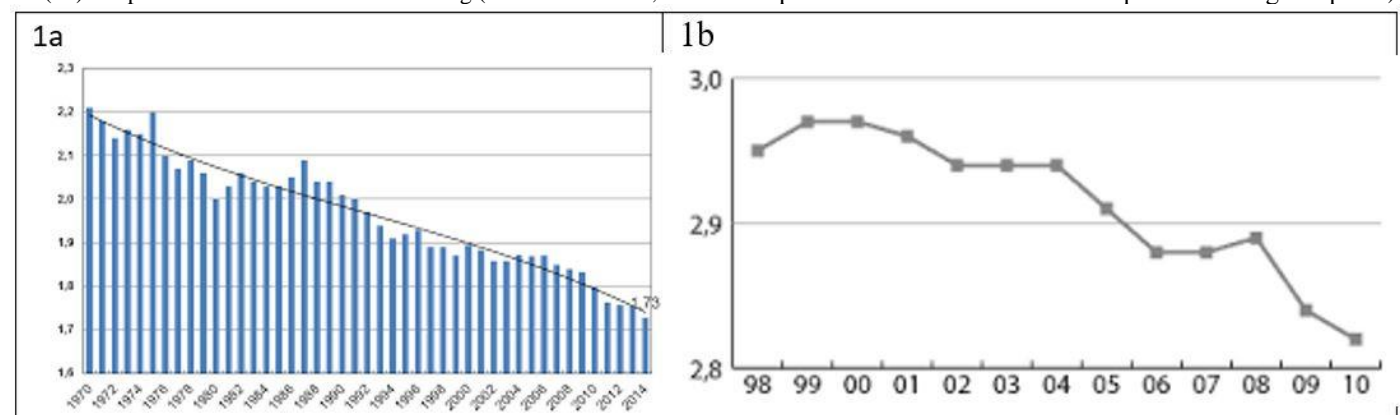
Avec cette définition, on cherche à maximiser le ratio d'efficacité entre le flux de produits nobles et les flux d'entrée. Le terme efficacité est préféré à celui d'efficacité, car ce dernier présente un sens plus qualitatif : "atteindre un objectif".

Lorsqu'il y a plus de deux flux de sortie, il convient de pouvoir bien les caractériser pour connaître leurs avantages et inconvénients respectifs, par exemple :

- la différenciation entre les synthèses de protéines et de matières grasses, qui n'ont pas la même signification nutritionnelle pour l'Homme ;
- ou bien la différenciation entre les flux de rejets azotés fécaux et urinaires, qui n'ont pas la même signification vis-à-vis de la dynamique de l'azote dans les sols.

Un critère d'efficacité alimentaire, fréquemment utilisé, est l'*indice de consommation* (IC) qui est le rapport des quantités d'aliments ingérées sur le gain de poids ; une transformation plus efficace correspond donc à un IC plus faible. La *Figure 1* montre ainsi l'évolution moyenne des IC des poulets et des porcs en croissance au cours des dernières décennies ; cette évolution favorable a été permise grâce aux progrès de la génétique, de l'alimentation et des autres conditions d'élevage.

Figure 1 : Amélioration des indices de consommation (1a) des poulets (source ITAVI, expert des filières avicole, cunicole et piscicole) et (1b) des porcs en croissance entre 30-115 kg (source IFIP-GTE, Institut du porc-Gestion technico-économique de l'élevage de porcs)



Cette évolution ne concerne pas que l'indice de consommation. Ainsi¹, chez les porcs, depuis 1970 (donc depuis un demi-siècle), l'amélioration importante de l'indice de consommation (- 0,5 points d'IC) a été associée à une amélioration marquée des performances (plus de 200 g/j de *gain moyen quotidien du poids, le GMC*), et de la qualité des carcasses (plus de 12 points de *teneur en viande maigre de la carcasse*).

Les composantes de l'efficacité alimentaire des animaux

L'efficacité alimentaire globale des animaux est le produit des efficacités des deux principales étapes de la transformation et de la valorisation des aliments par les animaux : digestive et métabolique.

L'efficacité digestive des animaux

L'efficacité digestive des animaux, pour un régime comparable, varie en fonction de l'espèce considérée. La Figure 2 montre que la teneur en paroi végétale du régime ingéré est la première cause de variation de l'efficacité digestive énergétique, sachant qu'au-delà d'une teneur en paroi végétale de la ration de 35-40 % de la matière sèche, seuls les herbivores (équidés et ruminants) sont capables d'atteindre un niveau satisfaisant de d'efficacité digestive.

Une conséquence logique de la Figure 2 est que les hiérarchies des efficacités énergétiques des ressources alimentaires sont très corrélées entre les différents types d'animaux. Une ressource plus digestible l'est donc pour les différentes espèces.

Si on tient compte non seulement des pertes énergétiques fécales, mais également des pertes d'énergie sous forme de méthane et d'urine, les efficacités énergétiques sont alors mesurées par la teneur en *énergie métabolisable (EM)*. Dans ce cas, les hiérarchies d'efficacité entre les espèces animales sont modifiées. Ainsi, pour les mêmes aliments concentrés et coproduits ayant moins de 30 % de parois végétales, la hiérarchie des efficacités énergétiques moyennes en EM est la suivante :

- les volailles ont la meilleure efficacité énergétique moyenne ;
- les porcs et les lapins ont sensiblement la même efficacité, qui est inférieure à celle des volailles ;
- les ruminants ont la moins bonne efficacité énergétique moyenne en raison de leurs pertes énergétiques importantes sous forme de méthane.

Si l'on se place au niveau de l'efficacité énergétique ultime des ressources, en considérant leur teneur en *énergie nette (EN)*, qui tient compte en plus de l'EM des pertes énergétiques par extra-chauffeur² (EC), la différence d'efficacité s'accroît encore entre les porcs et les ruminants. En outre, dans ce contexte, les poissons deviennent (à ressources comparables) plus efficaces que les poulets en raison de leurs faibles pertes énergétiques par EC (liées à l'absence de thermogénèse).

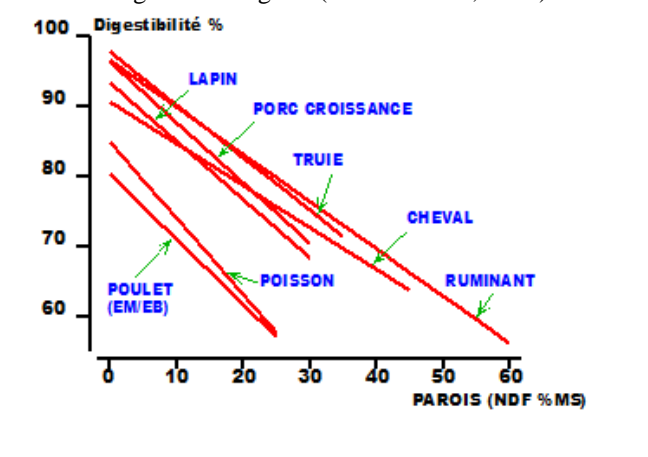
Les hiérarchies de l'efficacité digestive, pour les protéines, des ressources alimentaires sont aussi très corrélées entre les différentes espèces animales. En revanche, des différences de niveau existent entre monogastriques et ruminants : ces derniers sont plus efficaces pour transformer les coproduits riches en fibres, en revanche ils le sont beaucoup moins pour les matières premières riches en protéines.

L'efficacité métabolique des animaux

L'efficacité métabolique est principalement et positivement liée au niveau de performance, car le besoin métabolique d'entretien, qui constitue un "coût fixe", est dilué lorsque le niveau de performance augmente (phénomène d'économie d'échelle).

D'autres facteurs expliquent des variations de l'efficacité métabolique, par exemple l'équilibre entre les dépôts de muscles et de tissus adipeux chez les animaux en croissance. Ainsi, chez les monogastriques, il

Figure 2 : Variations entre les principales espèces animales de l'efficacité digestive en fonction de la teneur en paroi végétale du régime (Sauvant et al., 2014)



¹ Bidanel et coll., 2018

² EC : perte d'énergie due aux phénomènes digestifs et métaboliques liés à l'utilisation d'un régime alimentaire par l'organisme d'un animal

faut de l'ordre de 0,6-0,7 kg d'aliments pour élaborer 1 kg de muscle, contre 2,6-2,8 kg d'aliment pour élaborer 1 kg de tissus adipeux.

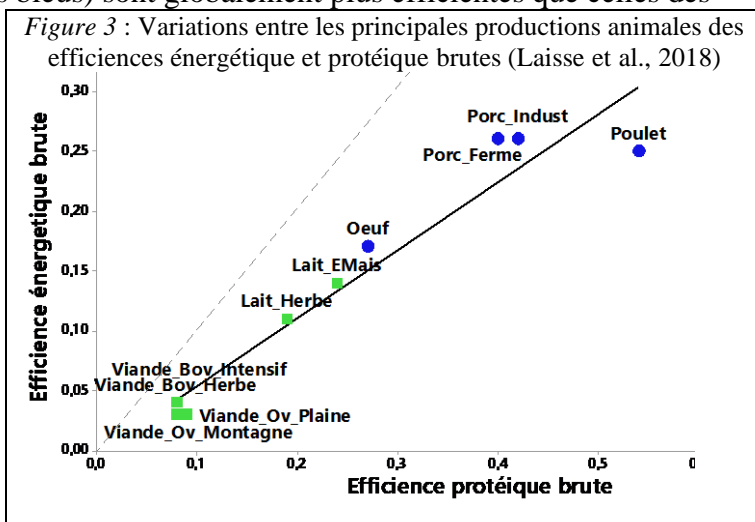
L'efficacité alimentaire globale

L'efficacité alimentaire globale des systèmes d'élevages français peut être abordée sous le point de vue des efficacités énergétique et protéique brutes (Figure 3). Ces efficacités correspondent au rapport entre l'énergie (ou protéines) retrouvée au niveau de produits par rapport à ce qui est ingéré (en énergie ou protéines). Deux aspects sont soulignés dans cette Figure 3, confirmant des études antérieures :

- La position des points par rapport à la première bissectrice (ligne en tirets) montre que l'efficacité protéique est systématiquement meilleure que l'efficacité énergétique, principalement en raison du rôle des parois végétales évoqué plus haut.

- Les productions de monogastriques (points bleus) sont globalement plus efficaces que celles des ruminants (points verts). Sur la Figure 3, il apparaît que les seuils de séparation entre ces deux types d'animaux sont de 0,15 et 0,25 pour les efficacités brutes énergétique et protéique respectivement.

Les recherches liées à l'efficacité alimentaire des animaux d'élevage sont actives. Par exemple, des travaux étudient la "consommation résiduelle" qui permet de détecter les animaux qui, à performances égales, ingèrent de plus faibles quantités d'aliments et sont, de ce fait, plus efficaces. Les variations individuelles de ce critère intéressent particulièrement les généticiens³.

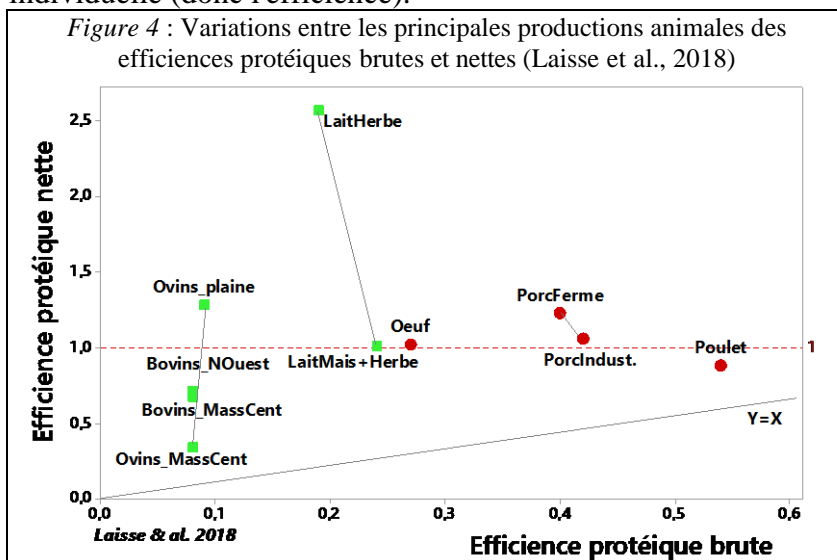


L'efficacité des systèmes de productions animales

L'élargissement du concept d'efficacité, à des échelles plus larges que l'animal, est nécessaire. En effet, la prise en compte de leviers techniques (appliqués à ces échelles) conduit à moduler ce que l'on observe au niveau de l'animal. Ainsi, dans le cas de la production des ruminants à l'herbe, il a été montré que le *chargement* (= nombre d'animaux/hectare) qui maximise l'efficacité ramenée à la parcelle est plus élevé que le *chargement* qui maximise la performance individuelle (donc l'efficacité).

La hiérarchie des efficacités des animaux peut être remise en question si on se place à un niveau plus global. Par exemple, environ 90 % des aliments des ruminants sont grossiers et peu coûteux (fourrages et coproduits) et ne sont pas des concurrents alimentaires des hommes ; de plus, les ruminants sont moins sensibles à la composition en acides aminés des aliments que les monogastriques.

Ainsi a-t-on démontré⁴ l'intérêt de définir une *efficacité nette énergétique* (EffNet E) et une *efficacité nette protéique* (EffNet P) des productions animales. Dans ce cas, l'énergie (ou les protéines) des



produits élaborés est rapportée à l'énergie (ou les protéines) "noble", c'est-à-dire pouvant être utilisée directement pour l'alimentation humaine. Dans le contexte français, les efficacités nettes des productions

³ Sauvart, 2019

⁴ Laisse et al., 2018

des ruminants ($0,5 < \text{EffNet_P} < 1,1$ et $0,13 < \text{EffNet_E} < 0,1$) présentent des valeurs globalement assez comparables à celles de monogastriques ($0,7 < \text{EffNet_P} < 1,4$ et $0,15 < \text{EffNet_E} < 0,57$). On remarque que ces efficacités nettes peuvent dépasser la valeur de 1 pour les protéines, c'est-à-dire que l'animal est alors producteur net de protéines dans la chaîne alimentaire humaine, ce qui est intéressant. La *Figure 4* rapporte ces différents résultats dans le cas de l'efficacité protéique.

En outre, dans cette étude, les systèmes les plus efficaces sont de loin ceux des ruminants qui maximisent l'usage de l'herbe. Par exemple, dans le cas des systèmes laitiers à l'herbe, on a en moyenne $\text{EffNet_P} = 2,57$ et $\text{EffNet_E} = 1,63$, donc des niveaux remarquablement élevés d'efficacités protéiques et énergétiques nettes (*Figure 4*). Une équipe⁵ a également montré la meilleure efficacité alimentaire des systèmes de production bovine basés sur l'herbe en Europe.

Ces résultats recourent d'autres données calculées à l'échelle mondiale⁶. Par exemple, si l'on compare les animaux ruminants et monogastriques en croissance, les premiers sont moins efficaces sur la base des indices de transformation de la matière sèche ingérée (133 vs 30 kg MSI/kg de protéines produites). En revanche, si l'on considère la transformation de ressources "nobles" valorisables directement par l'Homme, les indices s'inversent (6 vs 16 kg MSI/kg de protéines produites) ; et si l'on considère les protéines ingérées et non la MS, les indices sont de 0,6 kg vs 2,0 kg de protéines ingérées/kg de protéines produites, ce qui signifie que les ruminants apportent une meilleure valeur ajoutée protéique dans la chaîne alimentaire protéique humaine.

D'autres approches globales sur l'efficacité, faisant intervenir les surfaces consacrées aux différentes productions, sont souvent pratiquées par la FAO dans le but de comparer les systèmes de productions entre pays. Enfin, le concept d'efficacité est aussi utilisé pour se focaliser sur certaines de ses composantes ; c'est par exemple le cas de la production de gaz à effet de serre par les productions animales.

Daniel SAUVANT, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Ce qu'il faut retenir :

On dispose depuis assez longtemps de nombreux critères mesurables pour évaluer l'efficacité alimentaire des animaux d'élevage, en raison de sa relation positive avec les niveaux de performance. Depuis plusieurs décennies, ces mesures ont été mises à profit pour améliorer, chez les porcs et volailles, différentes composantes de l'efficacité dans les élevages.

Les ruminants possèdent une efficacité brute moins bonne que les monogastriques, en raison de leurs particularités physiologiques et de la nature plus grossière des rations ingérées. En revanche, pour les mêmes raisons, ils sont autant efficaces, voire plus, que les monogastriques si l'on tient compte du fait qu'ils sont peu ou pas concurrents alimentaires des hommes et sont aptes à valoriser des surfaces non cultivables.

Dans un avenir proche, nous pouvons penser que les progrès en matière d'élevage de précision vont permettre d'effectuer de nombreuses mesures en conditions d'élevage, et ainsi améliorer nos approches en matière d'amélioration de l'efficacité des animaux domestiques.

Pour en savoir plus :

- J-P. BIDANEL et 15 co-auteurs : *50 années d'amélioration génétique du porc en France : bilan et perspectives*, Rech.Porcine, 50, 61-74, 2018
- S. LAISSE, R. BAUMONT, L. DUSART, D. GAUDRÉ., B. ROUILLÉ, M. BENOIT, P. VEYSSET, D. RÉMOND, J-L. PEYRAUD : *L'efficacité nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine*, INRA Prod. Anim.,31(3), 269-288, 2018
- MOSNIER et 21 co-auteurs : *Evaluation of the contribution of 16 European beef production systems to food security Agricultural Systems*, 190(1) :103088, 2021
- A. MOTTET, C. de HAAN, A. FALCUCCIA, G. TEMPIO, C. OPIO, P. GERBER : *Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/ food debate*. Global Food Security, 14: 1-8, 2017
- D. SAUVANT, J-M. PEREZ, G. TRAN : *Tables AFZ-INRA de composition et de valeur nutritive des matières- premières destinées aux animaux d'élevage*. INRA éditions, 2004
- D. SAUVANT : *Modelling efficiency and robustness in ruminants, the nutritional point of view*, Animal Frontiers. 9. 2. 60-67, 2019

⁵ Mosnier et al., 2021

⁶ Mottet et al; 2017