

- > ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE  
AVEC LA MÉTHODE EMERGY

## Efficiences de l'élevage extensif en milieu difficile

MATHIEU VIGNE

Le secteur de l'élevage est appelé à fournir viande et lait à une population croissante tout en limitant les atteintes à l'environnement. Pour relever ce défi, les études se multiplient afin d'identifier les systèmes les plus efficaces du point de vue de l'environnement, et en particulier ceux qui recourent le moins aux ressources non renouvelables au regard de leur production. En 2006, un rapport de la FAO a ainsi pointé, outre les impacts sur l'environnement, la faible efficacité des systèmes d'élevage, notamment des systèmes extensifs dans les pays en développement, dont la production alimentaire reste faible.

Mettant en question ce rapport, une recherche récente conduite au Cirad dans quatre territoires démontre que des systèmes laitiers extensifs au Mali peuvent être plus efficaces que des systèmes intensifs à La Réunion, et d'une efficacité comparable à celle de systèmes semi-intensifs de l'Ouest de la France. Ce résultat a été obtenu avec la méthode Emergy, qui évalue, avec une même unité, toutes les ressources utilisées au regard de la production, alimentaire et non alimentaire. Cette méthode permet de mieux prendre en compte la complexité et la multifonctionnalité des systèmes d'élevage, notamment extensifs.

L'Emergy offre un outil dont les décideurs gagneraient à s'emparer afin de construire des politiques d'élevage adaptées à chaque contexte, et répondre ainsi à la demande croissante de produits animaux.

perspective

Avec *Perspective*, le Cirad propose un espace d'expression de nouvelles pistes de réflexion et d'action, fondées sur des travaux de recherche et sur l'expertise, sans pour autant présenter une position institutionnelle.

**L**e secteur de l'élevage se trouve confronté à un double défi : augmenter la production de lait et de viande, tout en réduisant les atteintes à l'environnement. En effet, avec l'augmentation de la population (9,6 milliards d'êtres humains en 2050 selon les Nations unies) et celle des revenus, la

demande de produits animaux devrait fortement croître. Relever ce défi suppose d'identifier les systèmes d'élevage les plus efficaces du point de vue de l'environnement, et en particulier ceux qui ont le moins recours à des ressources non renouvelables au regard de leur production.

> L'Emergy évalue toutes les ressources utilisées avec une même unité et tous les produits obtenus aussi avec une même unité.

> Des systèmes extensifs plus efficaces que des systèmes intensifs.

> Des systèmes extensifs moins nocifs pour l'environnement que des systèmes intensifs.

## Une analyse de l'élevage extensif, mise en question...

Des études ont été conduites à cet effet, notamment par la FAO, qui a publié un rapport intitulé *Livestock's Long Shadow*, en 2006. L'objectif de la FAO était alors d'alerter les gouvernements sur les risques pour l'environnement d'un développement exponentiel des productions animales et de recommander des mesures pour les atténuer, depuis la production jusqu'à la consommation.

Ce rapport dressait un inventaire, à l'échelle planétaire, des impacts de l'élevage sur l'environnement. Il identifiait l'élevage comme l'une des causes principales des problèmes environnementaux les plus pressants : la pollution de l'atmosphère et le réchauffement de la planète (le secteur de l'élevage émettrait 18 % des gaz à effet de serre d'origine anthropique) ; la dégradation des terres (il dégraderait 20 % des surfaces du secteur) ; la disponibilité en eau (il consommerait 8 % de l'eau utilisée sur la planète, et causerait des pollutions) ; la perte de biodiversité, notamment dans les *hotspots* mondiaux. Il pointait également la faible efficacité environnementale des systèmes extensifs, fréquents dans les pays en développement. D'une part, ces systèmes extensifs dégraderaient davantage l'environnement que les systèmes plus intensifs : ils émettraient plus des deux tiers des gaz à effet de serre du secteur de l'élevage, et occuperaient, pour les pâturages, plus de la moitié des terres du secteur. D'autre part, ils fourniraient une production alimentaire plus faible que les systèmes plus intensifs : deux fois moins de viande et quatre fois moins de lait.

Ces conclusions, qui ont fait naître de nombreuses controverses relayées par les médias et les lobbies industriels, sont mises en question par une recherche récente conduite au Cirad, utilisant la méthode Emergy. Cette étude montre que des systèmes d'élevage extensifs peuvent être plus efficaces que des systèmes intensifs et aussi efficaces que des systèmes semi-intensifs.

## ... grâce à une méthode d'évaluation globale...

L'Emergy évalue l'énergie solaire consommée directement et indirectement pour réaliser un produit ou un service. Cette méthode d'analyse quantitative exprime, dans une unité commune,

le joule d'énergie solaire (seJ), les ressources nécessaires pour produire un bien ou un service. Pour l'élevage, elle distingue : les ressources naturelles renouvelables (soleil, pluie, vent...) et non renouvelables (terre, eau de forage...) ; les ressources industrielles (concentrés, engrais, matériel...), monétarisées ; et les services (vétérinaires, travail humain et travail animal). Pour la production, à la différence de la plupart des études qui ne prennent en compte que le lait et la viande, elle ajoute les effluents et le travail animal, qu'elle exprime aussi dans une unité commune, le joule. La méthode Emergy développe deux indicateurs principaux. Le premier, la « transformité » (*transformity*), mesure l'efficacité. Pour un système laitier par exemple, la transformité est la quantité de ressources nécessaires pour produire soit tous les produits – lait, effluents, travail animal – (transformité globale), soit le lait (transformité du lait). À noter que plus le chiffre est bas, plus le système est efficace. Le second indicateur, la « renouvelabilité » (*renewability*), mesure l'impact sur l'environnement des ressources consommées, en évaluant la part de ressources renouvelables dans les ressources totales consommées.

La méthode a été appliquée à l'analyse des systèmes laitiers de quatre territoires présentant des degrés d'intensification contrastés : des systèmes « extensifs » au sud du Mali, en milieu difficile, utilisant les parcours naturels locaux sur de vastes espaces et très peu d'intrants ; des systèmes « intensifs » à La Réunion, en étable, avec un apport élevé d'aliments concentrés ; et des systèmes « semi-intensifs » en Poitou-Charentes et en Bretagne, alliant stabulation, cultures fourragères et pâturages.

Les résultats obtenus avec l'Emergy se différencient de ceux obtenus avec d'autres méthodes, alimentant ainsi les controverses en cours autour de l'élevage. Les systèmes laitiers extensifs étudiés au Mali, malgré la faible valeur alimentaire des ressources, sont plus efficaces que les systèmes intensifs étudiés à La Réunion, et aussi efficaces que les systèmes semi-intensifs étudiés dans l'Ouest de la France : leur transformité globale s'établit à 490 gigajoules d'énergie solaire par joule de produit, contre 1 210 à La Réunion, 500 en Poitou-Charentes et 410 en Bretagne (Fig. 1).

De telles différences s'expliquent par le type de ressources consommées, notamment pour l'alimentation animale : moins les ressources sont transformées, moins

> **L'Emergy :  
un outil  
pour repenser  
les politiques  
de l'élevage.**

- elles nécessitent d'énergie solaire pour les produire, ce qui entraîne une efficacité plus élevée, même si la production est beaucoup plus faible (près de 200 litres par vache en production par an au Mali contre plus de 6 000 litres dans les autres territoires). Dans les systèmes extensifs, l'alimentation animale provient de ressources brutes locales (pâturages naturels et résidus fourragers, tels que la paille de maïs, de sorgho ou de mil), et de résidus de la transformation locale des grains (son de céréales ou tourteau de coton). Dans les systèmes intensifs, elle provient, outre des fourrages, de concentrés industriels importés. La quantité de concentrés

varie selon le contexte : elle est élevée à La Réunion (15,6 kg par vache en production par jour), afin de suppléer le manque de terres pour produire des fourrages ; plus faible en Bretagne (4,4 kg) et en Poitou-Charentes (6,7 kg), où la biomasse des pâturages locaux est abondante. En outre, les systèmes extensifs valorisent les effluents déposés par les animaux pour fertiliser les parcours et les cultures vivrières, alors que les systèmes intensifs ont surtout recours à des engrais de synthèse pour produire les fourrages.

La qualité des ressources consommées a aussi un impact sur l'environnement. Le Mali, qui utilise surtout du soleil et la biomasse prélevée sur les parcours naturels, affiche une renouvelabilité de 44 %, alors que la proportion de ressources renouvelables dans le total des ressources consommées n'atteint que 24 % à La Réunion et 21 % dans l'Ouest de la France (Fig. 2).

**... qui reflète les multiples  
fonctions de l'élevage...**

Contrairement à la méthode employée dans le rapport de la FAO, l'Emergy tient compte de la complexité et de la multifonctionnalité des systèmes d'élevage extensifs, particulièrement ceux d'Afrique de l'Ouest. En effet, le rapport de la FAO a mis en regard de la production plusieurs indicateurs environnementaux pris séparément (eau consommée, surfaces occupées, gaz à effet de serre émis...), ce qui rend difficile une évaluation de l'efficacité globale. S'ajoute à cette difficulté la hiérarchisation des indicateurs quand le système est efficace pour une ressource mais ne l'est pas pour une autre : une surconsommation d'eau est-elle moins acceptable qu'une surconsommation d'énergie fossile ou que la consommation de surfaces étendues ?

De plus, le rapport de la FAO a comparé chaque indicateur avec la seule production alimentaire (lait, viande). Il a ainsi privilégié les systèmes industrialisés, qui visent une production alimentaire élevée, au détriment des systèmes extensifs, qui produisent d'autres biens et services.

La méthode Emergy corrige en partie ces biais et ces insuffisances. En incluant l'ensemble des ressources – renouvelables et non renouvelables –, elle évite de hiérarchiser les ressources consommées avec des critères subjectifs. En distinguant les ressources renouvelables, elle valorise ce type de ressources. Par exemple, au Mali, elle prend en compte les parcours

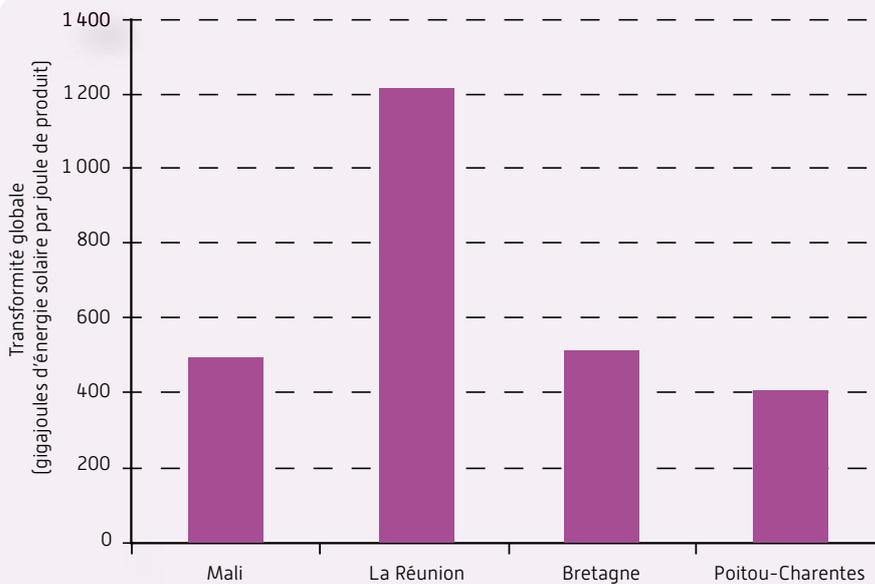


Figure 1. Les systèmes laitiers extensifs du Mali utilisent près de 2,5 fois moins de ressources que les systèmes intensifs de La Réunion. Source : d'après M. Vigne, 2012

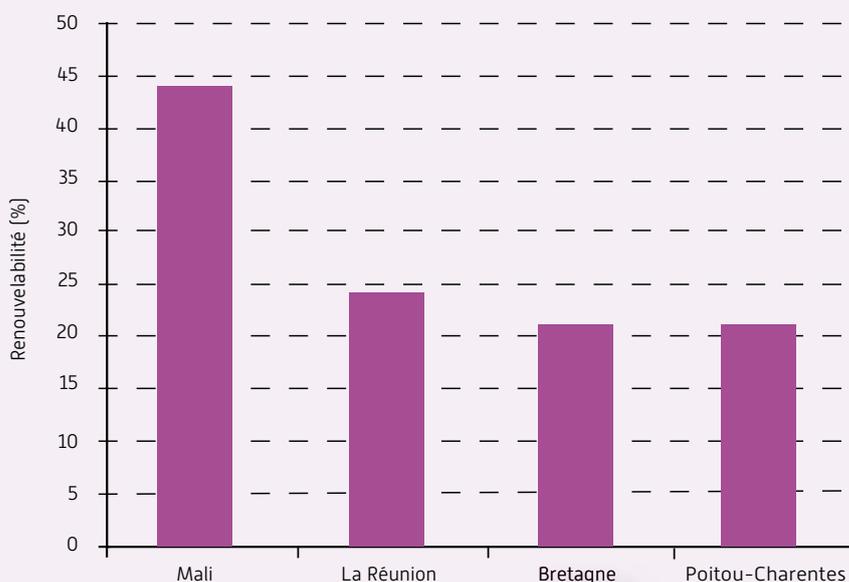


Figure 2. Les systèmes laitiers extensifs du Mali utilisent une proportion de ressources renouvelables deux fois plus élevée que les systèmes intensifs de l'Ouest de la France et de La Réunion. Source : d'après M. Vigne, 2012

## Quelques mots sur...

Docteur en sciences agronomiques,  
**Mathieu VIGNE**  
est chercheur au Cirad  
au sein de l'UMR Selmet  
(<http://umr-selmet.cirad.fr/>),  
où il modélise  
les interactions entre  
élevage et territoire.  
[mathieu.vigne@cirad.fr](mailto:mathieu.vigne@cirad.fr)

naturels, dont seul l'élevage peut tirer parti, et qui n'entrent donc pas en compétition avec l'alimentation humaine. Enfin, en ajoutant les effluents et le travail animal aux produits alimentaires, l'Emergy permet de quantifier une plus large gamme de biens et services.

En revanche, l'Emergy ne rend pas compte d'autres fonctions, telles que l'épargne et certains services environnementaux. Le troupeau offre un capital que l'éleveur peut mobiliser en cas d'imprévu, ce qui est un facteur important de sécurisation des familles en l'absence d'assurance. L'élevage fournit aussi d'autres services environnementaux : par la gestion raisonnée des parcours, il régule les écosystèmes en évitant la fermeture des milieux par les broussailles puis par les arbres ; en introduisant des troupeaux, il rouvre des milieux fermés ; en entretenant des parcours naturels ou en mettant en place des prairies, il séquestre du carbone. Ces limites de l'Emergy incitent à poursuivre les recherches afin de quantifier ces fonctions en joules.

## ... et aide à la décision

En l'état toutefois, la méthode Emergy permet d'évaluer l'intérêt des systèmes d'élevage extensifs en milieu difficile au-delà de la seule production alimentaire, et aussi l'intérêt des systèmes intensifs, appelés à jouer un rôle croissant dans les pays en développement en raison de la pression du foncier agricole et non agricole. Elle permet donc d'en déduire des pistes pour améliorer l'efficacité de chaque système.

En comparant différents systèmes d'élevage au regard de l'environnement, elle fournit des indications sur les pistes d'intensification les plus efficaces dans chaque contexte et les combinaisons de systèmes d'élevage, intensifs et extensifs, les mieux adaptées.

L'Emergy constitue donc un outil dont les décideurs, des pays en développement notamment, gagneraient à s'emparer pour évaluer le secteur de l'élevage et élaborer des politiques adaptées aux évolutions locales et globales. <

Ce *Perspective* repose sur les résultats de la thèse de doctorat en sciences agronomiques de Mathieu Vigne, *Flux d'énergie dans des systèmes d'élevage laitiers contrastés : élaboration d'indicateurs et analyse de la diversité inter et intra-territoire*, soutenue en 2012, à l'Agrocampus Ouest. Cofinancée par l'Inra et le Cirad, cette thèse s'est inscrite dans le projet ANR Epad (Efficience environnementale et productions animales pour le développement durable) conduit par l'UMR Selmet (Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux).

Les travaux ont pu être menés à bien grâce à la collaboration des partenaires suivants : l'Inra, UMR Pegase à Rennes, l'IER (Institut d'économie rurale) au Mali ; la Chambre d'agriculture de Bretagne ; l'Institut de l'élevage en Poitou-Charentes ; et la Sicalait à La Réunion.

Les résultats ont donné lieu à plusieurs publications dont :

Vigne M., 2012. Flux d'énergie dans des systèmes d'élevage laitiers contrastés : élaboration d'indicateurs et analyse de la diversité inter et intra-territoire. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Agrocampus Ouest, Rennes, France. 269 p. <http://prodinra.inra.fr/record/217153>

Vigne M., Vayssières J., Lecomte P., Peyraud J.-L., 2012. Evaluating the ability of current energy use assessment methods to study contrasting livestock production systems. *Journal of Environmental Management* 112: 199-212. <http://petitlien.fr/6xp9>

Vigne M., Vayssières J., Lecomte P., Peyraud J.-L., 2013. Pluri-energy analysis of livestock systems - a comparison of dairy systems in different territories. *Journal of Environmental Management* 126: 44-54. <http://petitlien.fr/6xp8>

Vigne M., Peyraud J.-L., Corson M., Wilfart A., 2013. Emergy evaluation at different levels of contrasting dairy systems. *Journal of Environmental Management* 129: 44-53. <http://petitlien.fr/6xp7>

Odum H.T., 1996. *Environmental Accounting: EMERGY and Environmental Decision Making*. John Wiley & Sons, New York, United States.

## EN SAVOIR PLUS

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C., 2006. *Livestock's Long Shadow*. Environmental Issues and Options. FAO, LEAD initiative, Rome, Italy.

Wilfart A., Corson M.S., Aubin J., 2012. La méthode Emergy : principes et application en analyse environnementale des systèmes agricoles et de production animale. *Inra Productions animales* 25: 57-66.



## perspective

**Directeur de la publication :**  
Patrick Caron, directeur général  
délégué à la recherche  
et à la stratégie

**Coordination :** Corinne Cohen,  
délégation à l'information  
scientifique et technique

**Conception graphique/réalisation :**  
Patricia Doucet,  
délégation à la communication

**Diffusion :** Christiane Jacquet,  
délégation à la communication

**Courriel :** [perspective@cirad.fr](mailto:perspective@cirad.fr)

[www.cirad.fr/publications-ressources/  
edition/perspective-policy-brief](http://www.cirad.fr/publications-ressources/edition/perspective-policy-brief)