

# Farmpedia



Crédits photo : CNPO

Chapitre 2 :

## Elevage et efficacité des agrosystèmes

**Ressources sur  
l'Elevage**  
pour l'enseignement

Vous pouvez télécharger la dernière version de ce document sur le site « Ressources sur l'élevage » à l'adresse : [www.ressources-elevage.fr](http://www.ressources-elevage.fr) , et accéder à notre banque de ressources.

Comment citer ce document : Chouteau, A., Disenhaus, C., Brunschwig, G. (2019). Elevage et efficacité des agrosystèmes. Farmpedia, Chapitre 2, V-17/07/19, 13 p. Disponible sur [www.ressources-elevage.fr](http://www.ressources-elevage.fr)

## Le Groupe « Enseigner l'élevage » et ses missions

Le groupe "Enseigner l'Elevage" est né du constat que de nombreux citoyens connaissent peu l'élevage et la façon dont sont produits les aliments qu'ils consomment au quotidien. De ce fait, les différents échanges ayant eu lieu lors des Etats Généraux de l'Alimentation ont fait ressortir que l'éducation du jeune public sur les pratiques de production agricole est un enjeu important.

Ce groupe de travail du GIS Avenir Elevages regroupe une dizaine de membres issus de l'enseignement supérieur agronomique, de l'enseignement général, de la recherche agronomique, ainsi que des instituts techniques et des interprofessions des filières d'élevage.

Le groupe s'est donné pour objectif de proposer aux enseignants un soutien pour aborder la thématique de l'élevage en classe, en mettant à leur disposition des ressources pédagogiques et des informations objectives, utiles, sourcées et facilement accessibles. Ce travail semble d'autant plus important et urgent qu'une réforme des programmes de formation au lycée est prévue pour la rentrée à venir.

Les lycéens sont le premier public visé par ce groupe de travail. Ils sont en effet de jeunes citoyens et futurs consommateurs, sensibles à un discours argumenté et basé sur des références scientifiques. Nous avons réalisé dans un premier temps un état des lieux de la place de l'élevage dans les programmes de formation et son interprétation dans les cours publiés dans les manuels, puis nous avons rencontré une trentaine d'enseignants et sondé un millier de lycéens dans toute la France, de façon à mieux comprendre les besoins et les attentes de ces publics. Les résultats de ces études sont disponibles [sur le site du GIS Avenir Elevage](#), et ont permis de définir le cahier des charges du présent document et des actions connexes menées par le groupe de travail.

### Qu'est-ce que le GIS Avenir Elevages ?

Un GIS est un Groupement d'Intérêt Scientifique. L'objectif du GIS Avenir Elevages est de faire collaborer au sein d'une même structure une grande diversité de partenaires : organismes de recherche et d'enseignement supérieur, instituts techniques, interprofessions et chambres d'agriculture. Le GIS Avenir Elevages a pour ambition de produire et de diffuser de nouvelles connaissances et innovations pour un élevage durable et créateur de valeur ajoutée permettant de jeter les bases d'une nouvelle ère de progrès pour les systèmes de productions animales.

Retrouvez plus d'information sur [le site du GIS Avenir Elevages](#)



### Rédaction – relecteurs – remerciements

**Alizée Chouteau** – Chargée de mission pour le groupe « Enseigner l'élevage » du GIS

**Gilles Brunschwig** et **Catherine Disenhaus** - Animateurs du groupe de travail, enseignants chercheurs à VetAgro Sup (Clermont-Ferrand) et AgroCampus-Ouest (Rennes) respectivement

**Merci beaucoup aux relecteurs** : Claire Collas (ENSAIA Nancy), Caroline Guinot (Interbev), Philippe Lescoat (AgroParisTech), Pierre Mischler (Idele)

## Que contient ce document ?

Ce document a été conçu à destination des enseignants en lycée, notamment pour les filières générales. Il a pour objectif **d'aborder de façon synthétique et documentée** les sujets qui peuvent être abordés en classe, et de **proposer des ressources à utiliser en classe**. Le recensement de ces sujets a été fait à partir de l'étude des contenus des programmes et des manuels scolaires présentés ci-contre.

Nous avons choisi volontairement de développer tous les sujets même anecdotiques que nous avons pu voir traités dans les manuels. En effet les programmes de formation accordent de moins en moins d'importance aux sujets agricoles, et n'abordent pas (ou plus) un certain nombre de sujets qui nous paraissent importants.

De façon à simplifier la recherche d'informations, nous avons scindé ce travail en plusieurs parties ou chapitres consultables indépendamment. Les différentes parties sont les suivantes, (numérotées pour des raisons pratiques ou logiques et non par ordre d'importance) :

- Chapitre 0 : Qu'est-ce que l'élevage ?
- Chapitre 1 : L'élevage et sa place dans le monde
- **Chapitre 2 : Elevage et efficacité des agrosystèmes (le présent document)**
- Chapitre 3 : L'élevage, entre pollutions et services environnementaux
- Chapitre 4 : Elevage et société (à paraître dans un second temps)
- Chapitre 5 : Elevage et santé (à paraître dans un second temps)
- Chapitre 6 : Quel élevage demain ? (à paraître dans un second temps)

## Comment utiliser ce document ?

Pour simplifier la lecture, ce document se présente sous forme de doubles pages, sur lesquelles vous trouverez des figures sur la page de gauche, et le texte de synthèse qui s'y rapporte à droite.

Dans certains cas, le texte présenté est directement extrait d'étude déjà réalisée (nous ne voyons pas d'intérêt à refaire ce qui a déjà été bien fait par quelqu'un d'autre). Dans ce cas le texte est présenté avec une bordure violette sur la gauche (comme ici).

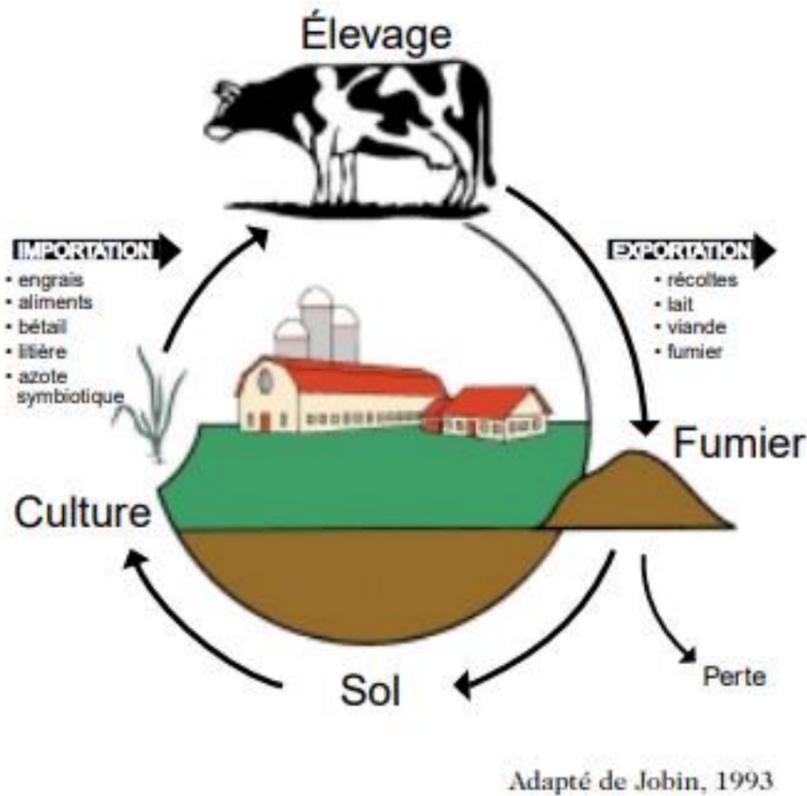
Les sources des informations données ou des graphiques présentés sont indiqués en bas de page ou sous la figure correspondante. Nous avons privilégié des sources scientifiques, si possibles libre d'accès. *Des informations supplémentaires de référence (numéros de pages, compléments d'informations) sont parfois ajoutées par l'équipe de rédaction en violet.*

Dans la marge à droite du texte, vous trouverez des éléments d'informations supplémentaires comme des définitions, précisions techniques, mais aussi **des ressources intéressantes à utiliser en classe, signalées par un surlignement vert**. Ces ressources ne sont pas toujours des supports pédagogiques classiques, mais parfois des documents techniques (d'un niveau adapté), des banques de données, des vidéos, des témoignages... Selon les souhaits des enseignants, ils peuvent être utilisés tels quels ou bien retravaillés.

Une banque de ressources est également en libre accès sur le site [Ressources sur l'Elevage](#), mise à jour régulièrement, et vous pouvez y faire des demandes de recherche de ressources particulières via le formulaire de contact dédié.

<b>ELEVAGE ET EFFICACITE DES AGROSYSTEMES</b>	<b>4</b>
<b>QU'EST-CE QU'UN AGROSYSTEME ?</b>	<b>5</b>
LES COMPOSANTS DE L'AGROSYSTEME	5
Des hommes	5
Des surfaces	5
Des animaux	5
Des bâtiments et du matériel	5
COMMENT FONCTIONNE UN AGROSYSTEME ?	6
Dans un écosystème : des flux d'énergie et de matière à travers les chaînes trophiques	6
Exemple de flux observés dans un agrosystème	7
Bilan : quelles sont les particularités d'un agrosystème ?	7
<b>LA COMPLEMENTARITE ANIMAL-VEGETAL EST NECESSAIRE</b>	<b>8</b>
AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION AGRICOLE : LES FERMES DE POLYCULTURE ELEVAGE	8
LA COMPLEMENTARITE ENTRE LES PRODUCTIONS ANIMALES ET VEGETALES PEUT AUSSI AVOIR LIEU AU NIVEAU D'UN TERRITOIRE.	9
<b>SYSTEMES D'ELEVAGE ET DURABILITE</b>	<b>10</b>
QUELLE EFFICACITE POUR LES SYSTEMES D'ELEVAGE ?	10
Peut-on faire une comparaison efficacité animale et végétale ?	12
QUELLE DURABILITE POUR LES SYSTEMES D'ELEVAGE ?	13

## Elevage et efficacité des agrosystèmes



Présentation simplifiée du cycle des éléments nutritifs sur la ferme

D'après :

Jobin, P et G. Forand. 1993. Le bilan nutritif, une approche écologique de la gestion des éléments nutritifs sur la ferme. Essais et observations à la ferme - Rapport technique, Centre de développement d'agrobiologie, Ste-Eliz.-de-Warwick.



### Objectifs de ce chapitre

- Comprendre ce qu'est un agrosystème, et les flux qui le traversent
- Comprendre la complémentarité existant dans les élevages entre les ateliers de production animale et végétale
- Donner des pistes de réflexion quant à la durabilité des agrosystèmes, à travers des exemples



### Matière(s) concernée(s)

- SVT



### Niveau technique

- Intermédiaire, assez technique sur certaines parties

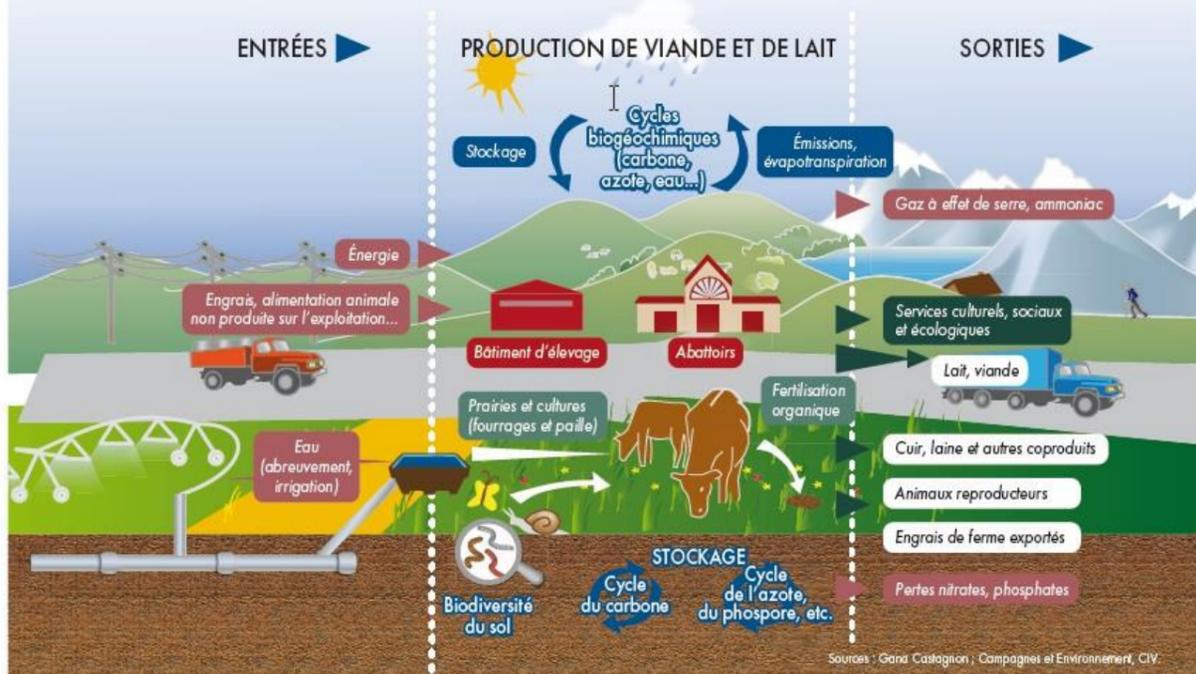
### Résumé :

Un agrosystème est un écosystème transformé par l'homme dans le but de produire de la biomasse pour plusieurs usages potentiels (alimentation, énergie, construction ...)

Dans un agrosystème, comme une partie de la production du système est exportée, il faut s'assurer de remettre le système à l'équilibre, le plus souvent en utilisant des intrants, mais aussi en rebouclant les cycles (recycler la matière pour limiter les pertes et les gaspillages). Pour cette raison, les systèmes associant des cultures et des productions animales sont une des pistes intéressantes pour y parvenir.

Les agrosystèmes d'élevage sont souvent présentés comme moins performants que les agrosystèmes de culture, notamment dans les manuels scolaires. Nous expliquerons ici comment est calculée l'efficacité d'un agrosystème, et pourquoi certains chiffres souvent affichés sont erronés. Ces explications permettront de mieux percevoir les performances comparées et les complémentarités de ces agrosystèmes de cultures et d'élevage. En termes de production d'énergie, les productions végétales et notamment les céréales sont indéniablement plus efficaces que l'élevage, mais l'élevage offre avant tout pour l'intérêt de la production de protéines à haute valeur nutritionnelle, aussi essentielles à une nutrition équilibrée que les apports en énergie, ainsi que la capacité de valorisation de ressources végétales non consommables par l'Homme.

### LES ÉLEVAGES DANS LES ÉCOSYSTÈMES



Source : l'atlas de l'élevage herbivore en France, édition autrement, p 50

Qu'est-ce qu'un agrosystème ?

## Les composants de l'agrosystème

*Des hommes*

Une des particularités des agrosystèmes, par rapport à un écosystème naturel, est qu'il est modifié et contrôlé (de façon plus ou moins importante selon les cas) par l'homme.

Les hommes impliqués sont éleveurs, cultivateurs, etc., et fournissent un travail. Les interventions qu'ils réalisent dans l'agrosystème ont pour objectif de produire de la biomasse (végétale ou animale), soit pour produire de la nourriture, ou bien de l'énergie (des agrocarburants par exemple), de la matière première pour l'industrie, etc.

*Pour plus d'informations sur le métier d'éleveur : voir le Chapitre 0 : qu'est-ce que l'élevage*

*Des surfaces*

Les surfaces d'un agrosystème sont constituées de surfaces cultivées et de surfaces naturelles.

Dans le cas d'un élevage, les surfaces cultivées peuvent être utilisées pour produire l'alimentation des animaux élevés sur place, ou bien produire des « cultures de vente ». Pour l'alimentation des animaux, l'éleveur peut produire :

- Des aliments dits « concentrés », riches en énergie comme les céréales par exemple (grains)
- Des fourrages, pour les herbivores uniquement, comme par exemple l'herbe pâturée, la paille, ou l'ensilage de maïs ou d'herbe. Ces fourrages peuvent être récoltés, ou bien consommés directement par les animaux (pâturage)
- Les prairies sont un cas un peu particulier de surfaces fourragères. Elles peuvent être permanentes (naturelles ou non retournées depuis plus de 5 ans) ou bien temporaires (semées pour une durée courte inférieure à 5 ans).

*Pour plus d'informations sur les aliments utilisés par l'élevage : voir le Chapitre 3 : l'Elevage, entre pollutions et services environnementaux*

Les surfaces naturelles sont composées par exemples des haies, bandes enherbées, et de certaines prairies (qui évoluent de façon naturelle, avec des interventions de l'homme minimales).

*Pour plus d'informations sur les prairies et leur importance pour la biodiversité : voir le Chapitre 3 : l'Elevage, entre pollutions et services environnementaux*

*Des animaux*

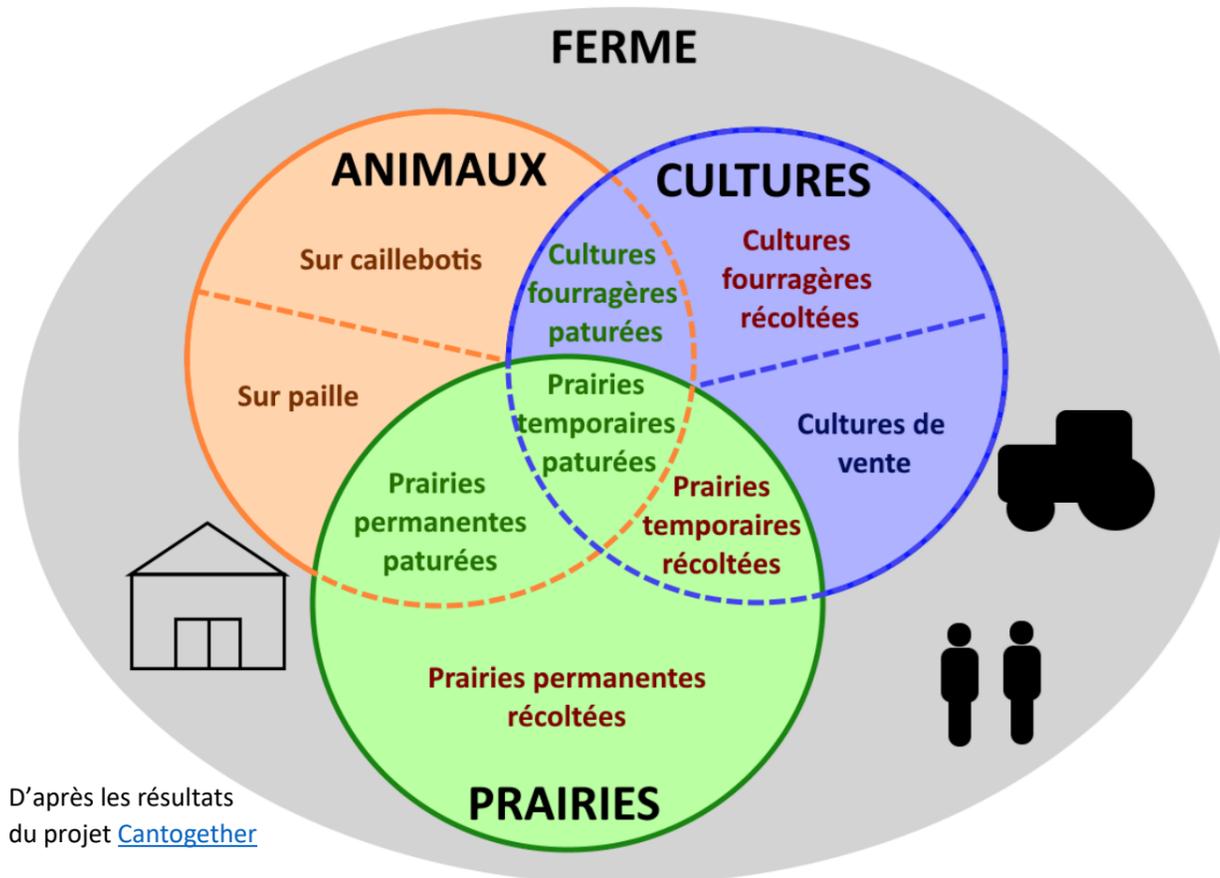
Dans une ferme d'élevage, la spécificité est la présence d'animaux. On peut élever une grande diversité d'animaux (pour des productions variées : viande, lait, œufs, cuir, laine ...). Les animaux nécessitent un apport d'eau et d'aliments, qui peuvent provenir de la ferme ou bien venir de l'extérieur (en local ou plus éloigné). Leurs déjections sont souvent réutilisées dans la ferme pour fertiliser les cultures.

*Pour plus d'informations sur les animaux élevés en France: voir le Chapitre 0 : qu'est-ce que l'élevage*

*Des bâtiments et du matériel*

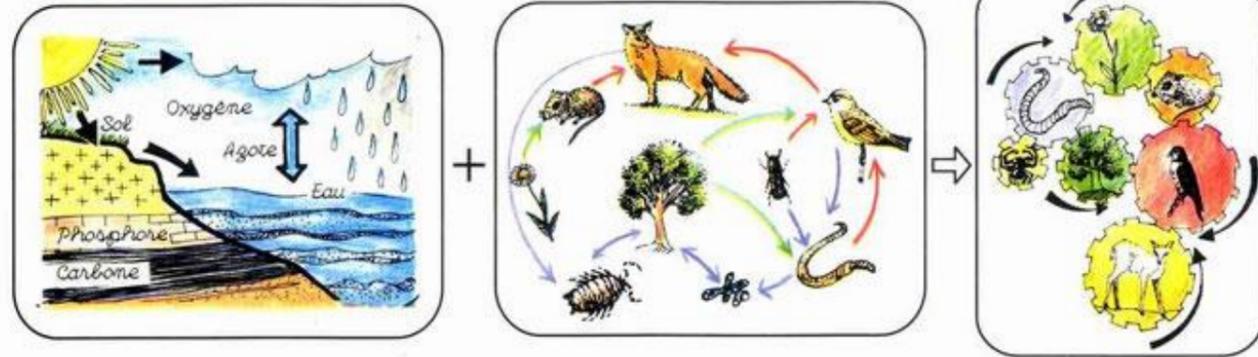
Selon les systèmes, les besoins en matériel et bâtiment sont plus ou moins importants. On compte par exemple : le logement des animaux, les stocks de nourriture, la transformation / traite dans le cas du lait, mais aussi le matériel de culture, de soins aux animaux ...

Ces bâtiments et matériels nécessitent des apports en eau, électricité, carburants, qui viennent majoritairement de l'extérieur de l'agrosystème.



D'après les résultats du projet [Cantgether](#)

Une communauté vivante associée à son milieu de vie :



**UN BIOTOPE**  
 Une aire géographique de surface ou volume variable, soumise à des conditions dont les dominantes sont homogènes et les ressources suffisantes pour assurer le maintien de la vie.

**UNE BIOCÉNOSE**  
 Un peuplement qui se constitue dans des conditions écologiques données et se maintient en équilibre dynamique.

**UN ÉCOSYSTÈME**  
 - Une machinerie vivante  
 - Une unité fonctionnelle de base de la biosphère

Source inconnue

Prog. 1<sup>ère</sup> SVT

Comment fonctionne un agrosystème ?

**Définitions**

**Ecosystème** = Unité formée par un biotope (milieu défini par des conditions physico-chimiques), l'ensemble des organismes (biocénose) qui y vivent, s'y nourrissent et s'y reproduisent, ainsi que par les interactions (relations trophiques, échanges d'énergie, ...).

**Agrosystème** = Un Agrosystème est un écosystème modifié par l'exercice de l'agriculture (cultures, élevage, échanges de produits, ...). Un Agrosystème est donc contrôlé et modifié par l'homme.

**Matière organique et matière minérale** = La matière organique correspond à tous les constituants provenant d'êtres vivants : végétaux, animaux, bactéries, champignons, vivants ou morts, décomposés ou en cours de décomposition, déjections et humus. La matière minérale à l'inverse est formée de substances non vivantes.

**Réseau trophique** = chaînes alimentaires reliées au sein d'un écosystème. Permettent la circulation de l'énergie et de la biomasse.

**Producteurs primaires = autotrophes** = êtres vivants capables de synthétiser eux même leur matière organique (végétaux chlorophylliens et cyanobactéries, grâce à la lumière solaire et à la photosynthèse qui leur permet de capter le CO2 atmosphérique).

**Producteurs secondaires = hétérotrophes** = êtres vivants incapables de fabriquer eux même de la matière organique. Ils doivent donc consommer la matière organique créée par les autotrophes, et la faire circuler dans le réseau trophique. Il s'agit essentiellement des animaux et des champignons.

**Biomasse** = ensemble des organismes vivants (animaux ou végétaux) ou de la matière organique.

**Elevage intensif** = élevage qui a une forte production par unité de surface.

**Elevage extensif** = élevage qui a une faible production par unité de surface.

Prog. 1<sup>ère</sup> SVT

*Dans un écosystème : des flux d'énergie et de matière à travers les chaînes trophiques*

Dans le cas d'un écosystème, des flux d'énergie et de matière fonctionnent en permanence entre les différentes strates des réseaux trophiques le constituant.

Les **producteurs primaires**, c'est-à-dire les végétaux notamment, vont capter le CO2 atmosphérique et des éléments minéraux dans le sol afin de croître. Ils **produisent de la biomasse végétale**, qui sera utilisée comme source d'énergie par des insectes ou des animaux herbivores (**producteurs secondaires**). Ces derniers, grâce à des processus de digestion, vont modifier cette matière organique végétale pour leur fournir de l'énergie et les éléments nécessaires à leur propre fonctionnement. Les herbivores peuvent être une source de nourriture pour des prédateurs carnivores, qui sont également des producteurs secondaires.

Dans l'écosystème, la matière organique morte (animaux ou végétaux) ainsi que les déjections des animaux retournent au sol. Les **décomposeurs** présents dans le sol vont les dégrader pour les transformer en minéraux à nouveau assimilables par les plantes. Ainsi les flux observés dans un écosystème forment une boucle.

A chaque étape de la **chaîne trophique**, il y a des pertes plus ou moins importantes : par exemple, tous les végétaux ne seront pas consommés par les herbivores. Il y a des « pertes », des végétaux morts qui retourneront directement au sol et seront décomposés. Pour les végétaux qui sont effectivement consommés par les animaux, une partie de l'énergie qu'ils contiennent sera perdue lors du processus de digestion (dissipée sous forme de chaleur, non digérée, etc.). C'est pour cette raison qu'on parle de « pyramide » de biomasse : l'ensemble de l'énergie ou de la biomasse produite à un des niveaux n'atteindra pas le niveau supérieur (il y aura des « pertes »).



Que contient la matière organique ? Vidéo Les Bons Profis



### Exemple de flux observés dans un agrosystème

Dans certains agrosystèmes, la production et l'export de biomasse nécessitent l'apport d'intrants, c'est-à-dire d'éléments provenant de l'extérieur de l'agrosystème :

Les besoins en **carbone** sont assurés par le captage du CO<sub>2</sub> atmosphérique par les plantes grâce à la photosynthèse, comme pour un écosystème naturel. La lumière du soleil est également captée par les plantes cultivées.

Les apports d'**azote**, nécessaires à la croissance de la plante, peuvent provenir de l'azote atmosphérique (capté par exemple par les légumineuses), mais il peut également venir des apports d'engrais. **Les engrais** sont également nécessaires pour apporter certains minéraux qui s'épuiseraient autrement dans le sol à force d'exporter sa production. Les engrais peuvent être minéraux (« chimiques ») ou bien organiques (fumiers, composts, etc.). Si l'on compare aux animaux d'élevage, **ils sont à la plante ce que l'alimentation est aux animaux**.

**Les pesticides**, comme les insecticides, fongicides ou les herbicides, servent à protéger les cultures des agressions des ravageurs et de la concurrence des adventices. **Ce sont l'équivalent des médicaments pour les animaux** : ils sont à utiliser, idéalement, une fois constaté que les moyens agronomiques préventifs qui permettent d'éviter l'usage des pesticides, ne suffisent pas.

L'agrosystème nécessite également, en plus de l'énergie solaire, **d'autres formes d'énergie comme l'énergie fossile et le travail humain**, pour réaliser les étapes de travail du sol, semis, récolte, etc.

### Bilan : quelles sont les particularités d'un agrosystème ?

**L'objectif d'un agrosystème est de produire une ressource qui sera ensuite exportée pour être vendue** : on « retire » donc à ce système de la matière, du carbone, de l'azote, etc., qui doivent être compensés par des apports extérieurs pour ne pas l'épuiser (**intrants**).

Idéalement, on cherchera donc un maximum à boucler les cycles dans l'agrosystème<sup>1</sup> (c'est-à-dire recycler la matière pour limiter les pertes et les gaspillages), afin de limiter les intrants.



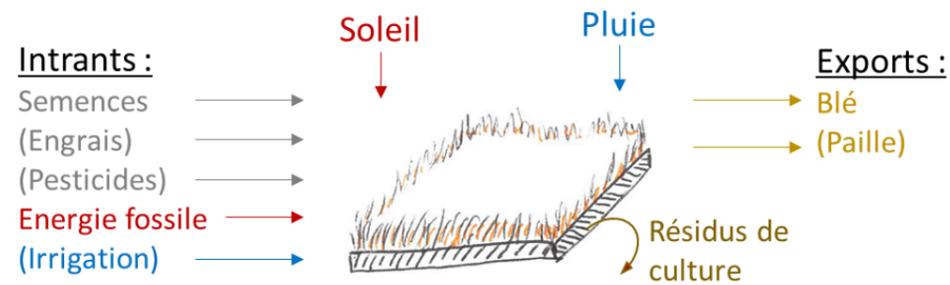
### Découvrir le fonctionnement des agrosystèmes à travers un jeu sérieux

De façon à aborder la thématique des agrosystèmes de façon ludique et pédagogique, nous vous avons préparé un jeu sérieux basé sur une exploitation réelle : [la ferme de grignon](https://www.ressources-elevage.fr/la-ferme-de-grignon). Ce jeu se joue à la façon d'un escape game, en solo ou par équipe. Le manuel de l'enseignant est disponible sur le site [www.ressources-elevage.fr](https://www.ressources-elevage.fr)



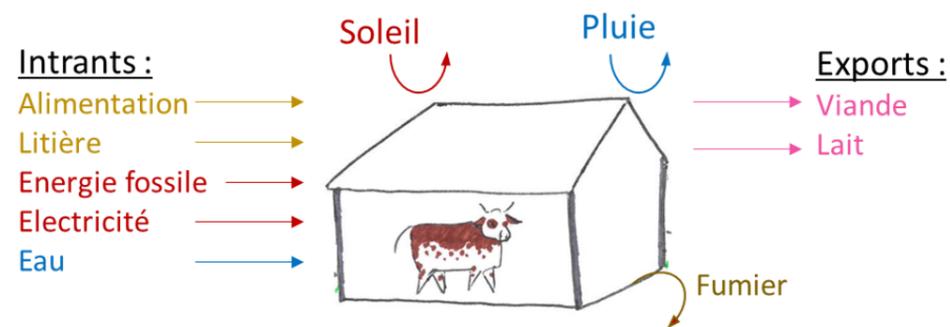
<sup>1</sup> Peyraud, J. L., Richard, G., & Gascuel-Oudou, C. (2015). Boucler les grands cycles biogéochimiques. Innovations Agronomiques, 43, 177-186.

### Un agrosystème « champ de blé »



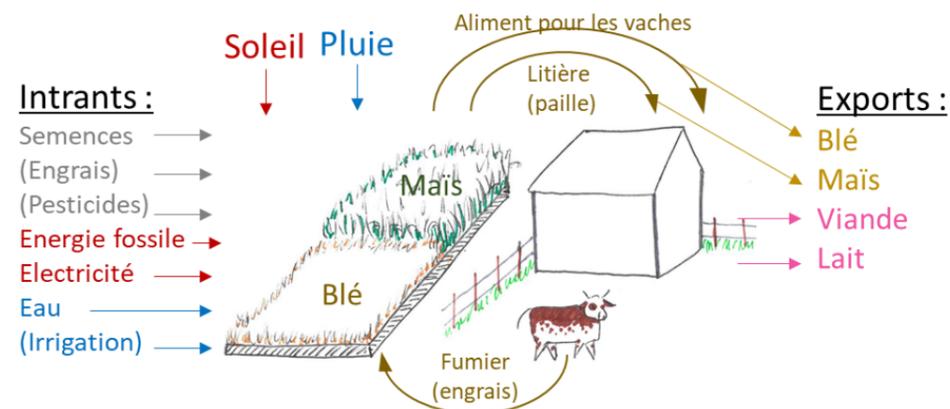
De façon à compenser ce qui est prélevé, les apports d'intrant sont importants pour assurer l'équilibre de l'agrosystème

### Un agrosystème « Elevage hors sol et en bâtiment »



L'agrosystème nécessite d'autant plus d'intrants que la vache ne peut pas utiliser l'énergie solaire ! (contrairement à une plante). Pour rappel, un élevage hors sol est un élevage qui achète la quasi-totalité des aliments donnés à ses animaux (il n'est pas nécessairement en bâtiment). Ceci est une situation plutôt théorique, car d'une part les élevages bovins hors sols sont très extrêmement rares en France, et d'autre part les exploitations hors sols peuvent s'insérer dans un réseaux de fermes à l'échelle territoriale, ce qui referme les cycles (voir partie suivante).

### Un agrosystème « Ferme en polyculture-élevage »



Cet agrosystème fonctionne de façon cyclique, les ateliers de production végétale et animale sont complémentaires, et limitent l'utilisation d'intrants. Dans le cas de vaches au pâturage, ces dernières entretiennent les prairies et déposent le fumier sur place : c'est autant de carburant économisé !

### La complémentarité animal-végétal est nécessaire

Au niveau de l'exploitation agricole : les fermes de polyculture élevage

Qu'est-ce qu'une ferme de polyculture élevage ? « L'exploitation de polyculture-élevage représente un modèle qui associe sur l'exploitation, plusieurs cultures et un ou plusieurs élevages. C'est un système complexe, diversifié et peu spécialisé. »<sup>2</sup> C'est un cas très répandu en France mais souvent moins chez nos voisins Européens.

Le site [Dictionnaire d'Agroécologie](#), alimenté par l'INRA et ses partenaires, affine la définition :

La polyculture-élevage est un système de production agricole combinant une ou plusieurs cultures (destinée(s) à la vente et/ou à l'alimentation des animaux) et au moins un élevage. [Par définition, de nombreuses combinaisons d'animaux, de cultures sont possibles et en proportions variables.] Un tel système tend vers l'agroécologie quand les animaux sont alimentés par les cultures et prairies, lesquelles sont fertilisées en retour par leurs déjections. **La polyculture-élevage peut se définir au niveau d'une exploitation agricole ou entre exploitations agricoles (au moins deux ou un collectif)** se coordonnant pour la gestion de flux de matières (grain, fourrage, effluent) ou via une organisation économique (par ex. une coopérative) gérant ces flux.

Par comparaison avec un système agricole spécialisé (en cultures ou en élevage), la polyculture-élevage à visée agroécologique est une forme d'agriculture intégrée : les cultures fournissent le grain (céréales et protéagineux) et des résidus de cultures (paille, coproduits) voire des fourrages (foin de luzerne, etc.) à l'élevage, lequel lui restitue des effluents organiques (lisier, fumier). Cette intégration entre cultures et élevage favorise l'autonomie du système vis-à-vis des intrants (fertilisants, pesticides, aliments pour le bétail, etc.). Enfin, la polyculture-élevage permet une meilleure résilience du système face à des aléas climatiques et économiques.

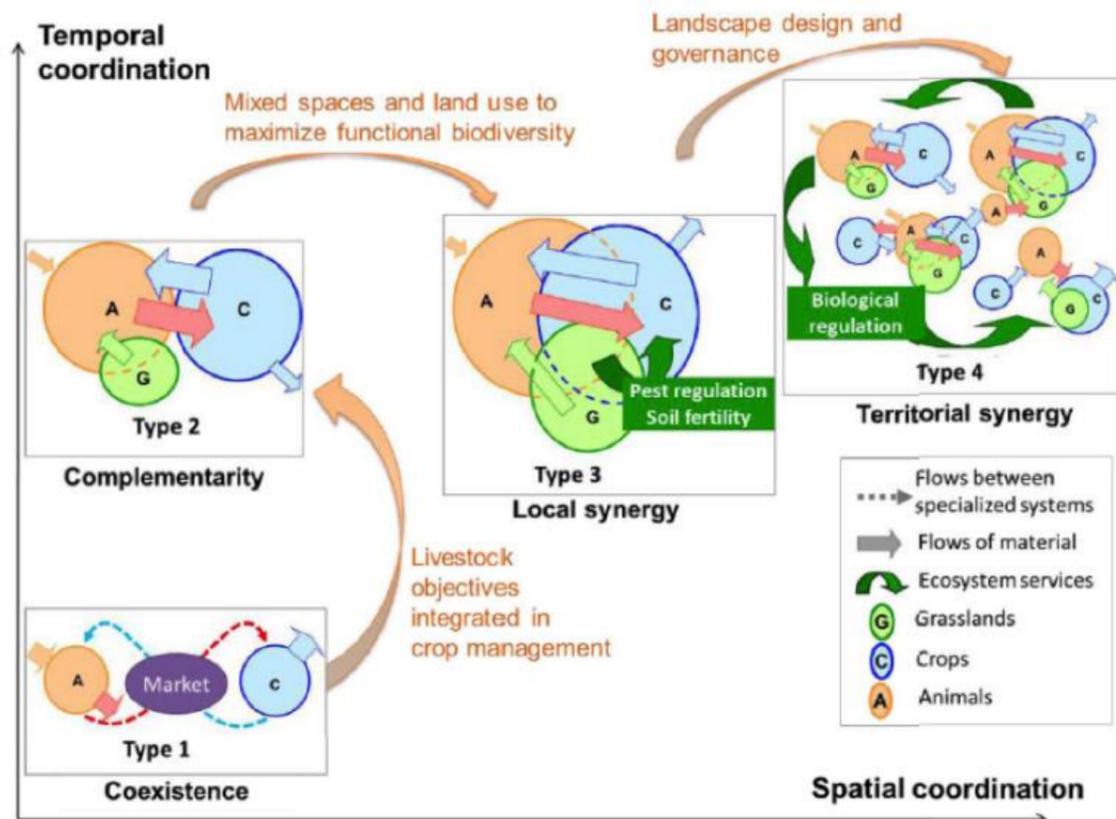
<sup>2</sup> Définition sur le [site des indicateurs de durabilité des exploitations agricoles](#) du Ministère de l'Agriculture.



Site du RMT  
SPyCE  
Systèmes de polyculture élevage

Témoignage d'un arboriculteur ayant ajouté des moutons lors de leur conversion en agriculture biologique

Autre témoignage dans une ferme très diversifiée (/!\ exploitation un peu atypique par rapport à la moyenne française)



La complémentarité entre les productions animales et végétales peut aussi avoir lieu au niveau d'un territoire.

Résultats du projet CANTOGETHER<sup>3</sup>

Le niveau de coordination spatiale et temporelle permet de définir 4 principaux cas de complémentarité entre animaux et végétaux :

- Le type 1 représente une **situation de non-intégration**, c'est-à-dire la simple coexistence de fermes spécialisées qui peuvent échanger des produits sur le marché (par exemple, acheter des aliments pour les animaux).
- Le type 2 est **le cas le plus simple d'intégration**. Il y a des échanges dans une même ferme entre les cultures, les prairies et les animaux (aliments, paille, fumier ...) grâce à l'intégration des objectifs de l'élevage dans le choix des cultures (par exemple le maïs ensilage\*) et la gestion (par exemple la fertilisation organique).
- Le type 3 montre **une plus forte intégration entre les différentes sphères**, ce qui génère des synergies locales à l'échelle de la ferme. Par exemple, réaliser une rotation\* entre les cultures et les prairies, l'introduction de légumineuses et/ou d'intercultures\* ont des effets positifs sur la biodiversité, ce qui induit des services écosystémiques en lien avec la régulation des ravageurs ainsi que la fertilité du sol.
- Le type 4 correspond à **une situation où plusieurs fermes de type 3 interagissent au niveau territorial** à travers l'aménagement paysager et la gouvernance territoriale.

Cette typologie nous permet de caractériser l'intégration au niveau de la ferme. La proportion de chaque type à l'échelle territoriale peut fournir une caractérisation du niveau d'intégration du territoire étudié.

\*ensilage = aliment pour les animaux constitué d'une plante broyée puis fermentée pour être conservée

\*rotation = consiste à alterner le type de cultures cultivées sur une même parcelle d'une année sur l'autre

\*interculture = Cultures réalisées entre deux cultures principales, pour améliorer la qualité du sol ou sa fertilité

<sup>3</sup> CANTOGETHER (FP7 2012-2015; Grant Agreement # 289328), résultats consultables [ici](#)

## Systèmes d'élevage et durabilité

Les programmes de formation de SVT (de l'ancien programme de 1<sup>ère</sup>) ainsi que les contenus des manuels scolaires suggéraient que l'élevage était moins efficace que les cultures, et donc moins apte à nourrir le monde en 2050. Face à ces suggestions, il nous apparaît intéressant d'apporter certains éléments de réponse. Une des principales idées à retenir est qu'il existe plusieurs façons de définir l'efficacité d'un système.

## Quelle efficacité pour les systèmes d'élevage ?

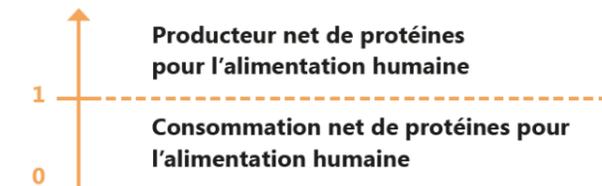
Publication de référence : [Efficacité alimentaire des élevages, GIS Elevages Demain<sup>4</sup>](#)

On dit souvent que l'élevage nécessite un apport en protéines végétales important pour une production de protéines animales relativement faible (2 à 10kg/ kg produit selon les espèces)<sup>5</sup> ou 7 kcal végétales pour 1 kcal animale<sup>6</sup> (de 16 pour une production de bœuf, à 3 pour une production de poulet).

Cette analyse ne prend pas en compte l'origine de ces protéines. Dans le cas de l'alimentation des ruminants, une très grande partie des protéines consommées provient d'aliments non consommables par l'homme. Ceci est plus nuancé pour les monogastriques qui ayant un système digestif bien plus proches du nôtre, ont un régime alimentaire ressemblant également au nôtre ! La quantité de protéines animales produites à partir de protéines non consommables par l'homme est un indicateur très important, et dans certains cas il y a une création nette de protéines consommables par l'homme comparativement à ce qui est contenu dans les aliments fournis aux animaux => **définition de l'efficacité nette (ci-contre)**

**Pour les protéines, une efficacité nette supérieure à 1 indique que le système d'élevage a produit davantage de protéines animales « consommables par l'homme » qu'il n'a consommé de protéines végétales « consommables par l'homme ».** Le système d'élevage est ainsi considéré comme **producteur net de protéines consommables** et a une contribution nette positive à la production de protéines alimentaires. Inversement, une efficacité protéique nette inférieure à 1 indique que le système d'élevage est consommateur net de protéines « consommables par l'homme » et il a une contribution nette négative à la production de protéines alimentaires. Le principe est le même pour l'énergie.

## Efficacité protéique nette



<sup>4</sup> Laisse S., Baumont R., Turini T., Dusart L., Gaudré D., Rouillé B., Benoit M., Rosner P.-M., Peyraud J.-L., 2017. [Efficacité alimentaire des élevages : un nouveau regard sur la compétition entre alimentation animale et humaine](#). Colloque du GIS Elevages Demain, 17/10/2017, Paris.

Laisse, S., Baumont, R., Dusart, L., Gaudré, D., Rouillé, B., Benoit, M., Veysset, P., Rémond, D., & Peyraud, J.-L. (2019). [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 Productions Animales, 31(3), 269-288.

<sup>5</sup> Delaby, L., Durmad, J. Y., Béline, F., Lescoat, P., Faverdin, P., Fiorelli, J. L., ... & Durand, P. (2014). [Origin, quantities and fate of nitrogen flows associated with animal production](#). Advances in Animal Biosciences, 5(s1), 28-48.

<sup>6</sup> Bender, A. E. (1992). [Meat and meat products in human nutrition in developing countries](#).

## Qu'est-ce que l'efficacité alimentaire des élevages ?

■ **L'efficacité alimentaire** est le rapport entre la quantité de produits animaux issus de l'élevage et les ressources alimentaires utilisées pour les produire.

$$\text{Efficacité alimentaire d'un élevage} = \frac{\text{Produits (viande, lait, œufs)}}{\text{Consommations d'aliments}}$$

Pour évaluer cette contribution nette, une approche consiste à dissocier la part des végétaux qui est effectivement consommable par l'homme de celle qui ne l'est pas. De la même façon, les produits animaux non consommables (saisies, pertes, abats, laine, peaux et autres coproduits à usages non alimentaires) sont aussi à écarter du calcul.



L'efficacité de conversion des aliments par un système d'élevage peut donc se calculer de deux manières :

- La première consiste à prendre en compte tout ce que l'animal ingère (fourrages, céréales, protéagineux, coproduits, etc.) et tout ce qu'il produit (lait, œufs, animaux entiers) : **c'est l'efficacité brute.**

$$\text{Efficacité brute de conversion des aliments} = \frac{\text{Produits de l'élevage}}{\text{Consommations par l'élevage}}$$

- La seconde, proposée par Wilkinson (2011) et Ertl *et al.* (2015) consiste à ne considérer que les consommations par l'élevage qui entrent en compétition avec l'alimentation humaine, c'est-à-dire qui sont « consommables par l'homme » (grains décortiqués de céréales, protéagineux, etc.), et seulement les produits de l'élevage « consommables par l'homme » (lait, œufs propres à la consommation humaine, viande, abats, coproduits alimentaires des carcasses) : **c'est l'efficacité nette de l'élevage pour la production d'aliments.**

$$\text{Efficacité nette de conversion des aliments} = \frac{\text{Produits de l'élevage "consommables par l'homme"}}{\text{Consommations par l'élevage de végétaux "consommables par l'homme"}}$$

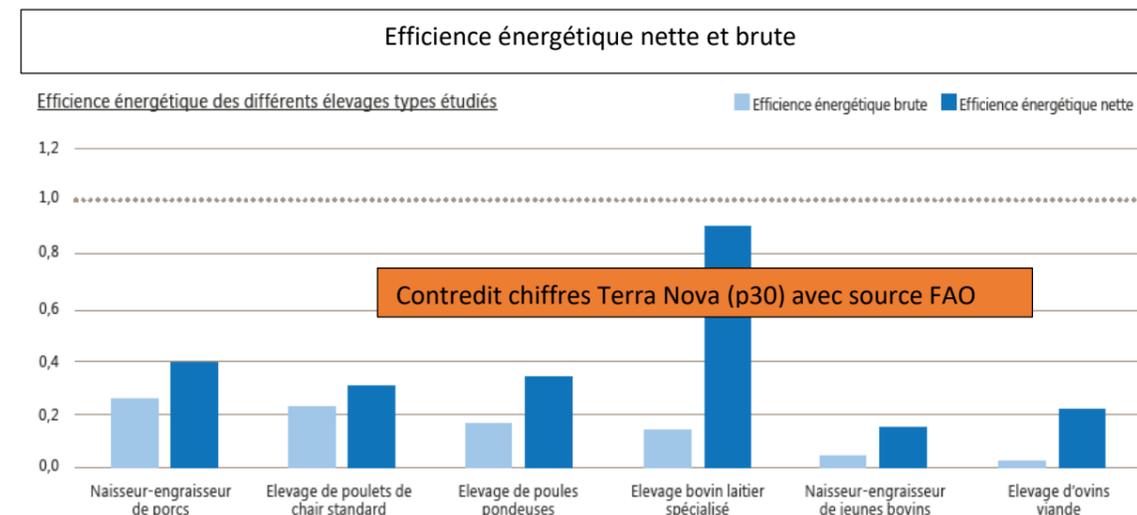
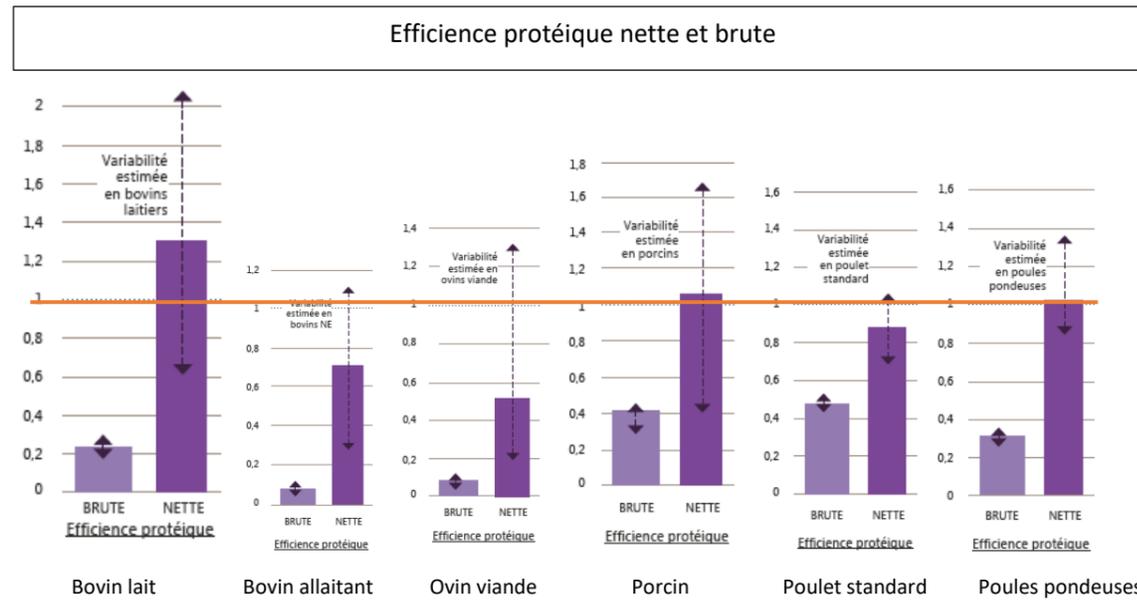
Ces calculs peuvent être conduits pour différentes caractéristiques nutritionnelles des aliments, notamment pour **les protéines**, principal intérêt des produits animaux (en kg de protéines brutes), **et pour l'énergie** (en kcal d'énergie brute).

Wilkinson J. M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal*, 5, 1014-1022.

Ertl P., Klocker H., Hörtenhuber S., Knaus W., Zollitsch W., 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems*, 137, 199-225.



En résumé :



Ruminants	Monogastriques
<p>■ <b>Les élevages bovins laitiers français sont souvent producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine</b>, notamment les systèmes herbagers<sup>7,8,9</sup>. Pour produire 1 kg de protéines issu de l'élevage bovins laitiers (lait et viande), moins d'un kilogramme de protéines végétales consommables par l'Homme est utilisé pour une majorité d'élevages.</p> <p>■ <b>Les élevages de ruminants spécialisés viande sont rarement contributeurs nets de protéines</b>. Pour l'être, ils doivent être très économes en concentrés et/ou valoriser essentiellement l'herbe et/ou les coproduits végétaux car les ruminants restent des piètres transformateurs de céréales.</p> <p>■ Les systèmes de production les plus herbagers seront moins sensibles à une valorisation accrue des protéines végétales dans l'alimentation humaine.</p> <p>■ Il demeure une très grande variabilité intra-type de système ce qui montre que <b>des marges de progrès importantes existent</b>.</p>	<p>■ Les ateliers de monogastriques peuvent être producteurs nets de protéines. C'est notamment le cas des <b>systèmes d'élevages utilisateurs de coproduits (de céréales et de pois), de tourteaux de colza et de tournesol non consommables en alimentation humaine</b>.</p> <p>■ Du fait de leur cycle de reproduction court et de leur croissance rapide, <b>les monogastriques ont globalement besoin de consommer moins de végétaux par kg de viande produite</b> que les ruminants ce qui compense le fait que leur alimentation fasse plus appel à des aliments consommables par l'homme. De plus, une part plus élevée de leur carcasse entre dans la chaîne alimentaire.</p> <p>■ L'efficacité nette de ces ateliers est très variable selon la composition des aliments. Elle serait aussi très fortement réduite dans l'hypothèse d'une valorisation accrue des protéines végétales dans l'alimentation humaine.</p>
<p>Les monogastriques (porcs conventionnels, poulets de chair standard, poules pondeuses) produisent entre 0,7 et 1,6 kg de protéines animales par kg de protéines végétales consommables par l'homme selon les modes d'alimentation. Les élevages bovins laitiers produisent de 0,6 jusqu'à plus de 2 kg de protéines animales pour 1 kg de protéines végétales consommable par l'homme. Leur efficacité nette est d'autant plus importante que la part d'herbe dans la ration s'accroît. La production de viande de ruminant est moins efficace, mais surtout l'efficacité est très variable. Si certains systèmes transhumants ne consomment aucune protéine consommable par l'homme et ont donc une efficacité « infinie », certains ateliers d'engraissement produisent à peine 0,2 kg de protéines animales consommables par kg de protéines végétales consommables.</p>	

<sup>7</sup> Peyraud, J. L. (2017, July). The role of grassland based production system for sustainable protein production. In 54. Annual meeting of the brazilian society of animal science (p. np). Brazilian Society of Animal Science. ([étude appliquée à l'Europe](#))

<sup>8</sup> van Zanten, H. H., Mollenhorst, H., Klootwijk, C. W., van Middelaar, C. E., & de Boer, I. J. (2016). Global food supply: land use efficiency of livestock systems. The International Journal of Life Cycle Assessment, 21(5), 747-758. ([étude appliquée aux Pays-Bas](#))

<sup>9</sup> Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W., & Zollitsch, W. (2015). The net contribution of dairy production to human food supply: the case of Austrian dairy farms. Agricultural systems, 137, 119-125. ([étude appliquée à l'Autriche](#))

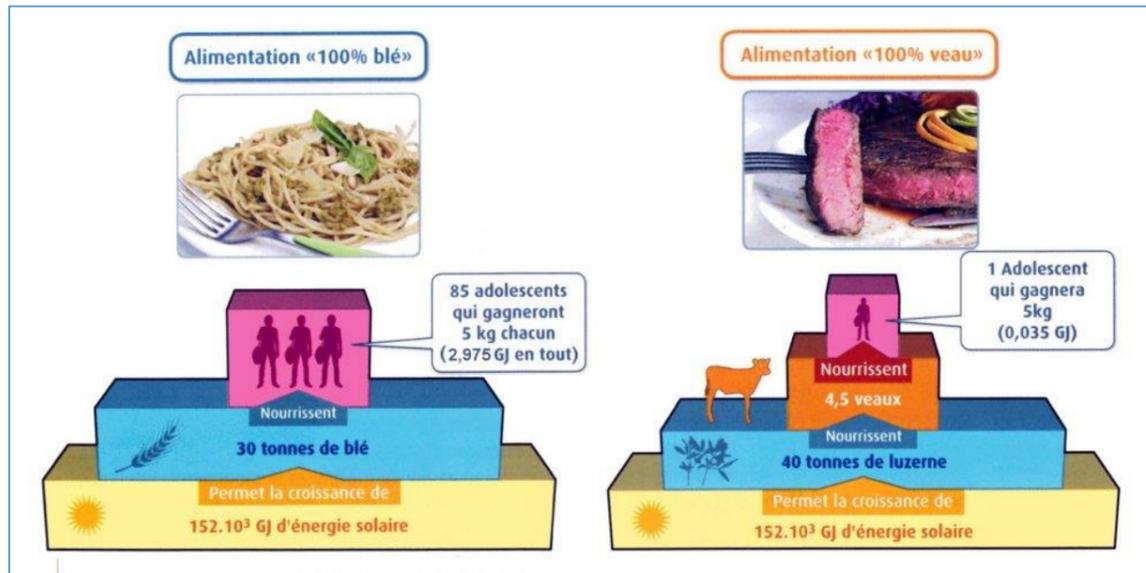
Peut-on faire une comparaison efficacité animale et végétale ?

La comparaison entre des systèmes animaux et végétaux est parfois représentée dans les manuels comme illustré ci-contre. Les deux systèmes sont comparés en fonction de la quantité de tissus humains permis par une même surface ou une même quantité d'aliments.

Une des premières remarques que nous soulevons est que, comme souvent, les sources des chiffres affichés ne sont pas indiquées. Dans certains cas, ils sont même aberrants et erronés (dans la figure du haut par exemple, se référer à notre [étude sur le contenu des manuels](#) pour les détails).

Par ailleurs, d'un point de vue méthodologique, bien que théorique, le fait de comparer des régimes constitués uniquement de blé ou de veau est aberrant : l'homme ne peut pas se nourrir uniquement d'un aliment. Par ailleurs, raisonner en quantité de tissus humains créés est également aberrant : les adolescents ne sont pas des animaux à l'engraissement. Les adultes ont également besoin de se nourrir, et ne synthétiseront pas nécessairement de nouveaux « tissus humains » dans le cadre d'un régime adapté.

Enfin, les programmes axent beaucoup les analyses sur l'aspect énergétique, mais il ne faut pas oublier que l'élevage fournit notamment des aliments riches en protéines de bonne qualité (car riche en aminés essentiels) et digestibles, ce qui signifie que pour obtenir les mêmes bénéfices en protéines à partir d'un régime exclusivement végétal, il faudrait consommer beaucoup plus de végétaux.



En haut : un exemple extrait du manuel Belin 1<sup>ère</sup> S, qui précise en dessous de la figure : « La chaîne alimentaire blé -> adolescent correspond au cas théorique d'adolescents qui, pendant un an, se nourriraient uniquement d'aliments à base de blé (semoule, pâtes, etc.). La chaîne alimentaire luzerne -> veau -> adolescent correspond au cas théorique d'adolescents qui, pendant un an, se nourriraient uniquement de veau. En une année, la masse d'un adolescent augmente de 5 kg. »

A gauche : un autre exemple issu du même éditeur pour la série 1L/ES. Noté en dessous : « 100g de céréales -> 1g de tissus humains »  
« 100g de céréales -> 14g de bœuf -> 0,5g de tissus humains »



\*\*\* PerfAlim, un outil de simulation du potentiel nourricier

PerfAlim est un calculateur de la performance nourricière des producteurs et territoires agricoles. Son utilisation répond à trois objectifs :

- Informer les acteurs sur le potentiel nourricier de leur exploitation, abordé sous l'angle de la satisfaction des besoins nutritionnels de la population en énergie et protéines, avec des données représentatives et homogènes, et fondées sur un modèle simple et transparent.

- Aider les acteurs dans l'arbitrage des choix stratégiques de conduite de leur exploitation, en intégrant aux différents indicateurs de suivi de la performance, la notion de performance nourricière.

- Communiquer auprès du grand public sur la fonction première de l'agriculture, souvent occultée aujourd'hui, qu'est sa fonction nourricière. La performance alimentaire permet de proposer une vision de l'agriculture plus nuancée que celle qui n'en retient souvent que l'impact sur l'environnement.

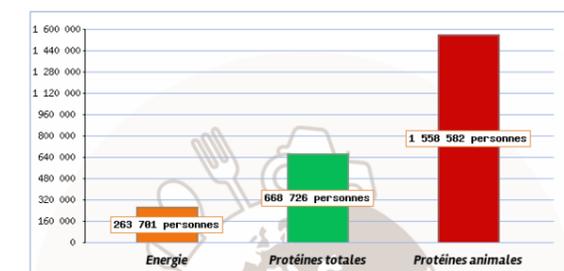
Résultat (version démo)

Cette exploitation agricole peut nourrir jusqu'à **1 558 582 personnes par an** sur la base du contenu en **protéines animales** de ses productions agricoles. \*

\* Ce résultat correspond au potentiel nourricier maximum parmi les trois valeurs calculées par l'outil PerfAlim (voir détail ci-dessous).

Masquer les résultats détaillés

	Energie	Protéines totales	Protéines animales
Valeur nutritionnelle des productions agricoles du périmètre	240 627 179 Mcal/an	12 814 456 kg/an	12 799 856 kg/an
Potentiel nourricier annuel du périmètre	263 701 personnes	668 726 personnes	1 558 582 personnes



Hypothèses des besoins nutritionnels :

Besoin moyen en énergie (en kcal/jour/personne)	Besoin moyen en protéines totales (en g/jour/personne)	Besoin moyen en protéines animales (en g/jour/personne)
2 500	53	23

### Quelle durabilité pour les systèmes d'élevage ?

Un système durable doit être à la fois économiquement viable, socialement vivable, et responsable (éthique, environnement).

Dans les systèmes d'élevage actuels (dans les pays développés), l'homme a cherché à améliorer leur efficacité, ce qui permet d'avoir des protéines animales à moins cher (en termes d'utilisation de ressources et de prix pour le consommateur), mais avec l'inconvénient d'une certaine industrialisation. Ces systèmes sont aujourd'hui moins bien acceptés par certains citoyens.

A l'inverse, il existe aussi dans le monde des élevages très peu efficaces : par exemple dans certaines régions du monde, on pratique un élevage très extensif. Les animaux ont accès à énormément de surfaces, ont une très faible productivité relativement à des systèmes plus intensifs, produisent plus de gaz à effet de serre...

*Dans une prochaine version de ce document, nous veillerons à vous proposer des cas concrets documentés en illustration.*