



Fausse viande ou vrai élevage ?

Comment mieux intégrer les services rendus par l'élevage

Mots-clés : Viande, Elevage

Auteurs : Pascale Mollier¹

¹ Inra, Unité Communication, 147 rue de l'université, 75007 Paris, France

* E-mail de l'auteur correspondant : pascale.mollier@inra.fr

Ce dossier préalablement publié par l'Inra <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Systemes-agricoles/Tous-les-dossiers/Fausse-viande-ou-vrai-elevage> propose des éléments de réflexion sur un sujet de préoccupation croissant dans nos sociétés occidentales : l'élevage et la consommation de viande. En tissant des liens entre différents résultats de recherche, il dégage, non pas des réponses simples, mais quelques pistes sur lesquelles on peut s'appuyer pour construire son propre point de vue.

Résumé :

Ce dossier propose des éléments de réflexion étayés par des résultats de recherches récents. En particulier, une expertise scientifique, réalisée par l'Inra en 2015-2016, s'est penchée sur l'élevage en Europe. A travers une synthèse de la littérature scientifique internationale, elle montre que les services rendus par l'élevage ont été jusqu'à présent sous-estimés par rapport à ses impacts négatifs. Elle montre aussi qu'il est impossible d'établir un bilan global des impacts de l'élevage, positif ou négatif. L'expertise souligne enfin que supprimer totalement l'élevage se traduirait par une perte de services environnementaux et culturels, aussi bien au niveau local qu'au niveau global.

Réduire la consommation de viande dans les pays riches, limiter l'élevage de ruminants aux surfaces en herbe, retrouver les bénéfices du couplage polyculture-élevage, améliorer les élevages industriels de porcs et de volailles, apparaissent comme des pistes plus réalistes et prometteuses que supprimer l'élevage et créer de la viande artificielle en laboratoire.

Abstract: False meat or real livestock?

This paper proposes some thoughts supported by recent research findings. In particular, a scientific evaluation, carried out by Inra in 2015-2016, looked at livestock farming in Europe. Through a synthesis of the international scientific literature, it shows that the services provided by livestock have so far been underestimated in relation to its negative impacts. It also shows that it is impossible to draw up an overall assessment of the impacts of livestock production, whether positive or negative. Finally, the expertise stresses that the total elimination of livestock production would result in a loss of environmental and cultural services, both locally and globally.

Reducing meat consumption in rich countries, limiting ruminant livestock to grasslands, reclaiming the benefits of polyculture-livestock breeding, improving industrial pig and poultry farms, appear to be more realistic and promising than eliminating livestock and producing artificial meat in laboratories.

INTRODUCTION

Aux questions légitimes posées avec de plus en plus d'acuité sur l'élevage et la consommation de viande, on ne peut se contenter de répondre par des slogans simplistes. Ces questions sont complexes parce que notre rapport à l'animal est complexe et questionne la place de l'homme parmi les autres espèces. Tuer un animal pour le manger après l'avoir élevé, même si cet animal n'existerait pas sans cette finalité, n'est pas un acte banal. S'opposer à cet acte peut conduire à

refuser la consommation de viande et de produits animaux. Cependant, un choix acceptable à titre individuel doit-il s'imposer collectivement et à l'échelle mondiale ? Justifie-t-il d'instruire de mauvais procès à la viande et à l'élevage, jusqu'à en prôner la disparition complète ? Parmi les mauvais procès, on trouve des slogans tels que : la viande ruine la santé, la viande gaspille les ressources et affame la planète, l'élevage la détruit.

I. QUELQUES IDEES FAUSSES SUR LA VIANDE ET L'ELEVAGE

« Même lorsqu'ils ont des bases scientifiques, la plupart des arguments avancés pour s'opposer à la viande font la part belle aux généralisations abusives, aux simplifications et aux fausses bonnes idées ». Tel est le constat dressé par

I.1. Les généralisations abusives

Les généralisations abusives consistent à mettre toutes les formes d'élevage « dans le même panier ».

Par exemple, les émissions de gaz à effet de serre sous forme de méthane sont parfois attribuées à l'élevage en général, alors qu'elles concernent essentiellement les « rots » des ruminants.

une récente revue scientifique (Rosner *et al.*, 2016) dont Jean-François Hocquette et Jean-Louis Peyraud, tous deux chercheurs à l'Inra, sont coauteurs.

En outre, que ce soit sur le plan environnemental ou sur le plan du bien-être animal, on ne peut pas considérer de la même façon des systèmes aussi différents que, par exemple, les « feed lots » américains - où les bovins sont engraisés rapidement dans des parcs avec du maïs - et les élevages de bovins dans les pâturages de montagne (Figure 1).

Figure 1 : Deux exemples contrastés de systèmes d'élevage de ruminants



I.2. Les simplifications

Les chiffres doivent être maniés avec précautions. Dans l'idéal, il conviendrait de préciser chaque fois les méthodes et les conditions d'obtention de ces chiffres et d'en relativiser la portée et la signification.

Quelques exemples :

L'eau consommée par l'élevage : que prend-on en compte ? On trouve très fréquemment le chiffre de 15 000 litres d'eau consommée pour produire un kg de viande. Mais ce chiffre, obtenu par la méthode de « water footprint » (empreinte eau) englobe l'eau bleue (eau réellement consommée par les animaux et l'irrigation des cultures), l'eau grise (eau utilisée pour dépolluer les effluents et les recycler) et l'eau verte (eau de pluie). Or cette méthode a été conçue pour des sites industriels et ne tient pas compte des cycles biologiques. En réalité 95% de cette empreinte eau correspond à l'eau de pluie, captée dans les sols et évapotranspirée par les plantes, et qui retourne de fait dans le cycle de l'eau. Ce cycle continuera même s'il n'y a plus d'animaux. La communauté scientifique considère qu'il faut entre 550 à 700 litres d'eau pour produire 1 kg de viande de bœuf (Doreau *et al.*, 2012). En eau utile, d'après la norme Iso14046, il faut 50 litres, l'eau utile étant la quantité d'eau

dont est privée la ressource (eau consommée), pondérée par un facteur de stress hydrique régionalisé : la perte d'un litre d'eau n'a pas le même impact dans le désert qu'en montagne par exemple.

Les gaz à effet de serre (GES) : On compare souvent des chiffres non comparables ! C'est ce qui se passe quand on affirme que l'élevage rejette plus de GES (14,5%) que le secteur des transports (14%) en oubliant que ces deux chiffres sont obtenus par des méthodes différentes ! Le calcul pour l'élevage émane de la FAO, sur le modèle des analyses de cycle de vie, qui inclut diverses dimensions de l'élevage (dont la production des aliments et intrants, la transformation des aliments, les transports, la consommation d'énergie etc.). Alors que le calcul pour les transports, qui émane du GIEC, ne prend en compte que les émissions de GES des véhicules en circulation (les émissions liées à la fabrication des véhicules et à l'extraction, raffinage et transport du pétrole, notamment, ne sont pas prises en compte, alors qu'elles le seraient dans une démarche de cycle de vie.). Par la méthode d'analyse de cycle de vie, cette valeur serait donc beaucoup plus élevée.

I.3. Les fausses bonnes idées

Les fausses bonnes idées consistent à présenter une solution simpliste apparemment convaincante mais en oubliant la complexité de la problématique. Nous en citerons trois largement véhiculés par les médias : la concurrence entre l'alimentation humaine et l'alimentation animale (Figure 2), l'utilisation des terres par l'élevage (Figure 3) et le remplacement de la viande par des substituts.

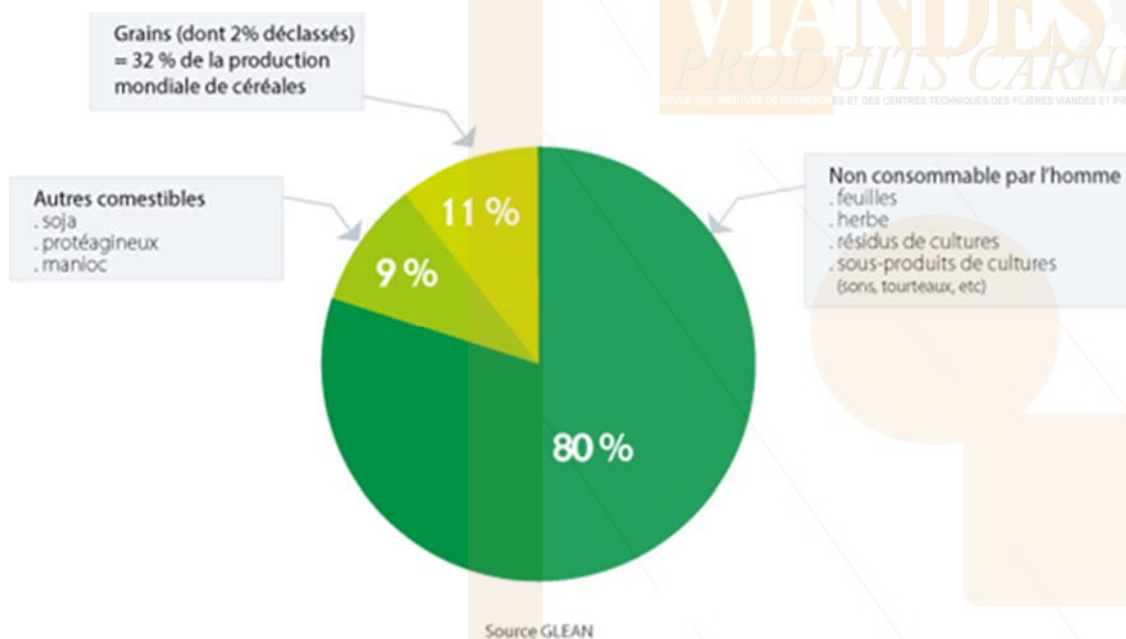
- Supprimer l'élevage réduirait le gaspillage des ressources et l'empreinte carbone de notre alimentation

C'est oublier que plus de 70% de la ration des ruminants est composée de fourrages (herbe, foin, ensilage,

enrubannage) non consommables par l'homme, et que cette herbe provient de prairies qui ont un fort potentiel de fixation du carbone. Des résultats comparables ont été observés en France (Rouillé *et al.*, 2014).

C'est oublier aussi que les aliments concentrés utilisés pour les monogastriques (porcs, volailles) et les herbivores valorisent les résidus de cultures et les sous-produits des filières végétales destinées à l'alimentation humaine ou aux biocarburants (tourteaux, sons, drèches, etc.). In fine, 80% des aliments consommés par les animaux d'élevage ne sont pas consommables par l'homme (Figure 2).

Figure 2 : 80% des aliments consommés par les animaux d'élevage ne sont pas consommables par l'homme



- Réduire drastiquement la consommation des produits animaux améliorerait la santé de l'homme

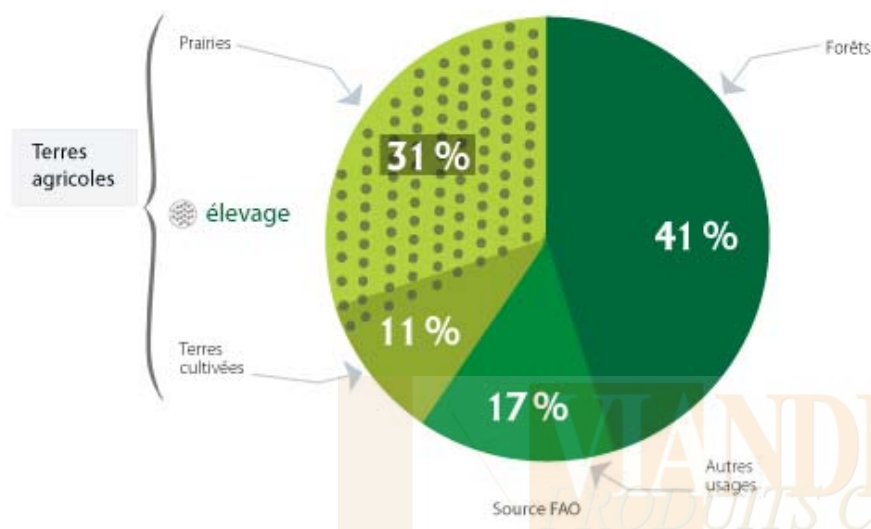
L'exemple des USA est éclairant sur l'effet négatif d'une politique de stigmatisation de la viande : entre 1971 et 2010, la préconisation des autorités de santé américaine de réduire les graisses animales dans les régimes alimentaires a conduit à une augmentation du sucre dans l'alimentation. La prévalence de l'obésité aux USA est passée de 14,5 % à 30,9 % sur cette même période, et en 2012, les diabètes de type 2 touchaient un américain sur dix. La recommandation de réduire les graisses animales a été aujourd'hui purement et simplement supprimée (USDA, 2015). Seuls de forts excès de consommation de viande peuvent être défavorables à la santé, en termes de risques cardiovasculaires et de risques de cancer du côlon.

En revanche, il semble raisonnable de diminuer le ratio protéines animales/protéines végétales (en poids) qui est, dans notre alimentation occidentale, supérieur aux recommandations nutritionnelles internationales. Cette évolution de nos régimes vers moins de viande pourrait aussi avoir un effet bénéfique pour l'environnement.

- Le sol serait mieux utilisé pour la culture de végétaux que pour l'élevage d'animaux

Dire que l'élevage utilise 70% des terres agricoles n'est pas faux, mais on doit préciser aussitôt qu'il s'agit essentiellement de terres non labourables composées de prairies et de zones herbeuses (Les terres émergées se répartissent actuellement en 31% de prairies et zones herbeuses, 11% de terres cultivées, 41% de forêts et zones arbustives, 17% autres usages). Les surfaces en herbe représentent donc 74% (31%/42%) des terres agricoles). De plus, plusieurs études conduites avec l'Inra démontrent les bénéfices environnementaux des prairies. Leurs sols sont plus riches en biomasse microbienne et en biodiversité que les sols des cultures. Ils stockent plus de carbone, sont 20 fois moins sensibles à l'érosion et filtrent mieux les eaux (Programme Genosol. <http://www.dijon.inra.fr/Toutes-les-actualites/communautes-bacteriennes-du-sol>). Plusieurs projets de recherche européens (Programmes Nitro Europe, 2006-2011 <http://www.nitroeuropa.eu/> et Animal Change, 2011-2015 <http://www.animalchange.eu/>) ont montré que le stockage de carbone des prairies compense l'équivalent de 30 à 80% des émissions de méthane des ruminants. Des travaux récents du Cirad viennent d'étendre ces résultats aux zones d'élevage subtropicales (Vigne *et al.*, 2015). Les prairies renferment aussi une diversité floristique favorisant les populations de pollinisateurs.

Figure 3 : L'élevage occupe surtout des terres non labourables <http://www.fao.org/gleam/fr/>



- Remplacer la consommation de viande par des substituts de viande tels que la viande artificielle ou les insectes

La fabrication de viande artificielle *in vitro* est présentée comme une solution pour bénéficier de la valeur nutritionnelle de la viande en se passant d'élevage. Cependant, ce procédé n'est pas au point pour l'instant. Il est énergétiquement très coûteux et utilise massivement des molécules qui sont par ailleurs interdites en élevage

(hormones, facteurs de croissance, antibiotiques, etc.), ce qui conduit à s'interroger sur la pertinence sanitaire, culturelle et environnementale de cette voie d'innovation (Hocquette *et al.*, 2013). Quant à la consommation d'insectes, elle ne dépasse pas 10% des apports alimentaires dans le pays qui en consomme le plus (Zimbabwe). Elle semble plutôt destinée pour l'instant à contribuer à l'alimentation des animaux domestiques (Feillet, 2015).

II. LES CONTOURS D'UN REGIME ALIMENTAIRE DURABLE

Le recoupement de plusieurs études impliquant l'Inra permet de dessiner les contours d'un régime alimentaire « durable », de bonne qualité nutritionnelle tout en préservant la sécurité alimentaire mondiale et

l'environnement. Pour nos pays industrialisés, cela signifie essentiellement manger un peu moins en quantité, réduire les pertes et gaspillages, et augmenter la part de protéines d'origine végétale dans nos menus.

II.1. Réduire le nombre total de calories pour les pays développés

Dans la prospective Agrimonde (2006-2011) (Paillard *et al.*, 2010), les besoins alimentaires de la population mondiale à l'horizon 2050 ont été mis en regard avec le volume de produits agricoles disponibles. Cette prospective montre qu'il serait possible de nourrir les 9 milliards d'habitants de la planète, si on ramène la consommation moyenne par habitant et par jour à 2 000 kcal/jour/habitant, soit une quantité d'aliments disponibles de 3 000 kcal/jour/habitant (en effet, une consommation de 2 000 kcal/jour/habitant implique une quantité d'aliments disponibles de 3 000 kcal/jour/habitant, car il faut prendre en compte les pertes et gaspillages. La disponibilité moyenne en occident se situe plutôt actuellement autour de 4 000 kcal/jour/habitant.).

La prospective Agrimonde-Terra (2011-2016) (Le Mouél *et al.*, 2016), qui prolonge Agrimonde, nuance ce scénario. Partant du principe qu'il est difficile d'envisager un régime alimentaire unique pour tous les habitants de la terre, tant les habitudes alimentaires sont différentes, Agrimonde-Terra s'appuie sur quatre types de régime qui se déclinent selon les régions du monde en fonction de la situation actuelle et des tendances passées. Parmi ceux-ci, un régime « sain » (Healthy) est envisagé qui, selon les régions du monde, se traduit par :

- Un retour de la disponibilité alimentaire au seuil des 3 000 kcal/jour/habitant pour les régions se situant aujourd'hui au-dessus de 3 000 kcal/jour/habitant (Amérique, Europe, Russie, Chine, Afrique du Nord...)

- Une augmentation de la disponibilité alimentaire à 2 750 kcal/jour/habitant pour les régions se situant en dessous de 2 750 kcal/jour/habitant (Inde, Afrique centrale et orientale ...)

- Un maintien de leur disponibilité alimentaire actuelle pour les régions se situant entre 2 750 et 3 000 kcal/jour/habitant (Afrique occidentale, ...)

Ce régime « sain » est inséré dans un des 5 scénarios d'usage des sols imaginés dans cette prospective. Ce scénario, appelé « Land use for food quality and healthy nutrition », est le plus favorable au niveau de la santé nutritionnelle (équilibre alimentaire, baisse des graisses, des sucres, des produits ultra-transformés). Il est aussi le plus vertueux sur le plan environnemental (cycle de la matière organique, émissions de GES). Il permet de nourrir 9,7 milliards d'habitants à l'horizon 2050 sans augmentation notable des surfaces cultivées et avec une augmentation modérée des surfaces pâturées (moins de 10 %) au détriment de la forêt. Il peut se combiner avec une diminution des pertes et gaspillages, mais doit s'accompagner de politiques publiques fortes, notamment nutritionnelles et agricoles, et d'intenses échanges commerciaux pour équilibrer les pays déficitaires. Parmi eux, le Moyen-Orient, par exemple, actuellement au maximum de sa production, dépend aujourd'hui des importations pour 50% de ses besoins, et potentiellement pour 70% en 2050.

II.2. Réduire la part de protéines animales pour les pays développés

Définir une limite supérieure à la consommation de protéines et fixer le ratio optimal entre protéines végétales et protéines animales fait débat : en 2007, l'AFSSA estimait que l'état des connaissances ne permettait pas de définir ce ratio de manière pertinente. De plus, il varie avec l'âge.

Cependant, dans nos pays développés, la consommation de protéines animales est supérieure aux besoins. En effet, on consomme en occident un tiers de protéines végétales (en poids) pour deux tiers de protéines animales (viande, lait, œufs, poisson), alors que les recommandations internationales préconisent plutôt que ce soit moitié moitié. En effet, la quantité moyenne de protéines dans le régime européen est de 59 à 114 g/ jour/habitant, alors que les recommandations de l'OMS sont de 50 à 70 g/ jour/habitant. Il est donc possible de réduire la part de protéines animales dans notre régime alimentaire.

C'est aussi le sens du régime « sain » d'Agrimonde-Terra (Figure 4) : 1) diminution de moitié de la

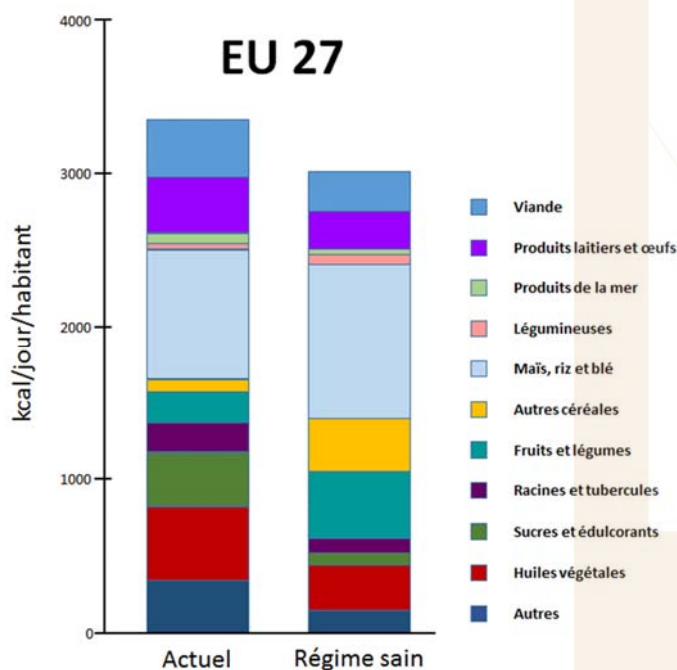
consommation de produits animaux (en calories) en Europe et aux USA (mais avec une stabilisation de la consommation en produits animaux en Chine et une augmentation en Afrique et en Inde) ; 2) augmentation concomitante de la consommation de céréales, légumineuses, fruits et légumes (Chardigny, 2016).

Encadré 1 : Quelques chiffres

Consommation de protéines totales (animales, végétales) :

- En Europe : 59 à 114 g/jour/habitant
- En France : 85 à 90 g/jour/habitant dont 60 à 65 g d'origine animale
- Apports conseillés en protéines (OMS) : 50 à 70 g/jour/habitant dont 25 à 35 g d'origine animale
- Protéines animales pouvant être produites par l'élevage seul sans compétition avec les cultures sur les terres arables : 21 g/jour/personne (van Zanten *et al.*, 2016).

Figure 4 : Régimes alimentaires européens en 2010 (Actuel) et en 2050 (Régime sain) selon le scénario Healthy d'Agrimonde-Terra



Encadré 2 : D'autres améliorations qualitatives de nos menus

- Moins de sel, de sucres et de matières grasses : le projet européen TeRiFiQ (2012-2016), coordonné par l'Inra, propose des reformulations de plusieurs produits (charcuteries, fromages, gâteaux, sauces) qui réduisent significativement leurs niveaux de sel, de sucres et de matières grasses, tout en maintenant leurs qualités nutritionnelles et sensorielles. Transfert technologique en cours. <http://presse.inra.fr/Ressources/Communiqués-de-presse/Des-aliments-moins-salés-moins-gras-et-moins-sucres-dans-nos-assiettes>

- Favoriser l'apport d'acides gras bénéfiques : le projet Agralid (2013-2016), coordonné par l'Inra, a montré que l'on pouvait améliorer l'apport en acides gras en nourrissant les animaux avec des microalgues ou des graines de lin. Le projet propose aussi un outil d'aide à la décision pour composer les menus les plus durables selon différentes contraintes (disponibilité des aliments, coût, environnement) <http://presse.inra.fr/Ressources/Communiqués-de-presse/agralid>

II.3. Réduire la consommation de produits animaux en Europe : c'est possible !

En général, la consommation de produits animaux augmente lorsque les revenus augmentent. C'est ce qui s'est passé en Europe entre 1950 et 1980. Il existe cependant des contre-exemples : actuellement en Pologne, la consommation de viande diminue alors que les revenus augmentent (Dumont *et al.*, 2016).

Globalement, on observe en Europe une diminution de la consommation de produits animaux, notamment de viande

bovine et ovine alors que la consommation de viande de volailles et de produits de la mer s'accroît (Source : FAOSTAT). La consommation européenne de protéines animales reste cependant deux fois plus élevée que la moyenne mondiale et plus élevée que les recommandations de l'OMS.

II.4. Et le fer des produits carnés ?

Des travaux récents ont mis en évidence le rôle central du fer de la viande et des charcuteries dans la survenue des cancers du côlon (revue de Pierre, 2016), pour des niveaux de consommations élevés et en tout cas très supérieurs à

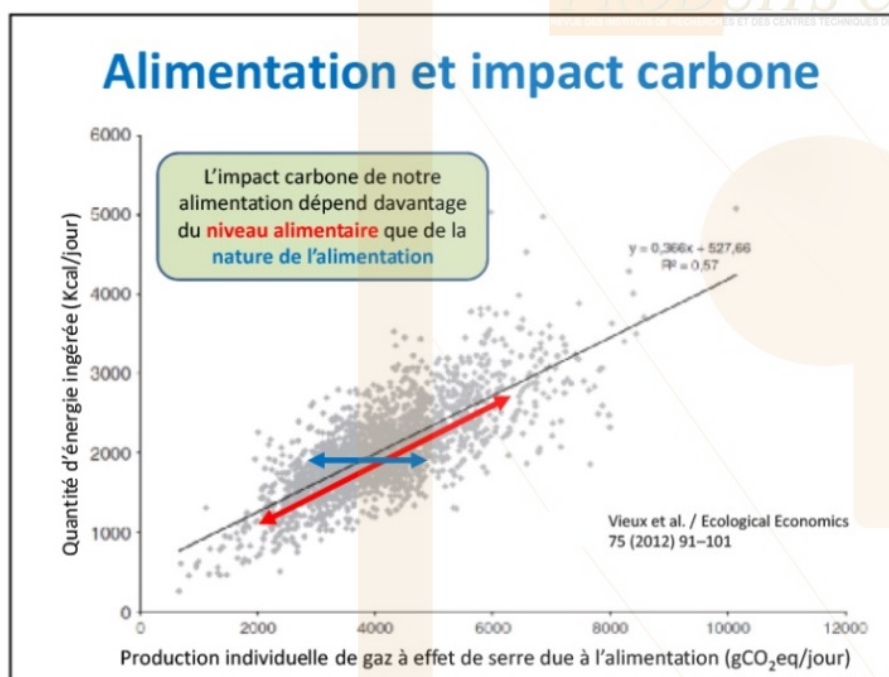
ceux observés en moyenne dans nos pays. En effet, le fer contenu dans les globules rouges oxyde les lipides et provoque la formation d'aldéhydes qui favorisent la survenue de cellules cancéreuses dans le côlon. Cependant,

avec la vitamine B12, c'est ce même fer héminique qui donne aux produits carnés leur principal intérêt nutritionnel car c'est le fer le mieux absorbé par l'organisme. Une solution consiste à accompagner la consommation de viande par des aliments naturels riches en antioxydants, comme les fruits et les légumes, tout en évitant les excès de consommation de viandes rouges et charcuteries (Bastide *et al.*, 2015).

On en revient à des notions de base : des repas équilibrés et variés, viande ET légumes.

Encadré 3 : Impact carbone : les régimes carnés ne sont pas pires
 Sur le plan environnemental, contrairement aux idées reçues, l'impact carbone des régimes carnés n'est pas plus important que celui des régimes plus riches en végétaux. En effet, à apport énergétique égal, ces derniers contiennent de grandes quantités de végétaux. C'est ce qu'a montré une étude cofinancée par l'Inra et l'Ademe (Vieux *et al.* 2013) dans le cadre de DuALIne (2009-2011).
 D'autres études corroborent ce résultat (Figure 5) : l'impact carbone dépend davantage du nombre de calories ingérées que de la composition du régime alimentaire (Vieux *et al.*, 2012).

Figure 5 : L'impact carbone de notre alimentation dépend surtout du niveau alimentaire et moins de la nature de l'alimentation. Reproduit avec la permission de Elsevier



III. LA VIANDE *IN VITRO*, UNE FAUSSE BONNE IDÉE ?

Cultiver des cellules musculaires pour produire de la viande *in vitro* : une solution qui paraît séduisante pour épargner les animaux d'élevage. On en parle dans les médias comme d'un futur possible, voire proche. Depuis la présentation en 2013 du premier steak obtenu à partir de cellules souches, la viande *in vitro* apparaît comme une solution pour résoudre les problèmes de bien-être animal et de sécurité alimentaire, tout en préservant mieux l'environnement que l'élevage traditionnel. Mais est-ce une

solution réaliste ? De quel côté penche la balance coûts-bénéfices ?

En réalité, la communauté scientifique internationale est beaucoup plus sceptique que les médias sur le développement de cette technique et ses avantages (revue de Hocquette, 2016). C'est ce qui ressort notamment d'un numéro spécial d'une revue scientifique (Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(2): 206-294) dans laquelle dix articles examinent les différentes facettes de cette innovation.

III.1. Qu'est-ce que cette viande produite *in vitro* ?

Pour l'instant, il s'agit d'un amas de cellules musculaires qui se multiplient dans des boîtes de Pétri avec un milieu de culture suffisamment riche pour permettre aux cellules de se multiplier, et qui contient pour cela notamment des hormones, des facteurs de croissance, du sérum de veau fœtal, des antibiotiques et des fongicides. Il sera donc nécessaire de produire à grande échelle tous ces ingrédients, dont certains sont précisément d'origine animale... La capacité proliférative de ces cellules souches est limitée et

ne permet pas encore d'obtenir des lignées. Même si on obtient des myotubes qui se transforment en fibres musculaires, on est encore loin d'un vrai muscle, qui mêle des fibres organisées, des vaisseaux sanguins, des nerfs, du tissu conjonctif et des cellules adipeuses. Le premier steak *in vitro* a été assaisonné avec de nombreux ingrédients (chapelure, jus de betterave, safran, poudre d'œuf, etc.) pour se rapprocher du goût de la viande.

III.2. Quels sont les avantages de la viande *in vitro* par rapport à la viande d'élevage ?

Sur le plan environnemental, il est difficile d'évaluer l'impact de ce procédé, car il n'existe pas encore d'usine de production de cette viande artificielle. Différentes estimations n'accordent à ce procédé qu'un impact modéré pour réduire les gaz à effet de serre et la pollution par les nitrates, et un intérêt limité quant à l'utilisation des énergies fossiles (Hocquette *et al.*, 2013 ; Mattick *et al.*, 2015), voire très limité pour l'économie en eau. De plus, les résidus des molécules de synthèse citées ci-dessus et utilisées pour la culture se retrouveraient dans les eaux usées des usines.

III.3. La viande *in vitro* représente-t-elle une solution réaliste pour l'avenir ?

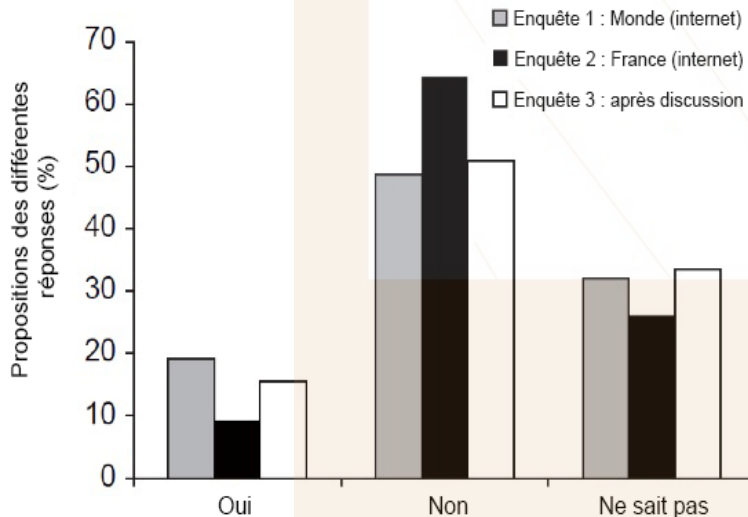
Pour l'instant, le coût de la production de la viande *in vitro* est prohibitif : 250 000 euros pour le premier steak en 2013 ! Même si les coûts vont certainement fortement diminuer, il sera difficile de passer au stade industriel, à moins d'une rupture technologique. C'est difficile à prévoir mais ce n'est certainement pas pour la prochaine décennie ! La mise sur le marché risque aussi de prendre beaucoup de temps. Pour mémoire, un produit tel que le Quorn, produit à partir de mycélium de champignons, qui est plus simple sur le plan sanitaire, a mis plus de vingt ans à s'imposer sur le marché aux USA et au Nord de l'Europe.

Il faut aussi le temps de l'acceptation sociale (Figure 6).

Les seuls avantages indiscutables de la viande *in vitro* seraient de libérer des terres cultivables et d'éviter de tuer les animaux d'élevage. C'est par là-même la logique de l'élevage qui est remise en question, car les animaux sont élevés pour être mangés. Et il faut bien être conscient que si on supprime l'élevage, on supprime tout un pan de l'agriculture, avec des conséquences économiques, sociales, culturelles, environnementales que l'on a tendance à sous-estimer.

Un des articles de la revue considère que ce temps est largement sous-estimé, notamment dans la presse occidentale, attirée par le caractère révolutionnaire de cette innovation (Hopkins, 2015). En effet, une enquête menée auprès de scientifiques et d'étudiants de tous les pays du monde montre que ces consommateurs sont très sceptiques (Hocquette *et al.*, 2015, Figure 6), le prix et la qualité en bouche étant les principaux obstacles, mais aussi la balance coût/bénéfice à l'échelle collective : protéines sans animaux versus perte de culture et de ruralité, progrès scientifique versus contrôle et régulation (Verbeke *et al.*, 2015). Il existe d'autres solutions plus accessibles à court terme pour nourrir l'humanité tout en respectant l'environnement et les animaux.

Figure 6 : Les consommateurs vont-ils acheter et consommer de la viande artificielle ? (Hocquette *et al.*, 2015). Reproduit avec la permission de *Journal of Integrative Agriculture*



Encadré 4 : Avantages et inconvénients de la viande in vitro

Avantages

- Pas ou moins d'abattage d'animaux
- Libération de terres
- Composition nutritive contrôlée et optimisée selon les promoteurs de la viande artificielle mais pas selon les tenants du principe de précaution (difficile de tout contrôler)

Inconvénients

- Coût exorbitant mais susceptible de baisser
- Important besoin de recherche (donc de temps et d'argent) pour une production à grande échelle et à faible coût
- Nombreuses molécules d'origine animale dans le milieu de culture (hormones, facteurs de croissance, sérum de veau fœtal)
- Résidus polluants potentiels (fongicides, antibiotiques, hormones, etc.)
- Faible acceptabilité sociale au moins de nos jours
- Vivre sans élevage ? Perte de notre culture et de la ruralité

Incertitudes

- Impact environnemental discuté, avec de fortes marges d'incertitude (énergie, GES, eau, nitrates, pollution)

Encadré 5 : Substituts à la viande : faites votre choix !

- Le steak de la start up Impossible Food (Silicon Vallée) est composé de blé, d'huile de noix de coco, de pomme de terre, et pourtant, il est saignant comme un vrai steak grâce à l'addition de « sang végétal », une protéine extraite des racines de légumineuses !

- La société Beyond Meat (Missouri) propose un « blanc de poulet » 100% végétal, à base de protéines de soja et de pois, fibres de carotte, huile de colza, agent de saveur végétale et un colorant : le dioxyde de titane. Prix : 19 euros/kg...

- Encore plus fort, le projet « Nourished » (Los Angeles) étudie un repas en réalité virtuelle, composé de cubes de gelée d'algues générés par une imprimante 3D, dégustés avec un casque et un générateur d'arômes donnant l'illusion de la viande...

- Carrément dérangeant, un scientifique japonais purifie des protéines à partir des boues d'épuration de la ville de Tokyo (riches en excréments humains) pour les rendre comestibles

<https://www.youtube.com/watch?v=q4u3SV60x3A>

- Quatre sociétés principales se consacrent à la production de viande in vitro à partir de cellules souches : Mosa Meat (Pays-Bas), avec le créateur du premier steak in vitro, le scientifique néerlandais Mark Post ; Memphis Meats (San Francisco) : 18 000 dollars/kg de viande in vitro ; Supermeat (Tel Aviv) (poulet) ; Modern Meadow (Brooklin) : fabrication de chips de viande par impression 3D. Prix : 100 dollars/pièce.

III.4. Quelles sont les solutions pour nourrir le monde ?

Plusieurs solutions non exclusives et complémentaires existent. Une première solution consiste à réduire fortement le gaspillage alimentaire qui représente environ un tiers des aliments produits, ce qui est fortement recommandé aujourd'hui (Guillou et Matheron, 2011) et encouragé par les politiques publiques. Une seconde solution serait de manger un peu moins en quantité et d'augmenter la part des protéines végétales dans nos menus aux dépens des protéines animales sans pour autant supprimer la viande de notre alimentation (Le Mouël *et al.*, 2016). Il existe des protéines de qualité dans les légumineuses, les céréales complètes et les produits simili-carnés comme le tofu. Plusieurs entreprises mettent au point des steaks végétaux ressemblant

par leur goût et leur forme à la viande. Une troisième solution consisterait à diversifier les sources de protéines animales en empruntant les habitudes alimentaires d'autres cultures (autres animaux, petits mammifères, insectes, reptiles, etc) mais cela peut aussi poser des problèmes d'acceptation sociale (Feillet, 2015). On doit aussi promouvoir les formes d'élevage à haute valeur environnementale, basés sur une forte autonomie alimentaire ou fourragère pour les ruminants. Enfin, la modernisation de l'élevage, avec la sélection génétique, les économies d'échelle, devraient contribuer à couvrir la demande en produits carnés avec plus d'efficacité.

IV. L'ELEVAGE DE RUMINANTS RESTE NECESSAIRE

L'élevage de ruminants est critiqué car il est plus émetteur de gaz à effet de serre que l'élevage des monogastriques. Cependant, il joue un rôle essentiel dans les

territoires ruraux au sein desquels il assure de nombreux services, économiques, sociaux et environnementaux. Il n'y a pas d'agriculture durable sans cet élevage.

IV.1. L'élevage de ruminants est irremplaçable pour le maintien des territoires

Les ruminants valorisent plus de 60% de la Surface Agricole Utile (SAU) française, dont de nombreuses zones impropres aux cultures, et sont présents dans plus de 95% des petites régions agricoles françaises. Ils contribuent à entretenir et donc à maintenir des paysages ouverts et diversifiés qui font partie de notre patrimoine culturel. « Sans élevage, le massif central deviendrait une friche puis une forêt. Les prairies permanentes ne seraient plus entretenues et disparaîtraient. Or, elles ont un rôle clé dans la séquestration de carbone dans le sol, réduisant ainsi l'empreinte carbone de l'élevage. Avec les structures

associées (bord de champ, haies, talus, fossés,...), elles sont aussi source de biodiversité et fournissent des habitats pour la faune sauvage et les insectes pollinisateurs » développe Jean-Louis Peyraud.

L'élevage est aussi un gisement d'emplois important : plus de 800 000 personnes en France exerce un emploi dépendant de l'élevage, toutes espèces confondues, dont 415 000 sur les exploitations et 470 000 dans des emplois indirects (Lang *et al.*, 2015, <http://www.inra.fr/Grand-public/Economie-et-societe/Toutes-les-actualites/Emplois-lies-a-l-elevage>).

Encadré 6 : L'élevage, un éclairage au niveau mondial

En 2050, les perspectives internationales tablent sur une augmentation de 60 à 100% des productions animales, localisées surtout dans les pays du Sud. Le doublement des productions animales permettrait aux habitants du Sud d'atteindre seulement un tiers de la consommation des habitants du Nord.

Actuellement, la viande la plus consommée dans le monde est le porc (36,3%, essentiellement en Chine), puis la volaille (35,2%), les bovins et buffles (22,2%) et les ovins et caprins (4,6%) (source : FAO, 2012)

L'élevage a dans les régions du Sud un poids économique et social particulièrement fort, en tant que « capital sur pied ».

- 70% des animaux d'élevage sont hors pays industrialisés.

- La moitié des cultures vivrières des pays en voie de développement utilise des animaux de trait.

- L'élevage emploie 1,3 milliard de personnes dans le monde et contribue à faire vivre 1 milliard de pauvres dans les pays du Sud.

Encadré 7 : La disparition de l'élevage conduit à la désertification

Au cours du 19^e siècle, un milliard d'hectares de terres arables a disparu dans le monde, soit la surface des Etats-Unis. La cause principale en est la disparition de l'élevage et de ses fonctions, qui a conduit à une désertification des terres. Les sols pâturés contribuent en effet par leur texture et la couverture en herbe à la limitation des pertes d'eau par ruissellement et à la recharge des nappes phréatiques. Ainsi, la substitution des productions animales par les productions végétales ne s'accompagne pas toujours d'effets bénéfiques pour l'environnement.

Liens du dossier : <http://www.sad.inra.fr/Toutes-les-actualites/Vivre-avec-les-animaux>

IV.2. L'élevage est une composante essentielle dans les cycles de nutriments

Les effluents d'élevage représentent en Europe un gisement d'azote et de phosphore presque équivalent (pour l'azote) et même plus important (pour le phosphore) que la quantité d'engrais minéraux apportés aux sols (Expertises collectives « Elevage et Azote » (Peyraud *et al.*, 2012) et « Valorisation des effluents » (Houot *et al.*, 2016)).

Ils constituent en outre une source de matière organique indispensable à la fertilité des sols. Les sols des pâturages

sont, comme les sols forestiers, plus riches en biomasse que les sols des cultures annuelles. La diversité de leur microflore et microfaune est également plus grande (Programme Genosol). Ainsi, la bonne valorisation des effluents issus de l'élevage permet de réduire les besoins en engrais de synthèse.

IV.3. L'élevage nourrit l'homme en valorisant des végétaux non consommables par l'homme

L'élevage est consubstantiel de l'agriculture : outre la production de matière organique fertilisante, il valorise les coproduits des cultures et l'herbe des prairies. Il transforme ainsi en produits à haute valeur nutritionnelle des biomasses non utilisables pour l'alimentation humaine (plus de 8 millions de tonnes au niveau national).

pas digestibles pour l'homme : 70% de fourrages, contre 30% d'aliments concentrés. Seule une fraction des protéines contenues dans les aliments concentrés serait directement utilisable par l'homme. Ainsi, une vache laitière produit 2 kg (voire jusqu'à 3 ou 4 kg dans les systèmes très herbagers.) de protéines animales (viande, lait) à partir de seulement 1 kg de protéines végétales qui seraient directement utilisables en alimentation humaine (Source : GIS Elevage demain).

Encadré 8 : Réduire l'impact carbone des élevages, c'est possible

Il existe d'importantes marges de manœuvre pour réduire l'impact carbone de l'élevage

Un rapport récent de la FAO (Gerber *et al.*, 2014) indique que la réduction pourrait être de 18 à 30 % si les producteurs au sein des mêmes systèmes, d'une même région et sous les mêmes conditions climatiques adoptaient les pratiques des producteurs ayant les intensités les plus basses. Les pratiques à modifier concernent la gestion des pâturages, l'alimentation, les techniques d'élevage et de santé animale et de gestion des effluents. 70% du potentiel de réduction se trouve dans les pays en voie de développement.

Les produits de l'élevage font partie de notre patrimoine gastronomique et culturel ...avec plus de 1000 fromages et de très nombreuses appellations d'origine mais aussi la production de viande sous label (label rouge, etc...). De plus, la production laitière est indissociable de la production de viande : près de 40% de la production de viande française provient du troupeau laitier (Source : Synthèses France Agrimer, n°12, février 2012).

L'animal a toujours occupé une place centrale dans toutes les sociétés humaines : d'abord mangeurs de carcasse, les premiers hommes sont d'abord devenus chasseurs-cueilleurs. Puis, l'homme a développé des rituels et des mythes autour des animaux ainsi que la domestication rendant les animaux encore plus proches. Le couple homme-animal a donc évolué tout en étant omniprésent (Patou-Mathis, 2009).

La ration des ruminants par exemple se compose essentiellement de fourrages, dont les constituants ne sont

V. POUR UNE VUE D'ENSEMBLE DES IMPACTS ET SERVICES DE L'ELEVAGE EN EUROPE

Une expertise scientifique collective conduite par l'Inra (Dumont *et al.*, 2016) permet d'analyser l'ensemble des impacts et services de trois grands types d'élevage représentatifs en Europe. Cette expertise, commanditée par les ministères en charge de l'Ecologie et de l'Agriculture et par l'Ademe, analyse l'ensemble des impacts sociaux, économiques et environnementaux de l'élevage, ainsi que ses services marchands et non marchands. Cette analyse souligne souvent des oppositions entre services telles que : environnement/production ou emploi/compétitivité. Il est donc hasardeux d'établir un bilan global, positif ou négatif, car la hiérarchie des priorités à donner à certains services doit relever *in fine* d'un arbitrage politique.

V.1. Des critiques liées à une vision parcellaire de l'élevage

Dix années après la publication du rapport de la FAO Livestock's long shadow (Steinfeld *et al.*, 2006), l'élevage fait actuellement l'objet de nombreuses critiques : impacts négatifs sur l'environnement, concurrence avec l'alimentation humaine pour les cultures de céréales et

V.2. Une approche originale par bouquets de service

L'expertise a élaboré un cadre d'analyse qui permet de visualiser l'ensemble des impacts positifs et négatifs de l'élevage sous forme de « bouquets de services », classés en cinq catégories d'effets :

- les marchés,
- le travail et l'emploi,
- les intrants,

V.3. Il y a plusieurs types d'élevage

Trois grands types de territoires ont été distingués en Europe. A chacun de ces territoires, correspond des bouquets de services différents :

- Territoires denses en animaux et peu herbagers (11% de la SAU européenne)

Ces territoires, à forte densité d'élevages, fournissent aux marchés une forte production à des prix compétitifs, mais sont très sensibles à de faibles variations de prix.

Ils sont générateurs d'emplois qui peuvent cependant comporter une forte pression mentale. Ils sont dépendants d'intrants importés pour l'alimentation des animaux.

Leur bilan environnemental est mitigé mais globalement négatif (qualité des eaux, eutrophisation, nuisances olfactives, etc). Cependant, du fait de la productivité élevée, cette empreinte écologique est à relativiser : elle est modérée quand on la ramène au kg de produit.

Du point de vue de la société, l'impact sur l'environnement fait l'objet de débats, ainsi que les conditions d'élevage des animaux.

- Territoires herbagers (33% de la SAU européenne)

Ces territoires concernent essentiellement les ruminants. L'impact sur les marchés est faible, avec un niveau de production bas, mais avec des produits labellisés.

Encadré 9 : Une expertise collective pour une vision globale de l'élevage

L'expertise collective menée par l'Inra (Dumont *et al.*, 2016) a impliqué 27 chercheurs, dont un tiers hors Inra. Elle se base sur une large synthèse bibliographique internationale, environ 2 450 références récentes. Elle vise à appréhender les élevages européens globalement, avec ses différents rôles, impacts, services et leurs interactions. L'intention est d'objectiver les débats et d'éviter les biais méthodologiques. Ainsi, par exemple, les émissions de gaz à effet de serre (GES) donnent lieu à des interprétations différentes selon qu'on les rapporte au kg produit ou bien à l'hectare, le premier indicateur étant plus favorable aux territoires à forte densité de production animale, le second aux territoires plus fortement herbagers.

protéagineux, maladies chroniques liées à la consommation excessive de viande, zoonoses et souffrance animale. Mais les débats sont le plus souvent parcellisés et aucune étude n'avait, à ce jour, analysé simultanément l'ensemble des dimensions de l'élevage, y compris les services qu'il rend.

- l'environnement et le climat,
- les enjeux sociaux et culturels.

Dans un deuxième temps, l'analyse des bouquets de service a servi de base à des propositions de leviers d'action pour améliorer la balance entre effets positifs et effets négatifs.

Ces systèmes créent moins d'emplois que les précédents, mais des emplois mieux vécus. Ils se caractérisent par un degré élevé d'autonomie vis-à-vis des intrants.

Leur bilan environnemental est globalement positif, mais ces systèmes sont sensibles aux aléas climatiques.

Enfin, ils bénéficient d'une bonne image en termes de paysages et de gastronomie.

- Territoires où cohabitent cultures et élevage (32 % de la SAU européenne)

Ces territoires associent monogastriques (porcs, volailles) et ruminants, cultures et élevage. Ils sont très hétérogènes, avec une tendance à l'augmentation des cultures au détriment de l'élevage. Les productions animales et végétales tendent ainsi à être découplées, sauf dans les zones peu propices aux cultures (pentes, zones humides).

Ces territoires fournissent aux marchés des produits bien valorisés. Ils sont pourvoyeurs d'emplois.

Ils sont moins dépendants des intrants que les autres systèmes. Leur bilan environnemental est mitigé, mais globalement positif.

Ils participent au patrimoine gastronomique.

V.4. Pas de bilan global des impacts et services de l'élevage

L'expertise montre qu'il est délicat d'établir un bilan global des impacts de l'élevage en Europe, positif ou négatif, pour plusieurs raisons, sans parler des incertitudes qui subsistent sur la mesure de ces impacts. Premièrement, il existe des systèmes d'élevage très différents, avec des impacts également variés. Deuxièmement, les impacts environnementaux sont souvent contrebalancés par des

impacts économiques, sociaux et culturels. Troisièmement, ces différents impacts concernent des populations et des espaces très variés. Enfin, ces impacts ne sont pas de même nature et on ne peut donc pas les sommer en un indicateur unique acceptable par tous, car cela nécessiterait que ces différentes populations s'entendent sur un système de pondération unique.

VI. DES LEVIERS POUR AMELIORER LES SYSTEMES D'ELEVAGE EUROPEENS

L'expertise scientifique collective menée par l'Inra en 2015-2016 sur les impacts et services de l'élevage européen souligne qu'il est délicat d'en établir un bilan global, positif ou négatif (Dumont *et al.*, 2016). La suppression totale de

l'élevage se traduirait néanmoins par une perte de services environnementaux. L'expertise identifie des leviers d'amélioration pour les différents types d'élevage.

VI.1. On ne peut pas établir un bilan global de l'élevage

L'expertise collective a établi un inventaire des impacts et services des élevages européens, considérés dans leur ensemble, en examinant cinq grands domaines :

- les marchés,
- le travail et l'emploi,
- les intrants,
- l'environnement et le climat,
- les enjeux sociaux et culturels.

Quelques exemples d'impacts de l'élevage européen que l'on peut qualifier :

Impacts globalement positifs

- Consommation alimentaire : les produits animaux apportent près de 60% des protéines ingérées par jour
- Production : les productions animales contribuent pour 45% à la production agricole finale en valeur
- Echanges intra- et hors- Europe dynamiques
- Emplois : 4 millions d'actifs en Europe
- Valorisation des prairies : 74 Mha (prairies permanentes) et 10Mha (temporaires) contre 35 Mha en céréales fourragères pour nourrir les animaux
- Recyclage du phosphore
- Biodiversité sauvage (prairies)
- Richesse gastronomique

Impacts globalement négatifs

- Alimentation animale : non autonomie de l'Europe en céréales et protéagineux pour les aliments concentrés
- Gaz à effet de serre
- Emetteurs d'ammoniac, précurseur de particules fines polluantes
- Eutrophisation des eaux
- Zoonoses (= 75% des maladies infectieuses humaines)
- Rejet d'antibiotiques dans l'environnement

Il n'est pas possible dans l'état actuel des connaissances de résumer tous ces effets dans un seul indicateur global d'impact, positif ou négatif. En effet, les impacts sont parfois difficiles à évaluer, ils sont multiples, très variables selon le type d'élevage, interdépendants et non-additifs. On peut cependant avancer que les impacts positifs se situent plutôt du côté de la production, des échanges commerciaux et de certaines dimensions culturelles. Les impacts négatifs concernent majoritairement l'environnement, les pressions sur les ressources (eau, énergie, aliments concentrés) et parfois, le bien-être animal.

VI.2. Diminuer la consommation de produits animaux présenterait un intérêt environnemental

Des démarches de modélisation explorent les interactions qui existent entre les différents impacts et services de l'élevage. En effet, l'augmentation de la fourniture d'un service est souvent contrebalancée par la diminution d'un autre, par exemple production/environnement. Ces relations entre les services ne sont pas forcément linéaires, d'où une certaine complexité qui incite à se méfier des raisonnements simplistes. Avec leurs hypothèses et leurs limites propres,

les modélisations permettent d'évaluer des scénarios prospectifs. Ceux-ci s'accordent sur l'intérêt environnemental d'une diminution de la consommation des produits animaux, couplée à la limitation de l'élevage des ruminants aux surfaces en herbe et à une meilleure valorisation des coproduits de cultures dans l'alimentation animale.

VI.3. Supprimer l'élevage conduirait à une perte de services environnementaux

L'expertise souligne d'autre part qu'une suppression totale de l'élevage se traduirait, tant en Europe que dans le monde, par la perte de services environnementaux tels que : la fertilisation organique des terres, le recyclage des sous-produits des cultures, l'entretien des prairies et autres pâturages riches en biodiversité.

Des leviers différents pour améliorer les différents types d'élevage en Europe

L'expertise scientifique identifie des leviers d'amélioration pour chacun des trois grands types d'élevage européen qu'elle a défini :

- Territoires denses en animaux et peu herbagers : ces élevages sont très productifs, compétitifs, mais sensibles aux fluctuations du marché et impactants pour l'environnement. L'amélioration de leurs performances consiste à limiter les pollutions et les intrants : pour les monogastriques (porcs et volailles), il s'agit d'améliorer l'efficacité de la conversion alimentaire par la génétique, d'optimiser l'aménagement des bâtiments (normes HQE, lavage d'air, bien-être...), le recyclage des effluents (séchage, méthanisation...), la qualité sanitaire des troupeaux, etc.

- Territoires herbagers : ces territoires valorisent les ressources locales sans chercher à maximiser la production. Ils misent sur la qualité de leurs produits et limitent la pression sur l'environnement. L'équilibre entre performances productives et environnementales se joue dans la conduite des prairies et l'organisation des filières pour la valorisation et la différenciation des produits.

- Territoires où cohabitent cultures et élevage : l'idéal-type de ces territoires est la polyculture-élevage qui valorise les complémentarités entre les deux secteurs. Cependant,

VII. UN MONDE SANS ELEVAGE ?

Peut-on imaginer un monde sans élevage ? Certains y pensent sérieusement, et propose un ensemble de solutions susceptibles de construire un système cohérent, où on ne se

VII.1. Des produits animaux artificiels mais un lien avec l'animal maintenu

Dans ce monde futuriste sans élevage, il pourrait y avoir quand-même des produits animaux grâce à des substituts biotechnologiques : de la viande cultivée *in vitro*, du lait artificiel et du fromage sans lait de vache ni de chèvre... Une start up californienne (Muufri. <http://labiotech.eu/muufri-vegan-milk-synbio-startup/>) travaille à l'expression de gènes de protéines de lait de vache dans la levure, qu'il faudrait ensuite enrichir avec des matières grasses végétales, divers nutriments et du sucre. Un groupe de biohackers (Real Vegan Cheese. <https://realvegancheese.org/>) envisagent de produire du fromage à partir de lait humain, dans la levure toujours.

Des embryons de modèles culturels et économiques émergent autour de ces produits. On trouve déjà un livre de recettes utilisant comme ingrédients de la viande, des charcuteries, voire des huîtres artificielles (Next Nature, Amsterdam. « The In Vitro Meat Cookbook »).

VII.2. Le point de vue d'un agronome : « c'est la négation de notre histoire et de notre culture »

« Je suis très sceptique sur les possibilités de fabriquer artificiellement et en quantité suffisante de la viande (pour l'instant on ne produit au mieux que du muscle) et encore plus du lait. Le lait est un milieu très complexe avec de nombreuses interactions entre ses divers constituants. Par exemple, c'est son association avec des micelles protéiques qui rend très assimilable le calcium du lait. La recherche est encore loin d'avoir appréhendé toute la complexité des éléments structuraux du lait, leurs interactions et les processus de transformation du lait. Mais surtout ces synthèses *in vitro* sont des technologies de pays riches. Comment pourrait-on nourrir l'Afrique sans élevage ?

Sans les ruminants, il n'y aurait plus de paysages de prairies et de bocages, ni de haies. La forêt gagnerait du

VII.3. Le point de vue d'une sociologue : « c'est l'industrialisation qui a rompu le contrat avec les animaux »

« Un monde sans élevage, c'est une société sans animaux. Car la disparition des animaux d'élevage signe celle de tous les animaux domestiques, y compris chiens, chats et cochons au fond du jardin... Il n'y a pas de cohérence éthique à supprimer les uns et pas les autres. En effet, tous sont en lien avec nous par le travail, qu'ils produisent des aliments (vaches, truies,...) ou des services (chiens, chevaux, ...). Or, la relation de travail, souvent mal prise en compte, est basée sur des rapports historiques de « don-contredon », qui ont été rompus à cause de l'industrialisation de l'élevage et de la priorité donnée au

l'élevage a été souvent concurrencé et évincé par les cultures, plus rentables et mieux soutenues par les aides. Les leviers visent à recoupler cultures et élevage, insérer des légumineuses et des cultures intermédiaires dans les rotations pour l'autonomie alimentaire des élevages. Des ruminants ou des volailles peuvent aussi être introduits dans les vergers et les rizières (lire l'article : <http://www.inra.fr/Grand-public/Agriculture-durable/Tous-les-dossiers/Agriculture-biologique/Riziculture-biologique>).

privé pas des avantages nutritionnels des produits animaux et où on peut même installer un cochon au fond de son jardin pour garder un lien à l'animal...

Une association (New Harvest, New York. "The Carnery".) décrit différents systèmes de production de viande artificielle, soit en version « low cost » dans des unités en périphérie des villes, soit en version « circuits courts » dans des « carneries » locales, sur le modèle des brasseries locales.

Une philosophe néerlandaise (Cor van der Wee, Université de Wageningen) a organisé des ateliers de conversation pour recueillir les réactions des participants sur ce monde sans élevage. Pour garder un lien à l'animal, le concept du « cochon au fond du jardin » a émergé presque naturellement. Ce cochon, nourri avec les restes domestiques, servirait de réservoir de cellules souches. A partir d'un prélèvement de quelques cellules de muscle, il serait possible de synthétiser son steak à la demande...

terrain en montagne et deviendrait plus sensible aux incendies en zones sèches, car privée du rôle de débroussaillage des petits ruminants. On perdrait en surface agricole utile puisqu'il n'est pas possible de produire de cultures à graines dans bon nombre de nos territoires couverts de prairies permanentes qui ne peuvent être valorisés que par les ruminants. On accentuerait l'exode rural vers les villes. Les grandes cultures utiliseraient plus d'engrais sans l'apport organique des effluents d'élevage. Dans ce monde hyper-technologique et éloigné du naturel, on pourrait imaginer que les légumes seraient cultivés en ville dans de grandes tours entièrement automatisées... Un tel monde est la négation de notre patrimoine paysager et culturel ! » (Propos de Jean-Louis Peyraud).

profit sur toutes les autres rationalités du travail. Cette évolution a dégradé les conditions de vie et de mort des animaux. C'est pourquoi cette relation de travail est de plus en plus critiquée par les abolitionnistes, pour lesquels les animaux sont appropriés, exploités et doivent être libérés. Quant aux start-up de l'alimentation 2.0 ou de la robotique, elles préconisent de remplacer les animaux domestiques par des substituts plus rentables : viande *in vitro* ou robots (pour les animaux de compagnie), qui sont des mannes financières sans équivalent.

Ainsi, nous risquons de voir disparaître tous les animaux domestiques, pourtant omniprésents dans notre vie, et qui bercent nos esprits et nos rêves depuis des millénaires...

Cette évolution est déjà bien amorcée et, parce que notre modèle économique est fondé sur la recherche du profit, il

est fort probable qu'elle va se poursuivre. Sauf à prendre en mains notre destin commun et, avec les animaux, parce qu'ils sont d'ores et déjà engagés dans le travail, changer le travail et changer nos vies. » (Propos de Jocelyne Porcher).

VIII. LA CONDITION OUVRIERE DES VACHES LAITIÈRES

L'analyse des conduites de vaches laitières dans une exploitation avec robot de traite montre que les vaches « travaillent », prennent des décisions et des initiatives qui compliquent ou facilitent le travail des éleveurs.

Il est communément admis que les chiens policiers, les chiens d'aveugles, les chiens de bergers travaillent. Mais cet engagement dans le travail est moins remarqué chez les animaux d'élevage. Les animaux d'élevage sont les grands

VIII.1. Que peut-on observer avec les vaches ?

Les vaches comprennent les règles instituées par l'éleveur. Elles savent par exemple qu'elles doivent quitter leurs logettes lorsque l'éleveur épand la paille. Certaines anticipent, d'autres attendent la claque de l'éleveur pour bouger. Dans l'aire d'attente devant le robot de traite, qui laisse une certaine liberté aux vaches, on peut observer toute une série de comportements : éviter les conflits, se montrer

VIII.2. Qu'attendent les vaches de leur « travail » ?

Comme pour les humains, la reconnaissance est un des moteurs qui motivent pour travailler. En élevage, cette reconnaissance passe par un jugement réciproque qu'on peut qualifier de « jugement du lien ». Pour les vaches, le jugement du lien ne porte pas sur le travail accompli, mais sur les moyens du travail : elles ne s'intéressent pas à leurs courbes de performances laitières, mais aux conditions de vie au travail. Et elles attendent une reconnaissance pour leur « bon boulot ». Cette reconnaissance, chez des éleveurs peu démonstratifs, peut d'ailleurs être simplement l'absence d'intervention, preuve que les vaches font ce qu'on attend d'elles.

VIII.3. Quels sont les effets de l'industrialisation de l'élevage ?

La relation de domestication aux animaux peut être la meilleure ou la pire des choses. La pire, si les animaux se trouvent aliénés par des systèmes au sein desquels ils n'ont plus aucune chance d'exister, la meilleure, si le rapport domestique aux animaux est une occasion de pacification et d'émancipation réciproque (Porcher et Tribondeau, 2008). Le processus d'industrialisation de l'élevage entamé en France à partir du milieu du XIX^{ème} siècle oriente nos relations aux animaux d'élevage du mauvais côté. C'est le cas de la production laitière et de la production porcine, qui relèvent depuis longtemps et en majorité moins de la ruralité que de l'industrie. Cette orientation toutefois n'est pas une fatalité. Le robot de traite, comme d'autres équipements du travail en élevage utilisés par les animaux, ne sont pas nécessairement des outils d'aliénation des animaux et des éleveurs. Un robot de traite qui serait compatible avec le pâturage et une liberté de mouvements des animaux pourrait être intéressant pour les animaux comme pour les éleveurs.

oubliés de la sociologie rurale et de la sociologie du travail. Or, des études conduites à l'Inra montrent que les vaches, les cochons collaborent au travail, et qu'ils le font non pas comme un conditionnement, mais avec leur propre « personnalité ». Les vaches investissent leur intelligence et leur affectivité dans le travail (travaux de Jocelyne Porcher, sociologue à l'Inra, Porcher et Schmitt, 2010).

polies, ou au contraire exercer des rapports d'autorité basés sur une hiérarchie entre vaches. Par exemple, une vache s'amuse à bloquer l'accès du robot de traite pendant 40 minutes : elle essaie de mettre la tête dans l'auge sans entrer complètement dans le robot, pour manger en évitant la traite. Ce type de comportement montre que les vaches comprennent comment fonctionne le robot.

Pour les humains comme pour les animaux, il y a travail et travail. Il y a le travail qui émancipe et le travail qui aliène. Les effets positifs ou négatifs du travail dépendent du système de production. Le travail peut accroître la sensibilité des animaux, développer leurs capacités ou au contraire les abrutir et les faire souffrir. Le travail sera d'autant plus positif qu'il permet aux animaux de garder le lien avec leur monde propre : la prairie pour les vaches, qui sont des ruminants, le sous-bois pour les cochons qui sont des explorateurs du sol.

Encadré 10 : L'animal, leçon de nature

« La nature est ce qui nous englobe et ce qui nous construit intérieurement ».

« Ce que vivre avec les animaux dans la nature nous donne, tout autant que la lecture de Marc Aurèle, c'est l'amor fati, l'acceptation de ce qui arrive. Parce que le présent est ce qui compte pour les animaux ».

« C'est grâce aux animaux que nous pouvons encore savoir, alors que notre société 2.0 prétend le contraire, que la nature existe et que la vie et la mort sont les deux faces d'une même pièce. « Je suis né dans les animaux » ; « j'ai toujours vécu dans les animaux » ; « on vit avec les animaux et la nature » disent les éleveurs. Être dans, être avec. »
Extraits de Porcher (2013).

CONCLUSIONS

« Mieux intégrer tous les services rendus par l'élevage » figure dans les conclusions de l'expertise scientifique collective menée par l'Inra en 2015-2016 (Dumont *et al.*, 2016). En effet, actuellement, les services rendus par l'élevage sont moins bien pris en compte que ses effets négatifs.

Plus précisément, l'expertise a identifié différents besoins de recherche : affiner les plus-values identifiées pour les différents services pour mieux intégrer l'ensemble des services rendus dans l'analyse par bouquets ; rendre ensuite les bouquets de service plus faciles à appréhender par les

décideurs publics et l'ensemble des parties prenantes qui pourraient alors mieux s'en saisir ; affiner l'analyse des effets de la réduction de la consommation en produits animaux. Ce dernier point implique des recherches pluridisciplinaires intégrant les comportements alimentaires, la qualité des produits, la nutrition, les impacts santé et le fonctionnement des filières. Dans tous les cas, les fausses bonnes idées (telles que la production de viande artificielle) largement véhiculées par les médias sont trop simplistes et donc à éviter.

Remerciements :

Jean-Louis Peyraud, Jean-François Hocquette, Catherine Esnouf, Jean-Michel Chardigny, Bertrand Schmitt, Pierre Dupraz, Jocelyne Porcher.

Références :

Bastide N.M., Chenni F., Audebert M., Santarelli R.L., Taché S., Naud N., Baradat M., Jouanin I., Surya R., Hobbs D. A., Kuhnle G. G., Raymond-Letron I., Gueraud F., Corpet D. E., Pierre F. (2015). A central role for heme iron in colon carcinogenesis associated with red meat intake. *Cancer Research*, 75, 870-879.

Chardigny J-M. (2016). <http://www.inra.fr/Grand-public/Alimentation-et-sante/Tous-les-dossiers/Legumineuses-retour-des-proteines-vegetales/Interview-Jean-Michel-Chardigny>

Doreau M., Corson M.S., Wiedemann S.G. (2012). Water use by livestock: A global perspective for a regional issue?. *Animal Frontiers*, 2, 9-16.

DuALIne, atelier de réflexion prospective (2009-2011). <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Securite-alimentaire-mondiale/Tous-les-dossiers/Vers-une-alimentation-plus-durable/controverses-alimentation>

Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Batka M., Beldame D., Boixadera J., Bousquet-Melou A., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Corson M., Delaby L., Delfosse C., Donnars C., Dourmad J.Y., Duru M., Edouard N., Fourat E., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Haddad N., Havlik P., Hercule J., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauiel-Lavenant S., Le Perchech S., Lepiller O., Letort E., Leverd F., Martin B., Méda B., Mognard E.L., Mouginc., Ortiz C., Piet L., Pineau T., Ryschawy J., Sabatier R., Turolla S., Veissier I., Verrier E., Vollet D., van der Werf H., Wilfart A. (2016). Expertise scientifique collective : Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Rapport Inra (France), 1032 p. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Roles-impacts-et-services-issus-des-elevages-europeens#>

Feillet P. (2015). Produire des protéines pour nourrir le monde. Intervention orale lors de la Session de l'académie vétérinaire du 12 mars 2015. Paris. France.

Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Faluccia A., Tempio G. (2014). Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage – Une évaluation des émissions et des opportunités d'atténuation au niveau mondial. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome.

Guillou M. Matheron G. (2011). 9 milliards d'hommes à nourrir : Un défi pour demain. François Bourin Editeur, collection « Société » 432 pages. Traduit en anglais par les Editions QUAE – « The world's challenge. Feeding 9 billion people ».

Hocquette J.F., Mainsant P., Daudin J. D., Cassar-Malek I., Rémond D., Doreau M., Sans P., Bauchart D., Agabriel J., Verbeke W., Picard B. (2013). La viande du futur sera-t-elle produite *in vitro* ?. *Inra Productions Animales*, 26 (4), 363-374.

Hocquette A., Lambert C., Sinquin C., Peterloff L., Wagner Z., Bonny S., Lebert A., Hocquette J.F. (2015). Consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 273–284.

Hocquette J-F. (2016). Is *in vitro* meat the solution for the future? *Meat Science*, 120, 167–176.

Hopkins P.D. (2015). Cultured meat in western media: The disproportionate coverage of vegetarian reactions, demographic realities, and implications for cultured meat marketing. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 264–272.

Houot S., Pons M.N., Pradel M., Tibi A. (coord.), Aubry C., Augusto L., Barbier R., Benoît P., Brugère H., Caillaud M.A., Casellas M., Chatelet A., Dabert P., De Mareschal S., Doussan I., Etrillard C., Fuchs J., Générumont S., Giamberini L., Hélias A., Jardé E., Le Perchech S., Lupton S., Marron N., Ménasseri S., Mollier A., Morel C., Mouginc., Nguyen C., Parnaudeau V., Patureau D., Pourcher A.M., Rychen G., Savini I., Smolders E., Topp E., Vieublé L., Viguié C. (2014). Expertise scientifique collective : Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier, impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. Rapport Inra-CNRS-Irstea (France) 930 pages. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Expertise-Mafor-effluents-boues-et-dechets-organiques> et Editions QUAE. ISBN : 978-2-7592-2509-5.

Lang A., Dupraz P., Rosner P.M., Trégaro Y., Perrot C. (2015). Les emplois liés à l'élevage. <http://www.inra.fr/Grand-public/Economie-et-societe/Toutes-les-actualites/Emplois-lies-a-l-elevage>

Le Mouél C., Mora O., de Lattre-Gasquet M. (coord.) (2016). Prospective Agrimonde-Terra Inra-Cirad : Usage des terres et sécurité alimentaire mondiale en 2050. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Prospectives/Toutes-les-actualites/Prospective-Agrimonde-Terra> et <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Prospectives/Toutes-les-actualites/Prospective-Agrimonde-Terra> ¹

Mattick C.S., Landis A.E., Allenby B.R., Genovese N.J. (2015). Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the United States. *Environmental Science and Technology*, 49, 11941–11949.

Paillard S., Treyer S. Dorin B. (coord. éditoriale) (2010). *Prospective Agrimonde Inra-Cirad : Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*. Edition Quae. 296 pages. ISBN : 978-2-7592-0888-3. <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Securite-alimentaire-mondiale/Tous-les-dossiers/Agrimonde-nourrir-le-monde-en-2050> et <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Prospectives/Toutes-les-actualites/Prospective-Agrimonde>²

Patou-Mathis M. (2009). « Mangeurs de viande : de la préhistoire à nos jours ». Editions Perrin, 408 pages.

Peyraud J.-L., Cellier P., Donnars C., Réchauchère O. (coord.), Aarts F., Béline F., Bockstaller C., Bourblanc M., Cellier P., Delaby L., Dourmad J.Y., Dupraz P., Durand P., Faverdin P., Fiorelli J.L., Gaigné C., Kuikman P., Langlais A., Le Goffe P., Lescoat P., Morvan T., Nicourt C., Parnaudeau V., Peyraud J.L., Rochette P., Vertes F., Veysset P. (2012). Expertise scientifique collective : Les flux d'azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres. Rapport Inra (France), 527 p. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Expertise-Les-flux-d-azote-lies-aux-elevages>

Pierre F. (2016). Produits carnés et risque de cancer : rôle du fer héminique et de la peroxydation lipidique. *Viandes et Produits Carnés*, 32-4-5. http://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=787:produits-carnes-et-risque-de-cancer-role-du-fer-heminique-et-de-la-peroxydation-lipidique&catid=97&Itemid=435&lang=fr

Porcher J., Tribondeau C. (2008). Une vie de cochon. ISBN : 9782707154774. Editions La découverte.

Porcher J. (2010). La production de viandes *in vitro*, stade ultime ? *La Revue Politique et Parlementaire* n° 1057. Europe : quelle PAC pour 2013 ? Oct/nov/déc 2010, pp 97-104.

Porcher J., Schmitt T. (2010). Les vaches collaborent-elles au travail ? Une question de sociologie. *La Découverte, Revue du MAUSS* n°35, 235-261.

Porcher J. (2013). Ce que les animaux domestiques nous donnent en nature. *La Découverte, Revue du MAUSS* n°42, 49-62. <http://www.cairn.info/revue-du-mauss-2013-2-page-49.htm>

Rosner P.M., Hocquette J.F., Peyraud J.L. (2016). Peut-on encore légitimement manger de la viande aujourd'hui ? *Viandes et Produits Carnés* 32, 2-5. http://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php/fr/?option=com_content&view=article&id=739:peut-on-encore-legitimement-manger-de-la-viande-aujourd-hui&catid=97&Itemid=435&lang=fr%22

Rouillé B., Devun J., Brunschwig P. (2014). L'autonomie alimentaire des élevages bovins français. *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 21(4), D404.

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C. (2006). *Livestock long shadow (L'ombre portée de l'élevage)*, Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Rome.

USDA (2015). *Scientific report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee*. 571 pages.

van Zanten H.H.E., Meerburg B.G., Bikker P., Herrero M., de Boer I.J.M. (2016). Opinion paper: The role of livestock in a sustainable diet: a land-use perspective. *Animal*, 10, 547–549.

Verbeke W., Marcu A., Rutsaert P., Gaspar R., Seibt B., Fletcher D., Barnett J. (2015). 'Would you eat cultured meat?': Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science*, 102, 49–58.

Vieux F., Darmon N., Touazi D., Soler L.G. (2012). Greenhouse gas emissions of self selected individual diets in France: Changing the diet structure or consuming less? *Ecological Economics*, 75, 91–101.

Vieux F., Soler L.G., Touazi D., Darmon N. (2013). High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 97, 569-583.

Vigne M., Blanfort V., Vayssières J., Lecomte P., Steinmetz P. (2015). Contraintes sur l'élevage dans les pays du Sud : les ruminants entre adaptation et atténuation. In: Torquebiau E. *Changement climatique et agricultures du monde*. Collection *Agricultures et défis du monde*, Cirad-AFD. Editions. QUAE, p 123-136.

¹ **Prospective Agrimonde-Terra :**

The project team: **Marie de Lattre-Gasquet** (Cirad, coordinator), **Chantal Le Mouël** (Inra, coordinator), **Olivier Mora** (Inra, organizer for scenario building), Catherine Donnars (Inra), Patrice Dumas (Cirad) and Olivier Rechauchère (Inra), in collaboration with Marco Barzman (Inra), Thierry Brunelle (Cirad), Agneta Forslund (Inra), Elodie Marajo-Petizon (Inra), Stéphane Manceron (Inra), Pauline Marty (Inra) and Clémence Moreau (Cirad).

The Scenario Advisory Committee: Agnes Andersson Djurfeldt (Lund University, Sweden), Leith Ben Becher (Synagri, Tunisia), Mohamed Elloumi (INRAT, Tunisia), Adama Faye (IPAR, Senegal), Richard Guissou/Yves Gérard Bazie (Ministry of Agriculture and Food Security, Burkina Faso), Holger Kray (World Bank, USA), John Lewis (Terra Global Capital, USA), Patrick Meyfroidt (Louvain University, Belgium), Marc Mueller (FAO, Italy), Siwa Msangui (IFPRI, USA), Antonio Onorati (International Planning Committee on Food Sovereignty, Italy), Stéphane Parmentier (Oxfam, Belgium), Alain Retière (Cap 2100, France), Roberta Sonnino (Cardiff University, UK), Sébastien Treyer (IDDRI, France), Dominique van der Mensbrugge (AgMIP, Purdue University, USA), Joost Vervoort (CCAFS and Oxford University, UK), Hisham Zehni (IFAD, Italy).

The scientific coordinators of the thematic workshops: (i) Francis Aubert (Agro-Sup, Dijon) and Frédéric Lançon (Cirad) for the workshop on "Urban-rural relationships"; (ii) Jacques Marzin (Cirad) and Laurent Piet (Inra) for the workshop on "Structures of production"; (iii) David Makowski (Inra), Florent Maraux and Eric Malézieux (Cirad) for the workshop on "Cropping systems"; (iv) Philippe Lecomte and Alexandre Ickowitz (Cirad) and Philippe Lescoat (AgroParisTech) for the "Livestock systems" workshop.

The steering committee: Pierre Fabre (Cirad), Hervé Guyomard (Inra), Etienne Hainzelin (Cirad) and Bertrand Schmitt (Inra).

² **Prospective Agrimonde** : un groupe de travail de 18 personnes, un comité de pilotage de 5 personnes, et une équipe projet de 10 personnes (détail ci-dessous).

Groupe de travail : Bernard Bachelier (Fondation FARM), Danielle Barret (Cirad), Pierre-Marie Bosc (Cirad), Jacques Brossier (GIP IFRAI), Jean-Pierre Butault (Inra), Marie de Lattre-Gasquet (Cirad, Agence Nationale de la Recherche), Jean-Christophe Debar (Pluriagri), Francis Delpeuch (IRD), Fabrice Dreyfus (SupAgro Montpellier), Gérard Ghersi (Maison des Sciences de l'Homme de Montpellier), Michel Griffon (Cirad), Christian Hoste (Cirad), Bernard Hubert (GIP IFRAI), Denis Lacroix (IFREMER), Jacques Loyat (Ministère de l'agriculture et de la pêche, DGER), Michel Petit (Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier), Jean-Louis Rastoin (SupAgro Montpellier).

Comité de pilotage : Patrick Caron (Cirad), Catherine Esnouf, (Inra), Hervé Guyomard (Inra), Bernard Hubert, (GIP IFRAI), Alain Weil (Cirad).

Équipe projet : Sébastien Treyer (ENGREF, AgroParisTech, Chef de projet), Maryse Aoudaï (Inra), Rémi Barré (Inra et CNAM), Jean-Marc Chaumet (Inra), Bruno Dorin (Cirad), Isabelle Karcher (Inra), Tristan Le Cotty (Cirad), Sandrine Paillard (Inra), Laurent Parrot (Cirad), Tévécia Ronzon (Inra).

Le rapport Agrimonde® 2006-2008 a été rédigé par Jean-Marc Chaumet, Francis Delpeuch, Bruno Dorin, Gérard Ghersi, Bernard Hubert, Tristan Le Cotty, Sandrine Paillard, Michel Petit, Jean-Louis Rastoin, Tévécia Ronzon, Sébastien Treyer

