

EVALUATION DE LA DURABILITE POUR LES FILIERES AVICOLES : POUR QUOI, COMMENT ET POUR QUI ?

Isabelle BOUVAREL¹ et Laurence FORTUN-LAMOTHE²

¹ *ITAVI, Centre INRA de TOURS, F-37380 Nouzilly, France,*

² *INRA, UMR1289 Tissus Animaux Nutrition Digestion Ecosystème et Métabolisme, F-31326
Castanet-Tolosan, France*

bouvarel.itavi@tours.inra.fr

RÉSUMÉ

De nouvelles injonctions se sont progressivement imposées de par le monde, comme celle du développement durable. La durabilité des productions animales est interrogée, et notamment celle relative aux productions avicoles. Dans ce contexte, les outils d'évaluation de la durabilité se multiplient. Cette communication a pour but d'analyser les différents objectifs susceptibles d'être visés, de présenter différentes méthodes existantes et la démarche à mettre en œuvre pour concevoir un nouvel outil.

L'évaluation de la durabilité peut répondre à différentes finalités : identifier les marges de progrès d'un système de production, aider à la décision par identification du « meilleur » scénario, évaluer l'efficacité des politiques publiques ou permettre la certification commerciale ou obligatoire d'un produit. Selon le type d'évaluation, les systèmes évalués varient : atelier, exploitation, filière, ou produit ; ainsi que les destinataires finaux : acteurs de la chaîne de production, responsables publiques, chercheurs, techniciens, ... Par exemple, la méthode de l'Analyse des cycles de vie évalue les impacts environnementaux liés à la fabrication d'un produit et permet l'aide à la décision ou la certification environnementale. Les outils AVIBIO, IDEA et DIAMOND, permettent d'évaluer les trois dimensions de la durabilité d'une filière de production, d'une exploitation ou d'un atelier avicole, respectivement. Ils sont principalement utilisés pour identifier les marges progrès. La conception d'une méthode d'évaluation de la durabilité comporte quatre étapes : définir le système étudié, les objectifs et les indicateurs de durabilité puis la méthode d'interprétation des résultats. Ces étapes peuvent être réalisées à dire d'experts ou dans le cadre d'une démarche participative. Le mode participatif permet d'obtenir un consensus entre des acteurs qui ont des points de vue divergents. La clarification préalable de la finalité et de la cible visées par l'évaluation ainsi que la rigueur de la démarche sont des pré-requis nécessaires à l'obtention d'une évaluation de qualité qui ait du sens.

ABSTRACT

Assessing sustainability for poultry production chain: why, how and for whom?

The requirements for sustainable development are gradually increasing throughout the world. In this context, the sustainability of livestock production has been questioned and in particular concerning poultry farming. At the same time, tools for assessing sustainability are multiplying. This paper aims to analyze the possible objectives of an evaluation, to present different existing methods and to describe the different steps to develop a new tool.

There are various aims in assessing sustainability: to identify the scope for improvement of a production system, to help in decision-making by identifying the "best" scenario, to assess the effectiveness of public policies or to allow certification of a product. The type of evaluation carried out depends on the system involved: breeding unit, farm, production chain or product, and also the end-user: players in the production chain, politicians, researchers, technicians, etc. For example, the life cycle assessment method evaluates the environmental impacts of processing a product and helps in decision-making or environmental certification. The tools AVIBIO, IDEA and DIAMOND aim to assess the three dimensions of sustainability of the production chain, the farm or the breeding unit, respectively. They are mainly used to identify the scope for improvement. To design a method to assess sustainability involves four steps: defining the system to be studied, the objectives and sustainability indicators, and choosing a suitable method to interpret the results. These steps can be carried out following indications from experts or through a participatory approach. The latter enables a consensus to be reached among stakeholders with different points of view. To obtain a high quality assessment that is meaningful requires a clearly defined target and aims, and thorough methodology.

INTRODUCTION

Le constat et la dénonciation des effets négatifs de la globalisation ont généré de nouvelles injonctions qui se sont progressivement imposées de par le monde, comme celle du développement durable, qui insiste à la fois sur la nécessité de prendre en compte le « social » et « l'environnemental » au côté de « l'économique » (Alphandéry et al., 2012) et non pas l'efficacité économique seule. L'objectif du secteur de l'agriculture n'est plus simplement de maximiser la productivité, mais d'optimiser, à travers un paysage plus complexe, la production, le développement rural, la protection de l'environnement, l'équité sociale et la consommation alimentaire (Pretty et al., 2010).

Les différentes crises alimentaires, écologiques, énergétiques, climatiques, financières, qui ont eu lieu depuis une vingtaine d'années ont fortement affecté les filières de production animales et les questionnent sur leur durabilité. Les enjeux pour les productions avicoles portent sur :

- La conservation de l'approvisionnement du marché national, malgré des handicaps de coûts de productions élevés par rapport à la concurrence intra-communautaire, brésilienne, nord-américaine ou asiatique ;
- L'assurance de la qualité sanitaire et nutritionnelle des produits ;
- Le respect du bien-être animal : les filières de production animale sont souvent ciblées en Europe par les associations de défense des animaux qui dénoncent certains modes d'élevage, de transport et d'abattage ;
- La protection de l'environnement : plusieurs rapports pointent du doigt les effets négatifs des systèmes de productions animales, et notamment les monogastriques, sur les questions environnementales telles que le changement d'utilisation des terres, les émissions de gaz à effet de serre, l'appauvrissement des réserves en eau et leur pollution (Steinfeld et al., 2006).

Dans ce contexte, se multiplient divers instruments et dispositifs d'évaluation de la durabilité, tant du côté des pouvoirs publics que des acteurs privés. Une cinquantaine sont applicables aux systèmes de productions animales (Bockstaller et al., 2010). Parmi eux-ci, nombre de dispositifs visent la mise en place de normes qui ont pour objectif de modifier les comportements des acteurs afin qu'ils se conforment à une série de pratiques jugées plus bénéfiques (Alphandéry et al., 2012). Toutefois, la durabilité n'est pas une destination connue, c'est-à-dire que sa définition et la caractérisation des systèmes durables ne font pas l'objet d'un consensus universel. Elle doit donc plutôt être considérée comme une direction qui guide la conception de systèmes innovants (Vavra, 1996).

C'est ce qui explique que le développement durable est une notion controversée car porteuse d'enjeux : enjeu politique en termes de pouvoir pour celui qui l'énonce, l'organise et en valide le contenu, et économique en termes d'accès au marché. C'est aussi un enjeu parce qu'en se produisant comme un idéal ou une utopie, elle apparaît dénuée de sens du point de vue de la pratique (Nicourt, 2009).

Face à la jungle des outils d'évaluation de la durabilité, cette synthèse a pour but d'analyser les différents objectifs susceptibles d'être visés, ainsi que les méthodologies à mettre en œuvre, en soulignant leurs forces, leurs faiblesses et les points à améliorer.

1. Définition du développement durable appliqué aux productions agricoles

Le concept de développement durable émerge en 1987, dans le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Il est alors défini comme un mode de « *développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire les leurs* » (Brundtland, 1989).

Depuis, l'Union Européenne s'attache à décliner ces principes dans toutes ses politiques. Par la suite, Bonny (1994) a proposé de définir l'agriculture durable comme « *une agriculture écologiquement saine, économiquement viable et socialement juste et humaine* ». Cette définition intègre les 3 dimensions de la durabilité : économique, sociale et environnementale. Ainsi, l'agriculture durera parce qu'elle ménage son environnement et gère sur le long terme ses capacités de production tout en étant rentable et en répondant aux besoins humains. Le développement durable et plus particulièrement l'agriculture durable renvoient à des enjeux politiques planétaires qui associent les solidarités dans le temps (entre les générations), dans l'espace (relations nord-sud) et entre les différentes couches de la société (Mousel, 1995).

2. Les différents objectifs de l'évaluation : Quoi ? Pour quoi ? Pour qui ?

L'évaluation de la durabilité d'un système peut répondre à plusieurs finalités : identifier les marges de progrès de ce système, aider à la décision par identification du « meilleur » scénario (évaluation *ex ante*), évaluer l'efficacité des politiques publiques ou encore permettre la certification commerciale ou obligatoire d'un produit. Selon le type d'évaluation, les destinataires finaux peuvent être différents : acteurs directement impliqués dans la chaîne de production, responsables publics ou chercheurs.

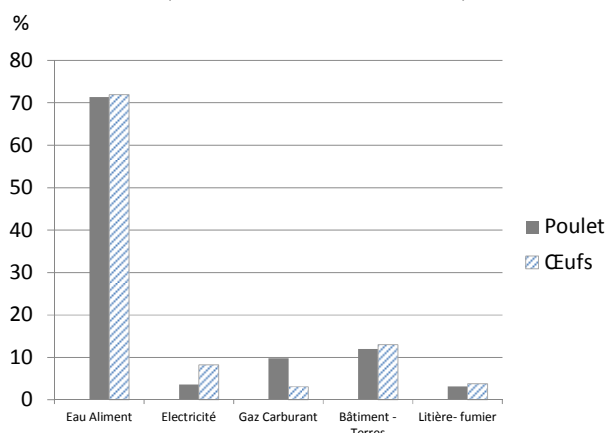
2.1. Identifier des marges de progrès

Différents travaux portent sur l'évaluation de la durabilité de systèmes de production dans l'objectif d'identifier des marges de progrès, en opposant le plus souvent différents systèmes de production, et en considérant le pilier environnemental seul ou les trois piliers de la durabilité à la fois.

Le pilier environnemental

Concernant le pilier environnemental, des impacts potentiels comme celui sur le changement climatique, sont souvent calculés le long de la chaîne de production, depuis la production des matières premières utilisées pour l'alimentation des volailles jusqu'à la porte de la ferme ou à la sortie de l'abattoir par la méthode de l'Analyse de Cycle de Vie. Les travaux réalisés permettent d'apporter des références pour les filières avicoles, même si leur but premier est bien souvent de comparer les systèmes entre eux. Ils permettent d'apprécier *les niveaux d'impact des produits* (poulet, œuf) mais aussi *la contribution de chacune des étapes de production* (Figure 1).

Figure 1. Contributions relatives des différentes étapes de la production sur l'impact potentiel sur le changement climatique pour le poulet et l'œuf de consommation (Leinonen et al., 2012 a et b)



Les productions de volaille de chair à cycle long et/ou plein-air ont globalement des impacts plus élevés que les productions conventionnelles, du fait d'un indice de consommation plus important. Le poste le plus impactant sur le changement climatique et l'eutrophisation est la production des matières premières et dans une moindre mesure la fabrication des aliments, qui représentent plus de deux tiers des impacts (Mollenhorst et al., 2006 ; Katajajuri et al., 2008 ; Baumgartner et al., 2008 ; Pelletier, 2008 ; Boggia et al., 2010 ; Da Silva et al., 2010 ; Leinonen et al., 2012a et b ; Seguin et al., 2013). Par ailleurs, l'impact de la production sur la biodiversité est très peu abordé. Il peut être apprécié par l'aménagement agro-écologique des parcours (présence d'arbres, de haies), en calculant un nombre d'hectares dédié aux infrastructures

agroécologiques (HVE), et aussi par exemple, par la diversification des matières premières utilisées dans les aliments, par opposition au modèle classique maïs-soja (outil AVIBIO).

En considérant les différentes dimensions de la durabilité

Plusieurs travaux considèrent simultanément les trois piliers de la durabilité. Alors que la dimension environnementale prend en compte généralement la totalité de la chaîne de production, les dimensions économique et sociale sont le plus souvent circonscrites au seul niveau de l'atelier d'élevage, posant un problème d'homogénéité quant au système étudié. Ces travaux ont pour la plupart *une vocation méthodologique*. La mise en application et l'évaluation de ces programmes d'action se heurtent à une quasi-absence de systèmes d'observation intégrant l'ensemble des composantes des systèmes de production et des pratiques agricoles sur les territoires.

De Boer et Cornelissen (2002) puis Mollenhorst et al. (2006) ont proposé les premiers une méthode d'évaluation de la contribution au développement durable de différents systèmes de production d'œufs : cages, volières et plein-air. Des indicateurs sont sélectionnés relativement au bien-être animal, à l'économie, aux impacts environnementaux, à l'ergonomie et à la qualité des produits, sur la base de méthodes participatives (Mollenhorst et de Boer, 2004). La quantification des indicateurs leur a permis, par comparaison, d'identifier les forces et faiblesses des différents systèmes. Pour la situation néerlandaise, le système plein-air présentait de meilleurs résultats en termes de bien-être animal et économique contrairement à l'impact environnemental qui était dégradé par rapport aux systèmes cages et ou volières (Mollenhorst et al., 2006). Bokkers et de Boer (2009), avec la même méthodologie, ont mesuré les mêmes tendances pour les productions de poulet de chair standard et biologique, avec pour cette dernière, de meilleures performances économique et sociale et une dégradation de la performance environnementale. De manière originale, une étude italienne propose des évaluations différentes selon la partie prenante considérée (scientifiques, consommateurs et producteurs), le poids des indicateurs étant adapté à chacune d'entre elles (Castellini et al., 2012). Trois modes de production de poulets de chair ont été comparés : conventionnel, biologique et « biologique + » avec une souche à croissance lente, un âge d'abattage retardé et une augmentation de la taille du parcours. Alors que le système « biologique + » a obtenu le meilleur résultat au regard des scientifiques et des consommateurs, les producteurs l'ont classé quant à eux en dernier, soulignant la nécessité de prendre en compte les points de vue des différents acteurs impliqués dans la chaîne de production. Il est aujourd'hui plus répandu de mettre en œuvre des démarches

participatives afin d'obtenir un consensus d'acteurs (consommateurs, citoyens et producteurs, par exemple) sur les objectifs de durabilité et leur importance respective pour comparer les systèmes plutôt que d'analyser les différences de perceptions entre acteurs. Au niveau français, un outil d'évaluation de la durabilité est proposé pour les filières avicoles biologiques en tant qu'*outil de progrès pour les acteurs* (Pottiez et al., 2013) (outil AVIBIO). Co-construits par les acteurs eux-mêmes, il prend en compte l'ensemble des maillons de la chaîne de production jusqu'à la distribution, pour chaque dimension de la durabilité, et a été appliqué à différents territoires. Les valeurs des indicateurs ont ensuite été transformées en une unité commune : un score, permettant d'apprécier le niveau d'atteinte de chacun des objectifs fixés. L'analyse de ces scores a permis de dégager cinq pistes d'amélioration pour les filières concernées : développer l'accès aux matières premières biologiques pour l'alimentation des volailles ; améliorer la technicité et la logistique dans la chaîne de production ; améliorer la communication intra et extra chaîne de production ; développer l'introduction de produits avicoles biologiques dans la restauration collective et développer des pratiques favorisant la biodiversité.

2.2. Aider à la décision

Après avoir évalué les marges de progrès d'un système de production, différents scénarios peuvent être étudiés afin de rechercher « le meilleur » et ainsi, d'aider à la décision. Dans ce cas, il s'agit d'évaluations *ex ante*, c'est-à-dire sur la base d'estimations, la modélisation de différents processus du système jouant un rôle important. Néanmoins, des questions se posent quant aux résultats issus des ACV, et notamment des incertitudes, et la diversité des données et des modèles pouvant affecter les résultats d'évaluation. Du fait de la forte contribution de l'aliment aux impacts environnementaux, différents travaux visent à mesurer l'effet de changements de formulation sur le coût et les impacts environnementaux potentiels de l'aliment. La réduction des impacts environnementaux potentiels des formules est obtenue par substitution partielle du tourteau de soja et des céréales par des coproduits (son de blé, gluten) et/ou des protéagineux (Nguyen et al., 2012). Toutefois, la réduction est au mieux de 8 % pour l'eutrophisation et de 12 % pour le changement climatique, avec un effet sur le coût qui est de 2-8 % selon le type d'aliment et la conjoncture économique (janvier 2006, décembre 2007 et mars 2009). Près de 70 % du potentiel de réduction d'impacts pour l'eutrophisation et le changement climatique pourrait être obtenus moyennant une augmentation de coût des formules limitée à 0,5-4 %. Différentes

voies d'amélioration sont proposées telle que : l'application d'une contrainte céréales et protéagineux (80 %) en lieu et place d'une contrainte comprenant uniquement les céréales pour le poulet label rouge (Nguyen et al., 2012). L'incorporation d'acides aminés (lysine, méthionine et thréonine) permet une réduction des impacts relatifs à l'eutrophisation, l'écotoxicité terrestre et la demande cumulée en énergie, tandis que les impacts changement climatique et acidification dépendent de la nature des matières premières, notamment lors de l'utilisation de soja associé à la déforestation (Mosnier et al., 2011). L'incorporation de pois et de fève à la place du soja sud-américain permet de diminuer l'impact sur le changement climatique mais présente une augmentation de l'eutrophisation potentielle (Baumgartner et al., 2008 ; Nguyen et al., 2012). La prise en compte de l'origine des matières premières permettra aussi d'affiner les valeurs d'impacts et d'ouvrir de nouvelles perspectives.

Par ailleurs, différentes expérimentations zootechniques font l'objet d'analyses multicritères afin de rechercher les meilleurs scénarios. Par exemple, l'influence de l'âge d'abattage du poulet (35 à 63 jours) a été évaluée sur la qualité de la viande, le bien-être animal et les résultats techniques et économiques, aboutissant à préconiser un âge d'abattage de 42 jours, sans proposition de hiérarchie entre les différents indicateurs utilisés (Baéza et al., 2012).

2.3. Evaluer l'efficacité des politiques publiques

Un autre objectif peut être l'évaluation des politiques publiques, qui est un processus social et une démarche qui s'imposent à tous les Etats membres de l'Union Européenne. L'évaluation en fin de programme (*ex post*) consiste à faire le point sur un programme terminé en i) appréciant les résultats et en les comparant aux objectifs initialement fixés et aux moyens mis en œuvre ii) s'attachant à analyser l'efficacité (atteinte des objectifs initiaux) et l'efficience (effets avec un minimum de moyens engagés) du soutien accordé. Concernant les Mesures Agro-Environnementales (MAE), bien que le cadre commun d'évaluation soit imposé, la Commission européenne laisse l'initiative à chaque Etat-membre de développer des méthodes scientifiques et de déterminer les indicateurs pertinents pour les mesurer les effets propres des MAE. Gassiat et Zahm (2010) ont ainsi recensé 40 indicateurs mobilisables pour évaluer les effets propres des MAE françaises sur l'eau, le sol, la biodiversité et les paysages.

2.4. Certifier des produits

La certification des produits est encore un autre objectif d'évaluation. Différentes initiatives récentes, privées et publique, sont développées avec

respectivement l'arrivée des sojas responsables et l'étiquetage environnemental. D'autres initiatives sont en cours au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, concernant le bien-être animal, afin de créer des méthodes pratiques et normalisées (Welfare Quality Network, 2011 ; Blonk et al., 2010).

Des initiatives privées : l'exemple des Sojas « Responsables »

Des initiatives d'élaboration de standards durables pour les matières premières agricoles sensibles (café, cacao, palmier à huile, soja,...) se sont développées à travers un processus de « tables rondes ». Ces initiatives dites « multi-stakeholders » (multiparties prenantes) ont pour caractéristique de proposer des dispositifs ouverts de participation/négociation réunissant à l'échelle mondiale des opérateurs économiques des filières agroalimentaires (producteurs, grossistes, banques, distributeurs, etc.), mais aussi des ONG dites « sociales » et « environnementales », internationales et locales, pour définir, promouvoir et contrôler une agriculture durable (Cheyns, 2012). Deux programmes de certification sont en place :

RoundTable on Responsible Soy (RTRS) : l'association de la Table Ronde sur le Soja Responsable créée en 2006, promeut la responsabilité dans la production, la transformation et le commerce du soja dans le monde. Les principes et critères de la RTRS couvrent les questions relatives à la durabilité au sein de la filière : décence des conditions de travail, relations avec les communautés, responsabilité environnementale et bonnes pratiques agricoles (RTRS Standard for Responsible Soy Production, version 1.0, juin 2010). Les premières activités de certification ont eu lieu en 2011 en Argentine, au Brésil et au Paraguay (International Trade Center, 2011a).

ProTerra : le programme de certification ProTerra a été élaboré par Cert ID, sur la base des Critères de Bâle en 2004. L'entreprise Cert ID a été fondée par de nombreux acteurs de l'industrie et du secteur public, dont le groupe suisse COOP et le World Wildlife Fund. Trois ensembles de critères sont utilisés : justice sociale, viabilité économique et souci de l'environnement. Le programme prévoit des exigences minimales portant à tous les stades de la chaîne de production (jusqu'à l'étiquetage des produits) sur : l'absence de travail forcé et de travail des enfants, le respect de la législation nationale et locale, le souci d'éviter la contamination fortuite des produits certifiés, notamment par des OGM (International Trade Center, 2011b).

Ces deux standards, s'opposent sur deux points majeurs: l'utilisation des OGM et la conversion des terres modifiant les usages traditionnels, aucun système de compensation n'étant accepté par ProTerra. Dans les deux cas, les premiers envois en Europe de soja certifié RTRS et ProTerra ont été

réalisés en juin 2011, offrant la possibilité pour les filières avicoles, de développer une nouvelle segmentation. Toutefois la gestion d'un nombre croissant de références n'est pas souhaitable, tout d'abord en termes de compétitivité du fait de la déjà très forte multiplication de l'offre, mais aussi en termes d'image, en risquant de dévaloriser les autres produits et en prenant le risque de focaliser les consommateurs sur un ingrédient non majoritaire dans l'aliment. Une démarche collective des acteurs des filières allant dans le sens d'une utilisation accrue de soja certifié « responsable » pour tous les segments de marché, serait plus bénéfique à la filière.

Des initiatives publiques : l'affichage environnemental

Afin de mettre en œuvre l'un des engagements du Grenelle de l'Environnement en matière de consommation durable, la loi n°2009-967 du 3 août 2009 énonce dans son article 54 que : les consommateurs doivent pouvoir disposer d'une information environnementale sincère, objective et complète portant sur les caractéristiques globales du couple produit/emballage et se voir proposer des produits respectueux de l'environnement à des prix attractifs.

Tous les produits à destination du consommateur final sont concernés par l'affichage environnemental. Depuis le printemps 2008, des travaux se sont tenus à l'AFNOR, sous la présidence de l'ADEME, pour développer, avec les professionnels mais aussi la société civile, les méthodologies d'évaluation des impacts environnementaux. Le référentiel de bonnes pratiques AFNOR BP X 30-323 est le document cadre qui établit les principes généraux pour que les entreprises qui souhaitent s'engager puissent le faire sur la base d'un même socle. Dans la continuité de ce référentiel, des groupes de travail se sont réunis pour préciser les méthodes de calcul. Concernant les produits alimentaires et aliments pour animaux, les indicateurs envisagés issus de l'ACV portent sur l'impact potentiel sur le changement climatique, l'impact sur l'eau (eutrophisation, écotoxicité, quantitatif) et l'érosion de la biodiversité, en prenant en compte toutes les étapes de vie depuis la production agricole jusqu'à la fin de vie (sortie élevage). L'unité fonctionnelle est le kg de produit. L'ADEME est chargée de développer une base de données publique pour que les entreprises utilisent toutes les mêmes données par défaut. Dans ce cadre, le programme Agri-Balyse impliquant différents organismes de recherche et les instituts techniques, a pour objectif de créer une base de données publique harmonisée au niveau national d'ACV des produits agricoles français et pour l'aviculture, cela se focalise sur les principales matières premières utilisées et le produit « poulet » (mix standard, label rouge et biologique).

Depuis le 1^{er} juillet 2011 jusqu'au 1^{er} décembre 2012, une expérimentation a été menée afin d'informer progressivement le consommateur du contenu en équivalent carbone des produits et de leur emballage, ainsi que de la consommation de ressources naturelles ou de l'impact sur les milieux naturels qui sont imputables à ces produits au cours de leur cycle de vie. Neuf entreprises impliquées dans le secteur avicole ont pris part pendant un an à cette expérimentation, qui fera l'objet d'un bilan transmis au parlement début 2013 pour étudier l'opportunité de sa généralisation (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-evaluation-de-l-experimentation.html>). L'évaluation doit permettre d'identifier les conditions de facilitation de l'affichage pour les entreprises. Sept associations de consommateurs se sont regroupées pour contribuer à cette évaluation en recueillant les avis des consommateurs sur le format de l'affichage et les informations portées à leur connaissance.

3. Comment ?

Pour réaliser une évaluation de la durabilité d'un système de production avicole, il est possible d'utiliser une méthode déjà existante, d'adapter une méthode à ses propres besoins ou de développer une nouvelle méthode. Pour choisir entre ces trois options, il faut préalablement bien préciser les objectifs et les contraintes de l'évaluation afin d'évaluer si les méthodes existantes répondent au besoin ou peuvent facilement et utilement être adaptées. La conception d'une nouvelle méthode d'évaluation de la durabilité comporte plusieurs étapes : définir le système étudié, les objectifs et les indicateurs de durabilité puis la méthode d'interprétation des résultats.

Etape 1 : Définition de l'objectif et des contraintes de l'évaluation

Différents points doivent être abordés au démarrage de l'évaluation :

Pour quoi faire ? Comme décrits précédemment, différents objectifs peuvent être poursuivis : identifier des marges de progrès, aider à la décision, évaluer l'efficacité des politiques publiques, certifier un produit.

Pour qui ? Les différents acteurs n'ont pas tous les mêmes attentes, les mêmes besoins, ni les mêmes contraintes (précision, temps, coût...). Dans le cadre d'une procédure de certification par exemple, si l'utilisateur final est le consommateur, il a besoin d'avoir une information synthétique sur le niveau de durabilité. Dans le cas d'un diagnostic-conseil, il s'agit de pouvoir se situer par rapport aux autres et d'aider à définir des priorités d'action.

Avec qui ? La méthode doit avoir du sens pour les acteurs, ce qui suppose que ceux-ci participent et

discutent non seulement des indicateurs ou des variables de suivi mais aussi des objectifs qui vont orienter la mise en œuvre du développement durable. Les démarches de co-construction sont souvent utilisées. En tant que démarche collective, la co-construction obéit aux principes de toute démarche collective, c'est-à-dire qu'elle se doit d'associer les partenaires le plus tôt possible pour favoriser leur adhésion à la démarche et de rechercher une taille optimale des groupes de travail pour faciliter l'établissement d'un dialogue (Rey-Valette et al., 2008).

Etape 2 : Définition du système

La seconde étape consiste à délimiter les frontières du système étudié (atelier, exploitation, filière et territoire, produit), et ses éléments constitutifs. Cette étape est complètement dépendante de la finalité de l'évaluation et de l'utilisateur.

Etape 3 : Définition des objectifs de durabilité

L'étape suivante consiste à définir, pour chacune des dimensions de la durabilité, les objectifs de durabilité assignés au système de production étudié. Ces objectifs représentent les résultats que l'on se propose d'atteindre pour que le système de production étudié puisse remplir ses missions de production sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire leurs propres besoins. Les objectifs de durabilité, appelés aussi principes peuvent être déclinés en sous objectifs ou critères, peuvent être définis de manière normalisée (ACV : normes ISO 14040), à dire d'experts (Méthode IDEA, Vilain, 2008) ou bien dans le cadre d'une démarche participative (projet AVIBIO : Pottiez et al., 2013 ; Méthode DIAMOND : Fortun-Lamothe et al., 2011b). Le Tableau 1 décrit les objectifs de durabilité retenus dans les méthodes IDEA, DIAMOND et AVIBIO.

Etape 4 : Sélection des indicateurs

Les indicateurs permettent d'évaluer la réponse du système à chacun des objectifs définis. Un indicateur est « une grandeur qui fournit une information au sujet d'une variable plus difficile d'accès ou d'un système plus complexe » (Bockstaller et Girardin, 2003). Il permet d'appréhender, de façon simplifiée et mesurable, une réalité complexe afin de faciliter la compréhension des systèmes. Ce sont des outils de communication et d'aide à la décision qui peuvent prendre une forme tant quantitative que qualitative (Bockstaller et al., 2010).

Tableau 1 : Les objectifs de durabilité proposés par les méthodes ¹ IDEA (Vilain, 2008), ² AVIBIO (Pottiez et al., 2013) et ³ DIAMOND (Fortun-Lamothe et al., 2011b)

Méthode	IDEA ¹	AVIBIO ²	DIAMOND ³
Système étudié	Exploitation agricole	Filière dans son territoire	Atelier d'élevage
Nb d'objectifs	16	9	6
Objectifs de durabilité	• Adaptabilité • Cohérence • Gestion économe des ressources • Protection de l'atmosphère • Protection des sols • Protection et gestion de l'eau • Protection de la biodiversité • Protection des paysages • Citoyenneté • Développement humain • Respect du bien-être animal • Qualité des produits • Développement local • Emploi • Qualité de vie • Ethique	• Générer et sécuriser le revenu et partager la valeur ajoutée entre maillons • Garantir les approvisionnements et l'accès au marché • Favoriser l'emploi local • Minimiser l'utilisation des ressources • Réduire les pollutions • Favoriser la biodiversité • Renforcer les liens avec le territoire • Répondre aux attentes des citoyens • Assurer la pérennité des outils de production	• Etre économiquement rentable • Etre flexible et adaptable • Utiliser les ressources de façon économe et produire des ressources renouvelables • Préserver le fonctionnement des écosystèmes • Préserver la qualité de vie et les conditions de travail du producteur • Répondre aux demandes du citoyen consommateur

Dans le domaine environnemental, l'Agence Européenne pour l'Environnement a proposé à partir des travaux de l'OCDE le modèle DPSIR pour classer les indicateurs selon qu'ils décrivent les cause de changements de consommation ou de production (indicateurs de force motrice, D) ou la pression sur le milieu naturel (indicateurs de pression, P), qu'ils caractérisent ce milieu (indicateurs d'état, S), les effets causés par les changements d'état (indicateurs d'impacts, I) et les réponse à ces impacts par des réponses adaptées (indicateurs de réponse, R).

Cette classification peut être illustrée par le cas de l'utilisation des antibiotiques. En effet, l'utilisation importante des antibiotiques en élevage (Chevance et Moulin, 2009) est aujourd'hui décriée en raison de l'augmentation des phénomènes d'antibiorésistance qui représentent un réel problème de santé humaine. Les échecs thérapeutiques liés à la présence de souches pathogènes multi résistantes sont aujourd'hui une source d'inquiétude grandissante dans les milieux hospitaliers et le transfert des gènes de résistance des populations microbiennes présentes chez les animaux d'élevage vers l'homme, est aujourd'hui bien renseigné. Le pourcentage de patients hospitalisés présentant un prélèvement sensible à un seul antibiotique ou le nombre de décès annuels dus à des bactéries résistantes aux antibiotiques sont des exemples d'indicateurs de force motrice (D) qui incitent à l'action collective. Le pourcentage de souches de *Staphylococcus aureus* résistantes à la méticilline est un indicateur d'état (S). Toutefois, il est difficile et surtout coûteux d'étendre l'utilisation de ce type d'indicateur de façon exhaustive pour l'ensemble des pathogènes et des molécules antibiotiques. On a donc le plus souvent recours à

des indicateurs de pression (P), c'est-à-dire caractérisant l'usage des antibiotiques tels que les quantités d'antibiotiques vendues, les dépenses de santé dans un élevage, le nombre de traitements effectués, le nombre de jours d'administration d'antibiotiques, la quantité de poids vif traitée. La réduction annuelle du pourcentage de souches multi résistantes est un indicateur d'impact (I). Enfin, le nombre de groupements d'éleveurs et de vétérinaires engagés dans le plan interprofessionnel de médication raisonnée, ou le nombre d'éleveurs ayant suivi la formation technique de maîtrise sanitaire et de bon usage des traitements médicamenteux sont des indicateurs de réponses (R) pour la filière concernée.

Parmi cette multitude d'indicateurs disponibles, le choix doit dépendre des utilisateurs et de la disponibilité des données. Les indicateurs doivent en effet être facile à calculer, sensible aux variations de pratique, discriminant, répétable et adapté aux objectifs (Gras et al., 1989). Par exemple, dans le cas du suivi de l'utilisation des antibiotiques en continu et à l'échelle nationale, la filière cunicole a choisi un index d'usage des antibiotiques (IFTA, Fortun-Lamothe et al., 2011a) comme indicateur de pression. Il représente un bon équilibre entre pertinence et simplicité, puisqu'il allie nombre et durée des traitements mais s'affranchit des doses journalières et du poids des animaux traités.

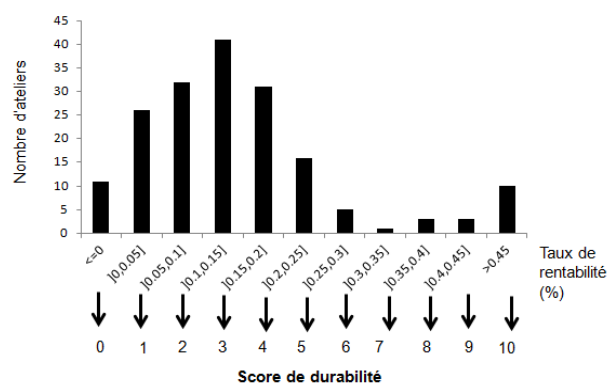
Un indicateur peut être considéré comme validé s'il est scientifiquement fondé, c'est-à-dire si les variables qui rentrent dans sa construction ont un lien démontré avec l'objectif qu'elles évaluent, s'il est sensible et pertinent, et s'il est utile et utilisé par les destinataires finaux (Bockstaller et Girardin, 2003). Le développement d'un indicateur est donc

un travail scientifique. Toutefois, le choix ainsi que l'interprétation des indicateurs sont fondés sur un jugement au moins en partie subjectif. Cela explique que la question des indicateurs soit souvent très sensible.

Etape 5 : Construction du modèle d'évaluation

L'évaluation de la durabilité se base sur l'ensemble de l'information fournie par chacun des indicateurs. Pour cela on fait généralement appel à des notions de seuils, de cible, de valeur critique ou de performance relative (Géniaux, 2006). Par exemple, la viabilité économique d'un système (exploitation : méthode IDEA ou atelier : méthode DIAMOND) est souvent évaluée par rapport au SMIC (Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti) qui constitue en France un **seuil** de revenu minimum accepté collectivement. En raison de leurs contraintes professionnelles, les agriculteurs partent moins en vacances que le reste de la population (http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_analyse_141004.pdf). Même si l'exploitant agricole n'a pas un statut de salarié, la valeur de 5 semaines de congés annuels qui prévaut dans le droit salarial représente dans ce domaine, une valeur cible puisqu'elle concerne la majeure partie de la population. Par ailleurs, la valeur de 50 mg/L pour la concentration de l'eau en nitrates est la valeur retenue par la réglementation pour les eaux de boisson. Elle constitue une **valeur critique** puisque la littérature scientifique a validé qu'au-delà, des risques pour la santé humaine peuvent apparaître. Enfin, la plupart des indicateurs prennent leur sens par rapport aux **performances relatives** des autres systèmes. Par exemple, pour la filière foie gras, la méthode DIAMOND qui évalue la durabilité des ateliers d'élevage, a été validée à partir des données du réseau de fermes de référence RENAPALM. Dans de nombreux cas, la valeur des points attribués à un indicateur a été déterminée à partir des performances réelles observées dans le réseau. Les scores les plus élevés et les plus faibles correspondant aux plages de valeurs réellement observées pour les ateliers les plus ou les moins performants, respectivement. Par exemple, sur les 140 fermes enquêtées (correspondant à 179 valeurs car certaines fermes ont un atelier d'élevage et un atelier de gavage), le taux de rentabilité évoluait entre -0.66% et 1.04% (moyenne : $0,03 \pm 0,03\%$). Dix points étaient attribués à cet indicateur. Les résultats entre 0% et 0,45% ont été transformés en score selon 11 intervalles espacés de 0,05% (Figure 2). Cette stratégie permet de garantir que la notation garde du sens et que les scores les plus élevés sont des valeurs atteignables et réalistes.

Figure 2. Exemple de transformation des résultats d'un indicateur en scores de durabilité, basé sur les performances relatives des ateliers (Fortun-Lamothe et al., 2011a).



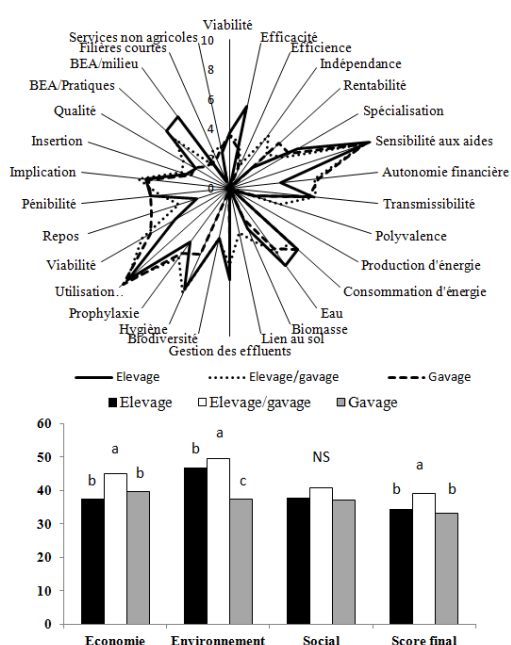
L'interprétation des résultats peut être réalisée en gardant l'ensemble des informations fournies par chacun des indicateurs. C'est le cas de l'Analyse de Cycle de vie qui génère plusieurs indicateurs d'impacts environnementaux : eutrophisation ($\text{kg PO}_4^{3-} \text{ eq.}$), changement climatique ($\text{kg CO}_2 \text{ eq.}$), potentiel d'acidification ($\text{kg SO}_2 \text{ eq.}$), toxicité terrestre (kg 1,4-DCB eq.), demande cumulée en énergie cumulée (MJ), utilisation d'eau (m^3), occupation des sols ($\text{m}^2 \cdot \text{an}$). Ces indicateurs sont exprimés dans des unités différentes, il est donc difficile de faire une évaluation globale du système. La comparaison des systèmes est souvent réalisée, soit en repérant celui ayant le plus grand nombre d'indicateurs ayant la valeur la plus faible, soit en comparant des systèmes innovants à un système qui est considéré comme témoin et pour lequel chaque indicateur prend la valeur 100.

L'interprétation peut aussi reposer sur une agrégation des données, c'est-à-dire sur un regroupement des résultats de plusieurs indicateurs. L'agrégation des données vise à faciliter la comparaison des systèmes en limitant la quantité d'information à comparer. Il existe différentes formes d'agrégation : spatiale, temporelle et thématique (Nardo et al., 2005). Les deux premières réfèrent à l'action de passer d'un niveau inférieur (sous-jacent) à un niveau supérieur (englobant) : de l'atelier d'élevage, à l'exploitation, au territoire et à la nation pour l'échelle spatiale ; du jour, au mois ou au cycle de reproduction à l'année, pour l'échelle temporelle. Ces deux modes d'agrégation impliquent généralement des variables identiques et sont liés à la question des seuils. Par exemple, l'évaluation de la durabilité des filières avicoles biologiques s'est basée sur des résultats d'enquêtes (Pottiez et al., 2011). Le calcul des impacts pour l'ensemble de la filière a nécessité d'agréger ces données en les multipliant par le nombre de structures au sein du territoire pour chacun des maillons de la chaîne de production (agrégation spatiale). Ces techniques se confrontent à l'homogénéité et à la linéarité des réponses. Ainsi, il faut que les ateliers enquêtés soient réellement représentatifs des pratiques moyennes existant dans un territoire (homogénéité), pour que la

multiplication des impacts moyen des ateliers par le nombre d'ateliers dans le territoire donne une évaluation juste des impacts d'une filière au niveau du territoire. Par ailleurs, il a été montré que les relations entre les flux azotés des élevages et les phénomènes de marées vertes en Bretagne ne sont pas linéaires. D'autres facteurs tels que la situation pédoclimatique interviennent dans l'émergence de ces dysfonctionnements (Bockstaller et al., 2010). En conséquence une agrégation spatiale simple ne permet pas dans ce cas de rendre compte des phénomènes.

L'agrégation thématique vise à synthétiser une gamme d'indicateurs qui ne sont pas de même nature mais qui évaluent une même problématique. Concernant l'évaluation de la durabilité, les indicateurs sont le plus souvent agrégés par objectif puis par pilier de la durabilité. La difficulté posée par l'agrégation thématique est qu'elle concerne généralement des indicateurs qui sont exprimés dans des unités différentes. Il est alors nécessaire de transformer les valeurs des indicateurs en une unité commune préalablement à l'agrégation. Cette unité peut-être virtuelle (par exemple des unités de durabilité), ou réelle (euros). La transformation en scores nécessite de réfléchir à la pondération, c'est-à-dire à l'importance relative de chacun des objectifs de durabilité. Par exemple, dans le pilier économie du projet AVIBIO, l'objectif « Générer et sécuriser le revenu et partager la valeur ajoutée entre maillons » a été jugé plus important (évalué sur 80 points) que l'objectif « Favoriser l'emploi local » (évalué sur 40 points). La pondération doit de préférence être définie collectivement pour limiter sa subjectivité.

Figure 3. Agrégation des données obtenues pour les 30 critères de durabilité par pilier puis en une note finale.



Ces scores sont ensuite additionnés par objectif puis par pilier. Certaines méthodes (IDEA, DIAMOND) proposent également une agrégation totale c'est-à-dire entre les 3 piliers de la durabilité. Dans ce cas, l'addition des 3 valeurs n'a pas de sens car on considère généralement que les piliers ne peuvent pas se compenser entre eux. Ainsi, une très forte viabilité économique ne peut en aucun cas compenser une faible performance environnementale, de même qu'un système environnementalement sain n'est pas durable s'il n'est pas rentable. On retient ainsi le plus souvent comme note finale, la plus faible des 3 piliers de durabilité, appliquant ainsi la règle des facteurs limitants qui s'impose dans la dynamique des écosystèmes. Cela permet d'identifier le pilier sur lequel il convient de faire porter les efforts en priorité, mais entraîne une simplification, donc une perte d'information. L'influence du type d'activité (élevage, gavage ou élevage+gavage) sur la durabilité des ateliers d'élevage de palmipèdes à foie gras est illustrée Figure 3.

L'analyse des résultats au niveau des critères de durabilité n'est pas aisée car elle nécessite de comparer 30 valeurs. L'agrégation montre que l'activité élevage+gavage est plus durable que les autres activités ($P < 0,05$) pour le pilier économique et environnemental ($P < 0,05$) et d'un point de vue global ($P < 0,05$) même s'il n'y a pas d'influence du type d'activité sur la durabilité sociale (NS).

Conclusion

Les méthodes d'évaluation doivent tenir compte à la fois de l'objectif et de la cible visés, et respecter un cadre méthodologique suffisamment strict pour avoir du sens. Il s'agit, pour chacune d'entre elles, de disposer d'un nombre d'informations minimales mais déterminantes, et d'adopter une approche interdisciplinaire. Le mode participatif, qui permet l'intégration des acteurs concernés, et en particulier des représentants de la société civile et du secteur privé dans la définition des interventions, relève d'une nouvelle forme de gouvernance très souvent utilisée. Différentes méthodes, développées entre autres pour les productions avicoles, récemment pour la plupart, sont utilisées pour l'évaluation, sans qu'aucune ne soit apte individuellement à couvrir tous les enjeux de la durabilité.

De manière générale, concernant les filières animales, des avancées méthodologiques sont nécessaires dans ces approches qui sont encore « jeunes », avec différents enjeux :

- Mieux prendre en compte les échelles de temps et d'espace, ainsi que les dynamiques d'évolution pour appréhender les enjeux et les comportements des acteurs ;
- Etendre aux dimensions économique et sociale l'Analyse de Cycle de Vie, assez largement utilisée pour l'analyse des impacts environnementaux ;

- Mieux prendre en compte l'aval des filières. L'attention a été plutôt portée jusqu'à présent sur l'amont des filières, avec le risque de pointer du doigt plus facilement les productions agricoles.

- Développer des indicateurs permettant de traiter de la question de la biodiversité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alphandéry P., M. Djama, A. Fortier, E. Fouilleux, 2012. In : Normaliser au nom du développement durable. Ed. Quae, 9-22.
- Baeza E., C. Arnould, M. Jlali, P. Chartrin, V. Gigaud, F. Mercierand, C. Durand, K. Méteau, E. Le Bihan-Duval and C. Berri, 2012. *Journal of Animal Science*, 90: 2003-2013.
- Baumgartner D.U., L. de Baan, T. Nemecek and K. Crepon., 2008. International Conference on LCA in the Agri-Food Business, Zurich: 352-359.
- Blonk H., M. Marinussen et M. Goedkoop, 2010. *Proceedings of LCA food 2010 (Vol 1)*, Bari (Italie), pp 381-386.
- Bockstaller C., Girardin P. 2003. *Agricultural Systems*, 76, 639-653.
- Bockstaller, C., Espagnol, S. Guichard, L., Petit, J., Raison, C., Vertès, F. 2010. In *Elevage et environnement*. Espagnol S. et Leterme P. Eds. Educagri editions/Editions Quae. Chap 1, 15-64.
- de Boer, I. J. M. and A. M. G. Cornelissen, 2002. *Poultry Science* 81: 173-181.
- Boggia A., L. Paolotti and C. Castellini, 2010. *WPSJ*, 66: 95-114.
- Bokkers E.A.M. and I.J.M. de Boer, 2009. *British Poultry Science* 50(5): 546-557.
- Bonny S., 1994. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, n°23, 5-15.
- Brundtland B.M., 1989. Editions du fleuve, Montréal, Canada, 51-77.
- Castellini C., A. Boggia, C. Cortina, A. Dal Bosco, L. Paolotti, E. Novelli, C. Mugnai, 2012. *Journal of Cleaner Production* 37: 192-201.
- Chevance A. et Moulin G. 2009. *Rapport AFSSA*, 40 pp.
- Cheyns E., 2012. In : *Normaliser au nom du développement durable*. Ed. Quae, 103-120.
- Da Silva V., H van der Werf, S. Soares, 2010. *LCA Food*, Bari (Italia), 6pp.
- De Vries M., de Boer I.J.M., 2010. *Livestock Science.*, 128, 1-11.
- Fortun-Lamothe L., Courtadon H., Croisier A., Gidenne T., Combes S., Le Bouquin S., Chauvin C. 2011a. 14^{èmes} Journ. Rech. Cunicole; 22-23 novembre 2011, Le Mans, France. 135-138.
- Fortun-Lamothe L., G. Coutelet, J. Litt, S. Dejean, S. Gurlain, E. Chabbert, T. Gidenne, S. Combes. 2011b. 14^{èmes} Journ. Rech. Cunicole ; 22-23 novembre 2011, Le Mans, France. 139-142.
- Gassiat A. and F. Zahm, 2010. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*. 3: 439-471.
- Géniaux, G. 2006. Indicateurs de développement durable : un panorama des principales références bibliographiques, cadres conceptuels et initiatives internationales. <http://www.ecobase21.net/Indicateurs/Geniaux-ecole-chercheur-indicateur.pdf>.
- Gras R., Benoit M., Deffontaines J.P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.L. 1989. *Le fait technique en agronomie – Activité agricole, concepts et méthodes d'études*. INRA- Editions L'Harmattan. Chap. 4 : les méthodes (87-106); 183 pp.
- Guillaumin, A., Dockes, A.C., Palazon, R. 2009. *Renc. Rech. Ruminants*, 16 : 85-92.
- International Trade Center, 2011a. *Table ronde sur le soja responsable*, 4pp.
- International Trade Center, 2011b. *Programme de certification ProTerra*, 5pp.
- Katajajuuri J.M., J. Gronroos and K. Usva, 2008. International Conference on LCA in the Agri-Food Business, Zurich : 370-380.
- Leinonen I., A. G. Williams, J. Wiseman, J. Guy and I. Kyriazakis, 2012a. *Poultry Science* 9:8–25.
- Leinonen I., A. G. Williams, J. Wiseman, J. Guy and I. Kyriazakis, 2012b. *Poultry Science* 91:26–40.
- Mollenhorst H., P.B.M. Berentsen, and I.J.M. De Boer, 2006. *British Poultry Science* 47(4): 405-417.
- Mollenhorst H. and I.J.M. de Boer, 2004. *Outlook on Agriculture* 33: 267-276.
- Mosnier E., H.M.G van der Werf, J. Boissy and J.Y. Dourmad, 2011. *Animal*, 5: 1972-1983.
- Pelletier N., 2008. *Agriculture Systems* 98 : 67-73.
- Rey-Valette H., O. Clément, J. Aubin, S. Mathé, E. Chia, M. Legendre, D.Caruso, O. Mikolasek, J.P. Blancheton, J. Slembrouck, A. Baruthio, F. René, P. Levang, P. Morissens et J. Lazard (Cirad), 2008. *Guide De Co-Construction D'indicateurs De Développement Durable En Aquaculture*. Diffusion: Cirad. UR Aquaculture et gestion des ressources aquatiques, 144pp.
- Mousel, M. 1995. *Cahiers Devenir / Fondation Ailes*, n°21.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., Giovannini, E. 2005. *OECD Statistics Working Papers*, 2005/03, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/533411815016>.
- Nguyen, T. T. H., Bouvarel, I., Ponchant, P., Van der Werf, H., 2012. *Journal of Cleaner production*, 28: 215-224.

- Nicourt C., 2009. Journées Recherche Porcine, 41, 291-296.
- Pottiez E, Conan S., Merlet F., Lescoat P., Bouvarel I., 2011. 9^{èmes} Journées de la Recherche Avicole. Tours, France, 29-30mars 2011.
- Pottiez E., C. Cresson, G. Dennery, P. Lescoat, I. Bouvarel, 2013. 10^{èmes} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie-Gras, La Rochelle, 26-28 mars 2013.
- Pretty J., Sutherland WJ., Ashby J., Auburn J., Baulcombe D., Bell M., Bentley J., Bickersteth S., Brown K., Burke J., Campbell H., Chen K., Crowley E., Crute I., Dobbelaere D., Edwards-Jones G., Funes-Monzote F., Godfray HCJ., Griffon M., Gypmantisiri P., Haddad L., Halavatau S., Herren H., Holderness M., Izac A-M., Jones M., Koohafkan P., Lal R., Lang T., McNeely J., Mueller A., Nisbett N., Noble A., Pingali P., Pinto Y., Rabbinge R., Ravindranath NH., Rola A., Roling N., Sage C., Settle W., Sha JM., Shiming L., Simons T., Smith P., Strzepeck K., Swaine H., Terry E., Tomich TP., Toulmin C., Trigo E., Twomlow S., Vis JK., Wilson J., Pilgrim S., 2010. International Journal of Agricultural Sustainability, 8 (4), 219-236.
- Rey-Valette H., Clément O., Aubin J., Mathé S., Chia E., Legendre M., Caruso D., Mikolasek O., Blancheton J-P., Slembrouck J., Baruthio A., René F., Levang P., Morissens P., Lazard J. 2008. Guide de Co-construction - projet ANR EVAD. 144 p.
- Seguin F., I. Bouvarel, E. Pottiez, H. van der Werf, 2013. 10^{èmes} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie-Gras, La Rochelle, 26-28 mars 2013.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. de Haan, C. 2006. FAO, Rome, Italy retrieved on 30th july 2012 at http://www.rfp-europe.org/fileadmin/SITE_ERFP/ERFP_meetings/2007_Dublin/Dublin2007_LivestocksLongShadow_HOFFMANN.pdf.
- Vavra, M. 1996. Journal of Animal Science, 74, 1418-1423.
- Vilain L., 2008. 3ème édition, Educagri éditions, 184 pp.
- Welfare Quality Network, 2011. WQNews 1, June 2011, 7pp.