

Création d'un outil d'évaluation de la durabilité des productions de qualité différenciée en Wallonie

Pascale Picron⁽¹⁾, Christelle Boudry⁽¹⁾, Séverine Lagneaux⁽²⁾, Denis Dochain⁽³⁾, Jérôme Bindelle⁽¹⁾

⁽¹⁾ULG-Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2 – 5030 Gembloux, pascale.picron@ulg.ac.be

⁽²⁾LAAP, UCL, Ruelle de la Lanterne magique 14 bte L2.03.02, 1348 Louvain-La-Neuve

⁽³⁾CESAME, UCL, 4-6 av. G. Lemaître, 1348 Louvain-La-Neuve

L'industrie porcine en questionnement : entre contraintes et opportunités

Le développement durable¹, ou la durabilité, est un concept incontournable à l'heure actuelle. Le développement durable consiste en l'harmonisation des dimensions économique, environnementale et sociale d'un processus de développement. Il ne s'agit pas d'une simple juxtaposition de ces trois dimensions. La dimension environnementale est une condition du développement, la dimension économique en est le moteur, le moyen, et le développement social une finalité (André *et al.*, 2010). La durabilité peut s'appliquer à diverses échelles sociales ou organisationnelles. Appliquée aux filières de production, la durabilité peut être considérée comme la capacité du secteur à : i) maîtriser les impacts de l'activité sur l'environnement ; (ii) assurer la viabilité économique des exploitations et la compétitivité des filières ; (iii) répondre aux attentes sociétales adressées par les éleveurs, les consommateurs et les citoyens.

Les systèmes industriels d'élevage de porc semblent atteindre à l'heure actuelle leurs limites opérationnelles en termes de taille et de spécialisation (Roguet et Rieu, 2011). Le secteur génère des préoccupations en matière d'astreinte et de conditions de travail, des questions sanitaires et autour du bien-être animal, des pressions environnementales et suscite une prise de conscience sociétale. Entre le coût de l'aliment qui augmente et le prix du porc qui stagne (www.ifip.asso.fr), la viabilité économique du secteur est, de plus, menacée. L'évolution de la législation contribue également à insécuriser le secteur.

Les attentes de la société vis-à-vis de l'agriculture sont évolutives et de plus en plus précises, complexes et évolutives. Elles imposeront, à terme, une évaluation de la filière agricole (Richard, 2010). La dimension sociale de la durabilité est faible en production porcine, cette dernière étant souvent remise en cause par les associations de protection de l'environnement ou de protection animale (Dourmad, 2010). Ce constat renvoie la société civile au rôle actif qu'elle a à jouer dans l'évolution de nos systèmes de production à travers son acte d'achat. Le lien existant entre production et consommation est en effet indissociable et place le consommateur devant ses responsabilités. Il s'agit là d'un paradoxe. Les choix qui motivent l'acte d'achat semblent en effet loin de rencontrer les préoccupations sociétales. Une enquête réalisée en Wallonie et récemment présentée dans le cadre des travaux de l'Observatoire de la Consommation Alimentaire sur les critères de choix d'un produit carné (Viellard, 2011) a montré que, parmi les différents choix proposés aux répondants, les consommateurs placent la priorité sur la fraîcheur et la qualité de la viande (96 et 95 % des répondants), bien avant le prix (60 %). Les critères éthiques tels que le bien-être des animaux, l'environnement ou les conditions de travail n'interviennent qu'auprès de 50, 46 et 45 % des répondants respectivement. Trouver les outils stratégiques adéquats pour encourager non seulement les bonnes pratiques de production mais également de consommation constitue un défi actuel (OCDE, 2008).

¹ Le concept de développement durable est défini par la Commission Brundlandt comme un développement qui répond aux besoins des générations actuelles, sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs (CMED, 1988).

Analysées au travers des objectifs directeurs du développement durable, il apparaît que les limites rencontrées par le secteur porcin sont autant d'opportunités de différenciation de certaines filières de production vis-à-vis des modes de production traditionnels. La Wallonie présente en effet des atouts indéniables pour adapter son mode de production aux principes de la durabilité : bonne liaison au sol, possibilités intéressantes d'approvisionnement local en céréales, réflexion sur l'indépendance protéique des exploitations, caractère familial de l'activité... De plus, et depuis toujours, il existe une volonté politique forte de soutenir cette adaptation en Wallonie. La DGARNE (Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement) travaille actuellement sur la révision de l'Arrêté ministériel (Arrêté datant déjà du 2 février 2004) qui définit les critères minimaux permettant la reconnaissance de la qualité différenciée. Ces critères sont axés sur les 3 piliers (principes) de la durabilité et constituent le cahier des charges minimal. En plus du caractère familial, du respect de critères de taille et la garantie d'une plus-value financière pour l'agriculteur, la portée générale des critères minimaux se définit autour d'un nombre limité de mesures spécifiques.

Au-delà du contexte wallon, l'enjeu de la durabilité des systèmes de production porcine se positionne dans un cadre européen plus large. En effet, la « production durable d'aliments » constitue l'un des six défis clé à l'agenda stratégique de la recherche européenne EU2020 (Plateforme Technique Européenne « Food for Life 2020 » - CIAA, 2005). Les thèmes de recherches qui y figurent concernent, entre autres, les sujets traités dans la recherche conduite actuellement : le développement de nouveaux outils de modélisation et indicateurs, l'analyse prospective de différents scénarii basés sur les changements environnementaux, sociaux et économiques au niveau mondial, l'analyse de cycle de vie de la chaîne alimentaire afin de réduire les flux de déchets, diminuer la consommation d'eau et d'énergie et raisonner l'emploi d'intrants, ...

Comment évaluer la durabilité d'une filière de production ?

Garantir la durabilité d'une filière de production implique d'évaluer simultanément son impact sur les trois dimensions du développement durable : environnementale, économique et sociale/sociétale et de prendre en considération les relations qui unissent ces principes entre eux afin de proposer des solutions viables.

De nombreux outils sont disponibles pour évaluer la durabilité d'une échelle opérationnelle. Les outils sont très variés selon les enjeux de l'échelle opérationnelle et le degré d'importance porté à chacune des dimensions qu'elle comporte. La prise en compte de l'environnement étant une des conditions du développement durable, l'évaluation environnementale s'avère un outil privilégié de sa réalisation (André *et al.*, 2010). L'analyse environnementale du cycle de vie (ACV) est particulièrement intéressante dans cette perspective de durabilité puisqu'elle couvre l'ensemble du cycle de vie d'un produit et permet d'éviter que les améliorations environnementales locales ne soient la résultante d'un simple déplacement des charges polluantes (Jolliet *et al.*, 2010). Constituée de flux élémentaires de consommation de ressources et d'émissions, l'ACV implique des liens de causalité entre un processus de production et ses impacts environnementaux, à chaque étape de la vie d'un produit. C'est un outil d'analyse environnementale holistique, systémique et rigoureux standardisé au travers des normes ISO 14040 et 14044 (UNEP, 2011). En associant à cette trame méthodologique des bilans fondés sur des facteurs économiques et sociaux, on aboutit à la définition conceptuelle de l'Analyse de la Durabilité dans le Cycle de Vie (ADCV). La mise au point d'un outil complet d'ADCV est actuellement au centre de nombreuses recherches. L'enjeu consiste à l'intégration conceptuelle et procédurale des différents outils typiques de l'ACV. Schématiquement, l'ADCV peut être considérée comme la superposition ou l'alignement

d'une Analyse Environnementale du Cycle de Vie (ACV), d'une Analyse des Coûts du Cycle de Vie (ACCV) et enfin d'une Analyse Sociale du Cycle de Vie (ASCV) (UNEP, 2011). L'ACCV évalue tous les coûts monétaires réels associés au cycle de vie physique d'un produit et attribués à un ou plusieurs acteurs de la chaîne de production. Les externalités sont considérées uniquement lorsqu'elles sont susceptibles d'être internalisées à court terme (Hunkeler *et al.*, 2008). L'ASCV est encore en cours d'ébauche. A l'heure actuelle, il n'y a pas de consensus sur une liste d'indicateurs standardisés, ni sur les catégories d'impacts ou encore leurs méthodes d'évaluation (Ramirez et Petti, 2011). La nature qualitative, quantitative ou semi-quantitative des indicateurs est au cœur de considérations méthodologiques importantes. Des indicateurs qualitatifs permettent d'adopter une démarche exploratoire en ce qui concerne l'appréhension d'une information alors que des indicateurs quantitatifs sont plus restrictifs pour décrire une information mais avec l'avantage majeur qu'ils en simplifient l'évaluation (Jørgensen *et al.*, 2008). Certains auteurs se sont concentrés sur le développement d'indicateurs quantitatifs et notamment Hunkeler (2006) qui lie les impacts sociétaux à l'unité fonctionnelle au moyen du temps de travail requis pour produire chaque fraction d'un produit final (Kloepffer, 2008).

Description générale de l'outil de simulation et principes de modélisation

L'objectif de cette étude est de comparer simultanément l'impact environnemental, social et économique liés à l'application de différents critères de qualités différenciées. L'outil développé s'articule autour de la modélisation des impacts environnementaux d'après la méthodologie ACV et s'appuie sur des matrices techniques (MT) pour l'évaluation sociale et économique. D'un point de vue opérationnel, il s'agit de développer un outil de simulation qui répond aux critères minimaux à travers le paramétrage de l'utilisateur final. Le modèle est implémenté dans l'environnement de programmation MATLAB R2011a (MathWorks, Natick, MA, USA) et son architecture est illustrée à la Figure 1.

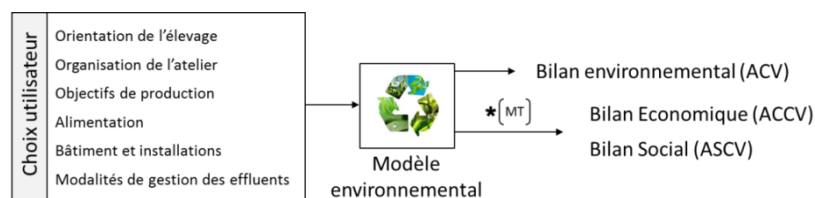


Figure 1 – Architecture du modèle centré sur le module environnemental

Limites du système et unités fonctionnelles

Afin d'être cohérent, il est important que les limites du système coïncident entre elles pour l'analyse de chacun des piliers de la durabilité. Au regard des critères minimaux de qualité différenciée et de leur portée d'application, les limites du système incluent uniquement le périmètre de l'atelier naissance et finition des porcs. Les exploitations sont considérées « hors sol », impliquant l'hypothèse que l'exploitation importe ses aliments et autres ressources (Ngyen *et al.*, 2011). Cette hypothèse n'est en rien contradictoire avec les critères minimaux qui s'attachent à la proximité de l'approvisionnement. Toutefois, dans le cas d'auto-approvisionnement, notamment en ce qui concerne les céréales et la paille, un coût d'opportunité leur sera attribué pour l'inventaire économique et social. D'un point de vue environnemental, la distinction s'opèrera à travers le kilométrage attribué au transport. La totalité des impacts (émissions et consommation de ressources) relatifs à la gestion des effluents d'élevage au cours de la collecte, du stockage extérieur et de l'épandage sont alloués à la production porcine dont sont néanmoins déduits les impacts environnementaux associés à

la production évitée d'éléments fertilisants (Ngyen *et al.*, 2011). Ils sont considérés comme engrais de ferme et destinés à être épandus à l'extérieur. Leur transport est considéré étant donné qu'en cas de « contrats de fumure », les distances à parcourir peuvent potentiellement être importantes. La Figure 2 illustre les limites du système de production porcine considéré en Wallonie.

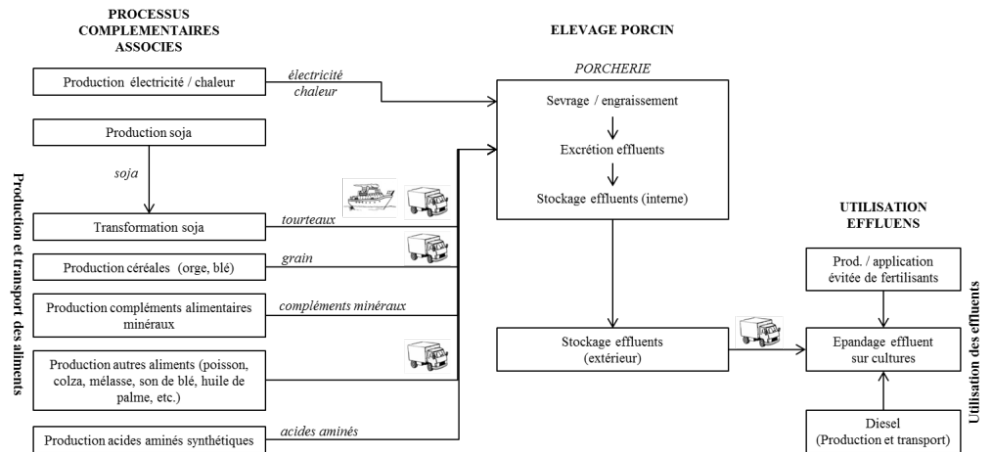


Figure 2 – Limites du système de production de porc (adapté de Ngyen *et al.*, 2011).

L'unité fonctionnelle est une grandeur quantifiant la fonction du système étudié à laquelle sont rapportées toutes les charges environnementales ainsi que sociales et économiques dans ce cas précis. Elle a pour but d'offrir une base commune pour comparaison (Jolliet *et al.*, 2010). La fonction de production principale d'une exploitation porcine étant de produire des porcs engraisés, deux unités fonctionnelles (UF) ont été choisies : (i) le porc sur pied (production) et (ii) le kg de porc sur pied (productivité des facteurs de production).

Le modèle environnemental

Le modèle environnemental constitue le cœur de l'outil de simulation. Il modélise les flux et calcule les émissions directes de NH_3 , N_2O , NO_3^- , N_2 , CH_4 et de P au moyen de différents modèles mathématiques empiriques ou semi-mécanistiques. Le module environnemental implique deux processus principaux : la production animale à proprement dit et la gestion des effluents d'élevage (Figure 3).

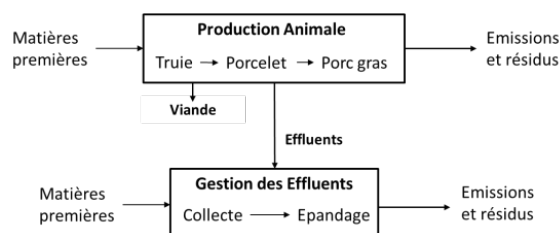


Figure 3 – Le module environnemental est composé de 2 processus principaux (adapté de Jolliet *et al.*, 2010)

Les émissions environnementales liées à la phase d'élevage se calquent sur l'évolution physiologique de l'ingestion et de l'excrétion d'un porc en croissance. L'ingestion est calculée sur base des équations du NRC (1998) pour des animaux suivant une courbe de croissance théorique actualisée par Aubry *et al.* (2004) et d'après les caractéristiques nutritionnelles de la ration spécifiée par l'utilisateur final. Les émissions métaboliques, le volume et la composition des excréments sont estimés selon le modèle publié par Rigolot *et al.* (2010a). Le bilan des émissions pour l'atelier correspond à la somme des émissions de chaque

groupe d'animaux et, *a fortiori*, de chaque animal. L'outil répond dès lors aux paramètres suivants fixés par l'utilisateur : objectifs de croissance, composition de la ration, prolificité des truies, organisation de l'élevage (nombre de bande, nombre d'animaux), densité animale. En outre, la ration composée par l'utilisateur du modèle peut répondre à différentes contraintes liées aux critères de différenciation. La caractérisation nutritionnelle de la ration s'appuie sur une base de données (BD Ingrédients) compilée dans le cadre de cette étude. Elle comprend les caractéristiques nutritionnelles des ingrédients, leur origine, un kilométrage-type associé et une valeur ACV ou environnementale (c'est-à-dire un bilan de la consommation de ressources et d'émissions environnementales requises pour la production d'une unité de cet aliment/ingrédient – Figure 4) issue de bases de données d'inventaire existantes telles que celles disponibles dans Simapro (Ecoinvent data v2.0, Frischknecht *et al.*, 2007) et d'autres sources bibliographiques pour les productions agricoles (LCA food database, Nielsen *et al.*, 2003; agri-BALYSE, Koch *et al.*, 2012). Il en va de même pour les données environnementales caractérisant la consommation d'énergie et le transport.

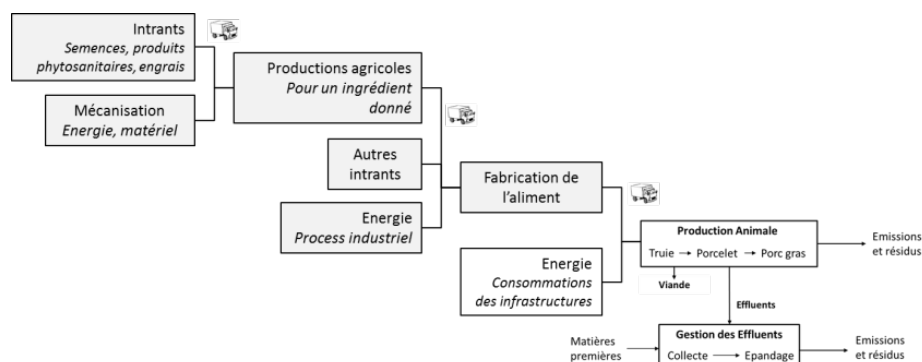


Figure 4 – Décomposition de la valeur ACV ou environnementale d'un aliment.

Le processus de gestion des effluents répond aux choix suivants définis par l'utilisateur du modèle : le type de logement, la température du bâtiment, la ventilation, l'eau de nettoyage, les caractéristiques du système de collecte et de stockage, la fréquence de nettoyage et/ou de pompage, les conditions environnementales, les modalités d'épandage, la région agricole d'épandage et sa distance par rapport à la ferme, la fréquence et le moment de l'épandage et la culture.

Les émissions environnementales liées à la gestion des effluents d'élevages sont principalement évaluées d'après le modèle de Rigolot *et al.* (2010b). Les durées de stockage et fréquences d'épandage sont contraintes par la législation en vigueur (Programme de gestion durable de l'azote en agriculture, PGDA). Les pertes par volatilisation liées à l'épandage varient selon les modalités d'application. Les émissions azotées liées à l'épandage de lisier ou de fumier sont estimées respectivement selon les modèles de Langevin *et al.* (2010) et Webb *et al.* (2010). Les émissions de méthane sont estimées à partir des travaux de Gac *et al.* (2007) selon les coefficients de variation de Flessa et Beese (2000). L'incidence des conditions climatiques sur ces émissions est tirée de Basset-Mens *et al.* (2007). Les émissions de nitrates dans l'eau (lessivage) sont calculées sur la base de coefficients d'efficacité azotée moyens pour la Wallonie modélisés sur la base du bilan AZOBIL (INRA, Laon, France) (Nitrawal, 2004 ; Godden *et al.*, 2011). Le taux de substitution pour le phosphore des effluents est estimé à 100 % comme cela peut être considéré dans la plupart des cas (Sommer *et al.*, 2008).

Enfin, les bilans cumulés des flux de NH_3 , N_2O , NO_3^- , N_2 , CH_4 permettant, moyennant un facteur de conversion, de définir trois catégories d'impacts, présentées comme prépondérantes en production porcine : (i) l'eutrophisation aquatique (en kg $\text{PO}_4\text{-eq}$: NH_3 :0,35 ; NO_3 :0,1 ; NO_x :0,13 ; PO_4 :1) ; (ii) l'acidification (en kg $\text{SO}_2\text{-eq}$: NH_3 :1,6 ; NO_x :0,5 ; SO_2 :1,2) et les changements climatiques (en kg $\text{CO}_2\text{-eq}$: N_2O :310, CH_4 :21, CO_2 :1) d'après les facteurs de

caractérisation génériques proposés par Guinée *et al.* (2002), Basset-Mens *et al.* (2007) et Langevin *et al.* (2010).

L'évaluation économique

L'un des objectifs de ce travail étant de garantir une juste rémunération à l'éleveur eu égard aux investissements consentis pour améliorer la durabilité de son exploitation, il constitue l'unique partie prenante considérée à ce jour pour l'évaluation économique. L'analyse économique s'appuie sur l'approche input-output (I/O) et vise à quantifier l'utilisation des facteurs de production et le coût en ressources de chacun des processus unitaires du système. Une matrice économique est en cours d'élaboration à partir de données récoltées auprès d'acteurs de terrain. Cette matrice contient les informations relatives aux coûts des intrants matériels (frais variables) pour chaque processus unitaire de la chaîne de production (aliments, porcelet, électricité, mazout, essence, ...) ainsi que les coûts d'amortissements des infrastructures (frais fixes). Cette matrice économique est couplée à une matrice environnementale (résultante du module environnemental) afin de calculer un bilan des coûts cumulés rapportés à l'unité fonctionnelle.

L'évaluation sociale

L'évaluation du pilier social du système de production se conçoit en appliquant la méthode I/O de la même manière que pour le module économique. Il s'agit, conceptuellement, de considérer les impacts de la production et de la consommation sur tous les acteurs de la chaîne de valeur : les éleveurs, les consommateurs, la société civile, et, dans une mesure un peu particulière, le bien-être animal. L'indicateur social se décline en heures de travail d'astreinte par unité fonctionnelle en ce qui concerne l'éleveur, c'est-à-dire le bilan du nombre d'heures de travail journalier dédié aux activités d'élevage. Couplés au bilan économique, ces résultats permettront de déduire un salaire horaire. Cet indicateur est quantitatif et permet le calcul d'un bilan. Il est toutefois très réducteur et ne rend aucunement compte des autres aspects liés au travail, tels que répondre à des attentes spécifiques personnelles, contribuer à structurer une identité sociologique, etc. (OTPA, 2007 ; Dourmad, 2010). Une matrice temps-de-travail est élaborée à partir de la revue de la bibliographie. Elle combine les informations relatives au temps de travail pour chaque processus unitaire de la chaîne de production à un calendrier technique. En ce qui concerne la société civile et les consommateurs, une enquête exploratoire sous la forme d'entretiens collectifs semi-directifs menés sur un petit échantillon de personnes a été réalisée afin de dresser les contours de la perception sociétale de l'activité d'élevage porcin et les liens avec le comportement d'achat. La finalité de cette démarche consiste à dresser une échelle de valeur d'acceptabilité sociétale construite à partir d'enquêtes socio-anthropologiques. De façon analogue, une échelle de bien-être animal, liée à l'application de critères minimaux, pourrait permettre d'émettre un score pour cette catégorie d'impact. Lawrence et Stott (2010) mentionnent des travaux relatifs au développement d'un « welfare score » (www.sac.ac.uk/research/project/theme/animalwelfare/) mais l'applicabilité de ces travaux à cette recherche n'est pas encore avérée.

Exemple d'application du modèle : Application d'une litière paillée – conflits d'objectifs

Le logement des animaux sur une litière paillée contribue positivement au bien-être animal et à l'image de la production. Cependant, cette modalité de gestion a un coût pour l'éleveur, à commencer par le coût de la paille et le travail à fournir pour l'entretien. Ces facteurs sont

cependant liés au taux de renouvellement de la litière et à la surface qu'elle couvre. En outre, un bâtiment sans caillebotis représente une charge d'investissement moindre, et dès lors, des coûts d'amortissements plus faibles. La présence de litière paillée réduit également les émissions ammoniacales en bâtiment, ce qui contribue à améliorer l'ambiance du bâtiment d'élevage et améliore les conditions de travail de l'éleveur mais augmente les émissions de N₂O (Philippe *et al.*, 2011). Le N₂O est un gaz à haut potentiel de réchauffement climatique (296 eq. CO₂; IPCC, 2007). Dès lors, ce mode d'élevage produit plus de gaz à effet de serre (Philippe *et al.*, 2011), mais contribue moins à l'acidification de l'environnement.

Cet exemple du logement sur litière paillée illustre l'intérêt de travailler par modélisation afin de faciliter l'évaluation conjointe des effets induits sur différentes catégories d'impacts ou indicateurs, liés à l'application d'un critère de différenciation. Ces effets sont également toujours rapportés à d'autres paramètres liés aux infrastructures et au choix d'orientation de l'exploitation.

Conclusions

L'outil de simulation, tel qu'il est conceptualisé, permettra d'évaluer l'impact d'un critère de qualité différenciée sur les trois piliers de la durabilité. Les indicateurs environnementaux se composent des catégories d'impacts acidification, eutrophisation et changement climatique selon la méthode d'évaluation d'impact de Guinée *et al.* (2002). L'unique indicateur économique est relatif à un bilan cumulé des coûts et les indicateurs sociaux, à un bilan et salaire horaire. Ces indicateurs sont rapportés à deux unités fonctionnelles : (i) le porc sur pied et (ii) le kg de porc sur pied. Les simulations répondent à la paramétrisation de l'utilisateur concernant le choix de critères de production. Les modèles sous-tendus ont en effet été sélectionnés pour leur sensibilité à ces critères. Le programme est en cours d'implémentation et les phases de validation pourraient intervenir dès la fin de l'année. Son utilisation permettra de réaliser des analyses comparatives entre différentes orientations de production et non de dresser un inventaire quantitatif précis des différents indicateurs considérés.

Perspectives

L'élaboration de ce modèle est calibrée sur des données issues pour la plupart de la littérature française. Peu de données technico-économiques sont disponibles pour analyser le secteur wallon et, dès lors, en dresser un bilan technique, environnemental et économique précis. Le même constat s'applique pour l'évaluation des questions relatives à l'appréciation de l'éleveur sur son activité. En ce qui concerne l'acceptabilité sociétale, une étape supplémentaire d'évaluation quantitative sur un large panel représentatif de répondants, permettrait de finaliser la mise au point d'une échelle de perception sociétale de l'activité d'élevage et de l'image du produit. Ce travail de grande envergure doit s'initier sur base des résultats préliminaires issus de l'étude exploratoire réalisée en collaboration avec le Laboratoire d'Anthropologie Prospective (LAAP) de l'UCL en cours de réalisation à ce jour (novembre 2012). Moyennant la poursuite de ces travaux, une photographie précise de la durabilité des systèmes de production porcine pourra être dressée. Le secteur de la production porcine reste un secteur stratégique en Europe et offre dès lors des perspectives intéressantes de déploiement économique.

Remerciements : Nous remercions la Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGARNE), Direction de la Recherche, pour leur financement.

Références

- André P., Delisle C., Revéret J-P., 2010. L'évaluation des impacts sur l'environnement. Presses Internationales Polytechniques. Canada.

398p.

- Aubry A., Quiniou N., Le Clozter Y., Querné M., 2004. Modélisation de la croissance et de la consommation d'aliment des porcs de la naissance à l'abattage : actualisation des coefficients appliqués aux critères standardisés de performances en Gestion Technico-Economique. *Journées Rech. Porcine*, 36, 409-422.
- Basset-Mens C., van der Werf H.M.G., Robin P., Morvan Th., Hassouna M., Paillat J.M., Vertès F., 2007. Methods and data for the environmental inventory of contrasting pig production systems. *J. Clean. Prod.*, 15, 1395-1405.
- CIAA, 2005. Confederation of the food and drink industries of the EU. European Technology Platform on Food for Life : The vision for 2020 and beyond. Brussels. 38 p. <http://www.fooddrinkurope.eu/documents/brochures/BAT%20Brochure%20ETP.pdf>. Consulté le 21 mars 2011.
- CMED, 1988. Notre avenir à tous, 2^e éd. Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Québec, Editions du Fleuve et les Publications du Québec, 432 p.
- Dourmad J.Y., 2010. La filière porcine : vers plus de durabilité. Proc. Conference « 10^{ème} Journée Professionnelle des Productions Porcines et Avicoles », Gembloux, Belgium, pp. 4-12.
- Flessa H., Beese F., 2000. Laboratory estimates of trace gas emissions following surface application or injection of cattle slurry. *J. Environ. Qual.*, 29, 262-268.
- Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H., Doka G., Dones R., Heck T., Hellweg S., Hischier R., Nemecek T., Rebitzer G., Spielmann M., Wernet G., 2007. Ecoinvent 2.0: Overview and Methodology. Swiss Centre for Life-Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland.
- Gac A., Béline F., Bioteau T., Maguet K., 2007. A French inventory of gaseous emissions (CH₄, N₂O, NH₃) from livestock manure management using a mass-flow approach. *Livest. Sci.*, 112, 252-260.
- Godden B., Luxen P., Oger R., Martin E., Destain J.P., 2011. VALOR* un logiciel pour l'optimisation des engrais de ferme à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle. Proc. Conference « 9^{ème} Livre Blanc Céréales », Gembloux, Belgium, pp. 19-28.
- Guinée J.B., Gorrée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., de Koning A., van Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H.A., de Bruijn H., van Duin R., Huijbregts M.A.J., 2002. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 692 p.
- Hunkeler D., 2006. Societal LCA methodology and case study. *Int. J. LCA*, 11, 371-382.
- Hunkeler D., Lichtenvort K., Rebitzer G. (eds), 2008. Environmental life cycle costing. SETAC, Taylor and Francis, USA, 191 p.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA.
- Jolliet O., Saadé M., Crettaz P., Shaked S., 2010. Analyse du cycle de vie. Comprendre et réaliser un écobilan. 2^{ème} édition, Presses polytechniques et universitaires romandes, Italie, 302p.
- Jørgensen A., Le Bock A., Nazardikana L., Hauschild M., 2008. Methodologies for Social Life Cycle Assessment. *Int. J. LCA*, 13, 96-103.
- Kloepffer W., 2008. Life Cycle Sustainability Assessment of Products. State-of-the-Art. *Int. J. LCA*, 13, 89-95.
- Koch P., Gaillard G., Salou T., Paillier A., 2012. LCI-Dataset gap bridging strategies in the program Agri-Balyse. Proc. Conference "8th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2012)", Saint Malo, France, pp. 484-485.
- Langevin B., Basset-Mens C., Lardon L., 2010. Inclusion of the variability of diffuse pollution in LCA for agriculture: the case of slurry application techniques. *J. Clean. Prod.*, 18, 747-755.
- Lawrence A., Stott A., 2010. Sustainable pig production: finding solutions and making choices, in: D'Silva J., Webster J., (Ed.), *The meat crisis: Developing more sustainable production and consumption*. Earthscan, London, 328 p.
- Nguyen T.L.T., Hermansen J.E., Mogensen L., 2011. Environmental Assessment of Danish Pork. Report no103. Aarhus Univ., Aarhus, Denmark, 33 p.
- Nielsen PH, Nielsen AM, Weidema BP, Dalgaard R, Halberg N, 2003. LCA food data base. www.lcafood.dk.
- Nitrawal, 2004. Eau - Nitrate - Informations et conseils techniques pour la gestion durable de l'azote. 124p.
- NRC, 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th ED. Natl. Acad. Press. Washington, DC, 189 p.
- OCDE, 2008. Organisation de coopération et de développement économique. Le développement durable : A la croisée de l'économie, de la société, et de l'environnement. Stranges T., Bayley A., Aut., Les essentiels de l'OCDE, Editions OCDE, Paris, 161 p.
- OTPA, 2007. Observatoire Territorial des Pratiques Agricoles. Caractériser la participation des exploitations agricoles d'un territoire au développement durable. Dictionnaire des indicateurs. Guillaumin A., Hopquin J.P., Desvisgnes P., Vinatier J.M., Aut., Cadratin, Tulle, 143 p.
- Philippe F.X., Laitat M., Wavreille J., Bartiaux-Thill N., Nicks B., Cabaraux J.F., 2011. Ammonia and greenhouse gas emission from group-housed gestating sows depends on floor type. *Agric., Ecosyst. Environ.*, 140, 485-505.
- Ramirez P.K.S., Petti L., 2011. Social Life Cycle Assessment: Methodological and implementation issues. *Ann. Stefan cel Mare Univ. Suceava*, 11, 11-17.
- Richard C., 2010. Quels indicateurs de durabilité en Wallonie pour les productions porcines et avicoles ? Proc. Conference « 10^{ème} Journée Professionnelle des Productions Porcines et Avicoles », Gembloux, Belgium, pp. 31-38.
- Rigolot C., Espagnol S., Pomar C., Dourmad J.Y., 2010a. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. *Animal*, 4, 1401-1412.
- Rigolot C., Espagnol S., Roin P., Hossouna M., Béline F., Paillat J.M., Dourmad J.Y., 2010b. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O, and CH₄ emissions. Part II: effect of animal housing, manure storage and treatment practices. *Animal*, 4, 1413-1424.
- Roguet C., Rieu M., 2011. Evolution des modèles d'élevages de porcs dans les principaux pays producteurs de l'UE : enjeux et perspectives. Proc. Conference « 11^{ème} Journée Professionnelle des Productions Porcines et Avicoles », Gembloux, Belgium, pp. 50-58.
- Sommer S.G., Maahn M., Poulsen H.D., Hjorth M., Sehested J., 2008. Interactions between phosphorus feeding strategies for pigs and dairy cows and separation efficiency of slurry. *Environ. Technol.*, 29, 75-80.
- UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011. Towards a Life Cycle Sustainability Assessment – Making informed choices on products. UNEP SETAC Life Cycle Initiative. 62 p.
- Veillard, P., 2011. Choix, prix et éthique. Journée d'Etude sur la Consommation et Commercialisation en filière courte des viandes en Wallonie. OCA. Gembloux. pp. 43-47.
- Webb J., Sommer S.G., Kupper T., Groenesteyn K., Hutchings N.J., Eurich-Menden B., Rodhe L., Misselbrook T.H., Amon B., 2012. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane during the management of solid manures, in: Lichtfouse E. (ED.), *Agroecology and Strategies for Climate Change*, 67-107. Sustainable Agriculture Reviews, 8, Springer, Netherlands.