

Première estimation de l'empreinte carbone de la production porcine au portail de la ferme

Le réchauffement climatique est aujourd'hui un enjeu planétaire qui rend nécessaire la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) par toutes les activités humaines. Le secteur agricole est directement concerné par cette question : en France, il représente 19 % des émissions nationales et 46 % de ce montant sont dus aux élevages (CITEPA*, 2008). Dans ce contexte, la France, comme la plupart des autres pays développés, a adhéré à divers protocoles internationaux porteurs d'engagements croissants :

- 15 décembre 2007 - La conférence mondiale de Bali prépare l'après Kyoto qui expire fin 2012 et 187 pays s'engagent dans la réduction des émissions de GES de 20 % d'ici 2020 et 50 % d'ici 2050.
- 23 janvier 2008 - La Commission Européenne adopte le «paquet climat-énergie» avec l'objectif dit des «trois fois vingt» d'ici 2020 (20 % de réduction des émissions de GES, 20 % d'économie d'énergie et 20 % d'énergie renouvelable dans la consommation totale d'énergie)
- 10 février 2009 - La France, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, s'assigne pour objectif de diviser par quatre ses émissions de GES entre 1990 et 2050.

Pour atteindre ces objectifs ambitieux, la France se dote d'outils, dont certains vont directement concerner les produits agricoles ; ainsi, le Grenelle de l'environnement envisage pour accompagner les produits de consommation, à l'horizon de 2011, un affichage environnemental ciblé sur cette problématique spécifique du réchauffement climatique (empreinte carbone). Par ailleurs, une taxe carbone appelée Contribution Climat Energie est en cours d'élaboration et pourrait s'inscrire dans le paysage fiscal (pour le moment en lien avec les consommations de gaz, de charbon et de pétrole).

Le besoin est donc à la comptabilisation. Or, de récentes expertises (journées ACV ADEME - octobre 2008) ont conclu à des lacunes dans les données permettant d'évaluer cette empreinte carbone des produits agricoles français. C'est pourquoi, les instituts techniques (ARVALIS-Institut du Végétal, CETIOM, ITB, Institut de l'Élevage, ITAVI et IFIP) ont mobilisé leurs expertises respectives dans la construction d'une méthode d'estimation des impacts de l'agriculture sur les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), nommée GES'TIM. Cet article présente une première application de cette méthode.

Evaluation de l'impact environnemental « effet de serre »

L'impact « effet de serre » engendré par une activité ou un produit peut être évalué par son « empreinte carbone » : il s'agit de la quantification des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), exprimées pour les différents gaz en équivalents dioxyde de carbone (CO₂), et observées aux différentes étapes de la fabrication du produit.

Cette quantification est classiquement réalisée en s'appuyant sur une méthode, l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), observant la norme ISO 14040 (1997). Celle-ci permet d'évaluer les impacts environnementaux potentiels (dont l'« effet de serre ») d'un produit, d'un processus ou d'une activité tout au long de son cycle de vie.

Appliquée à une exploitation agricole, cela revient à prendre en compte, outre les impacts directs liés au processus lui-même, ceux de la fabrication des intrants (aliments, fertilisants, ...) et de leur acheminement, depuis leur lieu de production jusqu'à l'exploitation.

De nombreuses règles sont nécessaires pour fixer les modalités d'application de l'ACV :

* CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique



Résumé

Les instituts techniques ont élaboré un guide méthodologique « GES'TIM » pour l'estimation des impacts de l'agriculture sur les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). La mise en œuvre de cette méthode a permis d'évaluer l'empreinte carbone de l'élevage français (jusqu'au portail de la ferme) à $2,69 \pm 0,40$ kg eqCO₂/kg de porc vif, en identifiant les principaux postes émetteurs (émissions directes des effluents et émissions indirectes des aliments). Ce travail a aussi permis d'identifier des sources d'imprécision dans l'évaluation (par manque de références ou en raison de fortes incertitudes associées aux valeurs disponibles) et de cibler les postes les plus sensibles à cet égard. Des travaux complémentaires seront donc nécessaires pour consolider ces références ; ce besoin se manifeste dans plusieurs projets d'actualité : projet d'affichage environnemental des produits de consommation issu du Grenelle de l'environnement (prévu pour début 2011), projet de taxe carbone. L'enjeu des travaux à conduire est de doter la filière porcine de valeurs représentatives du contexte de production français, et qui soient sensibles à la diversité des élevages et aux voies de progrès possibles.

Sandrine ESPAGNOL
Solène LAGADEC
Yvon SALAÜN

Cette étude mobilise les acquis de plusieurs projets inter-instituts financés par le CASDAR et/ou l'ADEME

périmètre étudié, règles d'allocations d'impacts dans les processus multi-produits, ... Des préconisations méthodologiques ont ainsi été produites par divers acteurs :

- Le **PAS 2050** de Carbon Trust (entreprise indépendante créée en 2001 par le gouvernement britannique)
- Le **Bilan Carbone®** développé par l'ADEME (<http://ademe.fr>)

Ces outils s'appuient sur des facteurs d'émission obtenus en réalisant des bilans simplifiés de filières et en mobilisant les références bibliographiques disponibles. Bon nombre des facteurs retenus le sont à titre provisoire dans l'attente de nouvelles références. Ainsi par exemple, tous les facteurs d'émission retenus dans le Bilan Carbone® sont affectés d'un coefficient d'incertitude de 30 %. Les données d'empreinte carbone de produits agricoles font également défaut.

Sur la base de ce constat, les instituts techniques (ARVALIS Institut

du Végétal, CETIOM, ITB, Institut de l'Élevage, IFIP et ITAVI) se sont attachés à préciser les paramètres techniques et facteurs d'émission spécifiques de leurs filières respectives. Il s'agit d'un apport du projet CASDAR « gaz à effet de serre et stockage du carbone en exploitations agricoles » piloté par l'Institut de l'Élevage.

Méthodologie et facteurs d'émission

Dans le cadre de cette étude, la méthodologie GES'TIM a été appliquée à la production porcine française, considérée en amont du portail de la ferme. L'objectif est de quantifier les émissions de GES (exprimées en équivalent CO₂) d'un kilogramme de porc « moyen » produit en France.

Périmètre de l'analyse

Le périmètre retenu est la « ferme porcine nationale » comprenant tous les élevages porcins français (élevages de production, de multiplication et de sélection) dans

leur diversité (stratégies d'approvisionnement en matières premières, types de bâtiments, stades physiologiques et modalités de gestion des effluents). Les principales caractéristiques techniques retenues sont précisées dans le Tableau 1.

Les postes d'émissions de GES pris en compte sont présentés dans la Figure 1. Conformément à la démarche ACV, ils intègrent à la fois les émissions directes⁽¹⁾ (activité biologique des animaux et de leurs déjections, consommations d'énergie) et indirectes⁽²⁾ (construction des bâtiments, fabrication et approvisionnement en aliments).

Pour l'activité proprement dite, constituée par la « production de porcs », la production annuelle d'effluents (lisiers et fumiers) par la ferme nationale a été estimée et catégorisée en différentes filières de gestion ; lorsqu'il y a traitement, celles-ci conduisent à des effluents traités et des coproduits de traitement (cf. caractéristiques des effluents - Tableau 1).

¹ Emissions directes : émissions de gaz à effet de serre qui ont physiquement lieu au cours et/ou sur le lieu de l'activité agricole.

² Emissions indirectes : émissions de gaz à effet de serre externes à l'activité agricole, produites généralement en amont, au cours de processus nécessaires à l'existence de l'activité agricole (production et acheminement des intrants notamment).

³ CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique.

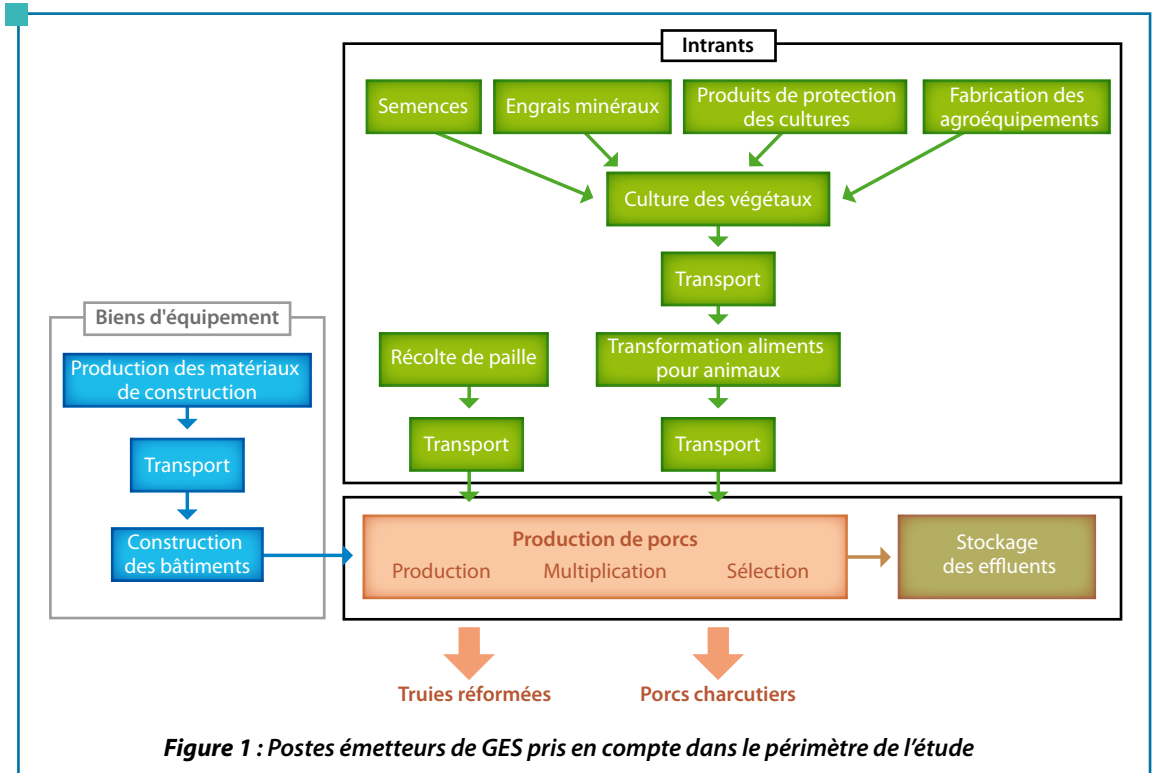


Figure 1 : Postes émetteurs de GES pris en compte dans le périmètre de l'étude

Tableau 1 : Caractéristiques de « l'élevage porcin national »

Caractéristiques		Valeurs	Unités	Sources	
Effectifs animaux	Truies	1 234 000	Truies	IFIP (2008)	
	Porcs charcutiers	26 161 992	Porcs charcutiers (PC)		
	Porcelets	27 201 119	Porcelets		
	Verrats	3 800	verrats	Communication personnelle Delaunay (2007)	
Durée de présence des animaux	Verrats	365	Jours / verrat / an	Publication IFIP, 43p.	
	Truie en lactation	55	Jours / truie présente / an		
	Truie en gestation	309	Jours / truie présente / an	IFIP (2007)	
	Porcs charcutiers	111	Jours / animal produit		
Porcelets	50	Jours / animal produit			
Part d'animaux par stade physiologique par type de sol	Truies en lactation	CI*	85	% places de truies en lactation	Huet et al. (2003) d'après SCEES 2001
		CP*	10		
		Litière	5		
	Truies en gestation	CI	60	% places de truies en gestation	
		CP	25		
		Litière	15		
	Porcs charcutiers	CI	71	% places de PC	
		CP	23		
		Litière	6		
	Porcelets	CI	74	% places de porcelets	
		CP	13		
		Litière	13		
Effluents	Volume total de lisier produit		19 236 270	m ³	Communication personnelle Levasseur (2009)
	Tonnage de fumier produit		348 942	Tonnes	Communication personnelle Levasseur (2009)
	Répartition des lisiers stockés suivant les durées de stockage	< 4 mois	2,2	% m ³ stockés	Huet et al. (2003) d'après SCEES 2001
		4 - 6 mois	33,8		
		6 - 9 mois	40,8		
		> 9 mois	23,2		
Volume de lisier traité en station de traitement biologique		2 679 335	m ³	Communication personnelle Levasseur (2009)	
Volume de lisier traité par compostage sur paille		160 760	m ³		
Fabrication des aliments à la ferme	Faf – approvisionnement autonome ou dans les communes avoisinantes	24	%	Communication personnelle Alibert (2009)	

*CI : caillebotis intégral ; CP : caillebotis partiel

Sources d'émission et facteurs d'émission par poste

Les gaz responsables du changement climatique émis lors des activités agricoles sont essentiellement le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O). Leur contribution respective à l'effet de serre est très différente et s'exprime par

un Potentiel de Réchauffement Global (PRG), en équivalent CO₂ (Tableau 2), établi sur une durée définie (nous considérons ici 100 ans).

Notre estimation des émissions de GES ne prend pas en compte les émissions de CO₂ des animaux et de leurs effluents. En effet, on admet généralement que celles-

Tableau 2 : Potentiel de réchauffement des différents gaz

Gaz à Effet de Serre	Coefficient Potentiel de Réchauffement Global à 100 ans (IPCC, 2001)
CO ₂	1
CH ₄	23
N ₂ O	296

ci font partie d'un cycle court en équilibre avec la photosynthèse des plantes (CITEPA, 2008).

Emissions directes de GES par l'« élevage porcin national »

Les émissions directes de GES sont associées d'une part aux phénomènes biologiques intervenant au niveau des animaux et des déjections et d'autre part aux consommations énergétiques.

Les processus biologiques concernés consistent principalement en :

- La production de CH₄ par les porcs lors de la digestion des aliments (microorganismes des réservoirs digestifs qui dégradent la biomasse ingérée).
- La production, lors des différentes étapes de gestion des déjections animales (stockage, traitement éventuel, épandage), de CH₄ (en conditions anaérobies, par des bactéries méthanogènes dégradant la matière organique) ou le cas échéant de N₂O (en relation avec des processus de nitrification / dénitrification incomplets).

S'agissant de l'énergie, les consommations directes concernent les bâtiments d'élevage (avec le chauffage, la ventilation, l'alimentation, l'éclairage) et les besoins en carburant pour le transport des animaux entre élevages (de sélection/multiplication/production). Ces consommations de ressources énergétiques non renouvelables (exprimées en kWh d'électricité ou en litres de gazole) sont à l'origine d'émissions de GES (exprimées en équivalent-CO₂) directement, c'est-à-dire par la combustion des

carburants et combustibles lors de la production de porcs elle-même mais aussi indirectement, lors des processus de production et de mise à disposition de ces ressources énergétiques.

Les facteurs d'émissions directes de GES, c'est-à-dire les niveaux des émissions unitaires attribuables aux différentes opérations et processus techniques, ont été établis par l'IFIP, pour chaque poste émetteur, en s'assurant de leur représentativité des conditions françaises.

Ce dernier point est crucial, notamment pour les émissions liées aux animaux et à leurs effluents, car de récents travaux attestent de leur forte sensibilité aux pratiques d'élevage (Rigolot et al., 2009 ; Gac et al., 2006), par ailleurs très spécifiques des contextes nationaux ; or, les inventaires nationaux du CITEPA utilisent actuellement, par défaut, des facteurs d'émission issus de la littérature étrangère. Aussi, une synthèse bibliographique des facteurs d'émission de GES des animaux et de leurs effluents, reposant sur des résultats mesurés et publiés, a été réalisée, en veillant à la fiabilité et à la représentativité des éléments recensés vis à vis des conditions d'élevages françaises ; cela a conduit à écarter diverses sources :

- **pour le bâtiment**, les études en conditions expérimentales portant sur moins de 15 porcs ;
- **pour le stockage**, les travaux concernant des effluents atypiques, ou des volumes faibles (inférieurs à 100 m³) ou encore des modes de stockage peu représentés en France (lagunes, ...) ;
- **pour le traitement**, les expérimentations en laboratoire ou celles portant sur des effluents atypiques ;
- de même, **pour l'épandage**, les résultats concernant des effluents

de caractéristiques inadéquates, épandus au moyen de techniques ou à des niveaux d'application inusités en conditions de terrain.

S'agissant de la production de GES par les effluents, ont été retenues pour l'évaluation les émissions produites par les bâtiments, lors du stockage et/ou du traitement éventuel des effluents. Par contre, celles liées au transport des effluents jusqu'aux parcelles et à l'épandage lui-même ne sont pas prises en compte (celles-ci étant imputées, par choix de méthode, à la fertilisation des cultures et non à la production animale).

Les consommations d'énergie des bâtiments porcins ont été évaluées dans le cadre d'une étude IFIP financée par l'ADEME en 2006 (Utilisation rationnelle de l'énergie en bâtiments d'élevage) ; elles sont établies par poste. Les consommations d'énergie liées au transport des animaux entre élevages ont été estimées par une enquête réalisée auprès de groupements porcins et d'organismes de sélection porcine (OSP). Enfin, les consommations d'énergie pour le traitement des effluents sont issues de la bibliographie (Loyon et al., 2005).

Les facteurs d'émission de GES précédemment décrits et les consommations d'énergie directes ont alors été mobilisés pour estimer les émissions directes de GES de la ferme nationale. Ces éléments, agrégés pour les principaux postes d'émission et exprimés par truie, sont présentés dans le Tableau 3.

Emissions de GES liées à la fabrication et l'approvisionnement en aliments

Des GES sont émis lors des différentes étapes de la fabrication des aliments. En premier lieu, lors de

L'évaluation de l'empreinte carbone porte sur les émissions de gaz à effet de serre par la «ferme nationale» porcine et ses intrants.



la culture des végétaux (matières premières des aliments), les émissions (dont certaines sont dues à des consommations d'énergie) ont lieu lors de :

- **La production des semences** (multiplication au champ, stockage et conservation des semences, triage, nettoyage, calibrage, transfert, conditionnement en usine) **et leur transport.**
- **La production des engrais minéraux** (processus d'extraction de minerais et roches sédimentaires, transformation en usine) **et leur transport** (international le cas échéant), **ainsi que l'apport d'engrais minéraux azotés** qui, en enrichissant le sol en azote disponible pour la dénitrification, contribue à l'émission directe de N₂O.
- **L'élaboration des produits de protection des cultures** (production industrielle des matières actives).
- **La fabrication des agroéquipements** utilisés pour les cultures, comprenant la fabrication des matériaux qui les composent et leur assemblage.

Les autres étapes émettrices de GES sont le transport des végétaux vers les usines de transformation, la transformation des produits végétaux en aliments et le transport des aliments de l'usine jusqu'aux élevages.

Un travail de recensement des matières premières utilisées en alimentation porcine a été réalisé. Les émissions de GES associées à chaque matière première végétale ont été estimées par Arvalis Institut du végétal (dans le cadre de GES'TIM) en prenant en compte des itinéraires techniques types moyens et les zones de production. A ce stade, seules les principales matières premières (par les quantités produites) ont été considérées, excluant notamment les additifs (tels les acides aminés par exemple).

Tableau 3 : Facteurs d'émission (GES et consommation d'énergie) par truie pris en compte pour le calcul de l'empreinte carbone de la filière porcine

Postes		GES/Energie	Facteurs moyens	Unités	Sources
Emissions directes	Bâtiment	GES	1,33	T eq CO ₂ /truie présente	[1], [2], [3], [4]
		Energie	9632	MJ/truie présente	
	Stockage	GES	2,76	T eq CO ₂ /truie présente	
		Energie	0	MJ/truie présente	
	Traitement	GES	0,0078	T eq CO ₂ /truie présente	
		Energie	324	MJ/truie présente	
Emissions indirectes	Intrant aliments	GES	2,70	T eq CO ₂ /truie présente	
		Energie	17628	MJ/truie présente	
	Intrant paille	GES	0,0012	T eq CO ₂ /truie présente	
		Energie	19	MJ/truie présente	
	Construction du bâtiment	GES	0,072	T eq CO ₂ /truie présente	
		Energie	991	MJ/truie présente	

[1] Deltour et al. (2009), [2], IFIP (2008), [3] IFIP (2007), [4] ITP (2000)

Pour chacune des matières premières prises en compte, les volumes importés et les provenances ont été identifiés (données des douanes, 2006) afin d'estimer les émissions liées au transport, par application de distances moyennes entre le lieu de production et l'usine (avec transport maritime éventuel). Les émissions de GES liées à la consommation d'énergie par les usines de fabrication des aliments se basent sur une étude réalisée par Tecaliman (1999). Les élevages fabriquant leurs aliments à la ferme et s'approvisionnant en céréales et maïs dans un périmètre de proximité ont également été pris en compte à concurrence de leur importance relative dans la production nationale.

Le Tableau 3 rassemble en synthèse les facteurs d'émission liés à l'intrant aliments (exprimés par truie).

Emissions de GES liées à la construction des bâtiments

Ce poste inclut les émissions liées à l'emploi de matériaux pour la construction des bâtiments : fabrication, transport, mise en œuvre, entretien, renouvellement en fin de vie. Pour évaluer leur importance à l'échelle nationale, les quantités

et natures de matériaux nécessaires à la construction des bâtiments porcins ont été précisées pour des unités-types de 200 truies NE correspondant à plusieurs variantes techniques représentatives du parc français. Celles-ci diffèrent par le type d'élévation (brique / béton), le caillebotis (plastique / béton) et le mode d'alimentation des truies (DAC / autres). Des facteurs d'émission de GES issus de la bibliographie (sources : Ecoinvent 2.0, BIO-IS, INIES) ont ensuite été appliqués, pour chaque matériau, en répartissant les émissions sur la durée de vie présumée des ouvrages. Ces émissions, exprimées par truie, ont ensuite été extrapolées à l'échelle nationale (Tableau 3).

Résultats

Bilan carbone et bilan énergétique de la production porcine

L'application de la méthode GES'TIM a permis d'évaluer l'empreinte carbone de la filière porcine, exprimée en kilogrammes de carbone (équivalent CO₂) par kilogramme de porc vif (sortie élevage). Cette évaluation ayant requis une estimation des consommations d'énergie directes et indirectes par la ferme nationale, cel-

Le travail évalue les émissions directes de GES lors de la production de porcs mais aussi les impacts indirects générés par l'utilisation des aliments et la construction des bâtiments.

L'empreinte carbone moyenne de la production d'un kilogramme de porc vif sortie d'élevage est de 2,69 kg eqCO₂; la consommation d'énergie primaire associée est de 11,08 MJ.

les-ci sont également rapportées (exprimées en mégajoules par kilogramme de porc vif).

Cette première estimation conduit à une empreinte carbone de la filière porcine de 2,69 kg eqCO₂/kg porc vif. Les consommations d'énergie primaire associées sont de 11,08 MJ/kg porc.

Il apparaît que les deux principaux postes d'émissions de GES (Figure 2) sont la **production de porcs** (comprenant les émissions directes liées aux animaux, à leurs déjections et aux consommations d'énergie) et la **fabrication et l'approvisionnement en aliments** (partie des émissions indirectes). Ils représentent respectivement près de 60 % et 39 % des émissions de GES totales. Si l'on considère les seules **consommations d'énergie**, l'importance relative de ces deux postes est inverse : 62 % sont liés à la fabrication et l'approvisionnement des aliments et 34 % à la production de porcs.

Un zoom sur le poste « production de porcs » permet de détailler les contributions relatives à l'« effet de serre » des émissions de CH₄, de celles de N₂O (liées aux animaux et effluents) et des émissions liées aux consommations d'énergie du bâtiment. Pour la production porcine, ce sont très majoritairement **les émissions de CH₄** qui contribuent au réchauffement climati-

que (94 %), la source prépondérante (62 %) étant le **stockage des effluents**.

Incertitude associée aux estimations : l'exemple des émissions directes de GES par les animaux et leurs effluents

Les chiffres obtenus sont affectés d'une marge d'incertitude, parfois importante. En effet, les facteurs d'émission mobilisés dans le calcul sont des valeurs « moyennes ». Ils sont associés en réalité à une fourchette de valeurs plus ou moins large, dont l'origine tient soit à une variabilité réelle rencontrée sur le terrain (diversité des élevages), soit à l'imprécision de certaines valeurs (connaissances insuffisantes, métrologie inappropriée,...).

A titre d'illustration, l'incertitude liée aux facteurs d'émission de GES par les animaux et leurs effluents est détaillée ci-après et son incidence sur le résultat final est précisée. Ces facteurs, issus de la bibliographie internationale, ont été définis pour chaque stade physiologique (truies, post-sevrage, engraissement), type de sol (caillebotis intégral, caillebotis partiel ou litière), type d'effluent (lisier ou fumier), mode de traitement des effluents (traitement biologique ou compostage de lisier sur paille). Le facteur retenu pour un poste est une moyenne

des valeurs de la bibliographie (dans les situations considérées comme représentatives des conditions françaises). A chaque facteur sont donc associés un écart-type et un nombre de valeurs (et/ou d'auteurs) donnant une image de sa fiabilité. Le Tableau 4 présente les facteurs d'émission moyens avec leur variabilité et l'incertitude associée.

En utilisant les valeurs minimales et maximales des facteurs d'émission de GES des effluents d'élevages, on peut situer l'amplitude possible dans l'estimation de l'**empreinte carbone de la production porcine : 2,69 ± 0,40 kg eqCO₂/kg porc vif**. Cette précision, pour les émissions par les effluents d'élevage, peut être considérée comme satisfaisante. Toutefois, notons que certains facteurs restent fragiles car tributaires d'un petit nombre de références : c'est le cas notamment de l'émission de CH₄ lors du stockage de lisier, estimée par Loyon et al. (2004, 2006, 2007). Cette valeur s'avère pourtant stratégique car le poids de ce poste dans le résultat final est important.

Dans la Figure 3, les émissions directes de GES par les animaux et leurs effluents calculées avec les facteurs d'émission de GES'TIM (moyennes de valeurs de la bibliographie), sont comparées aux émissions obtenues avec d'autres références : celles du « Tiers 2 » de

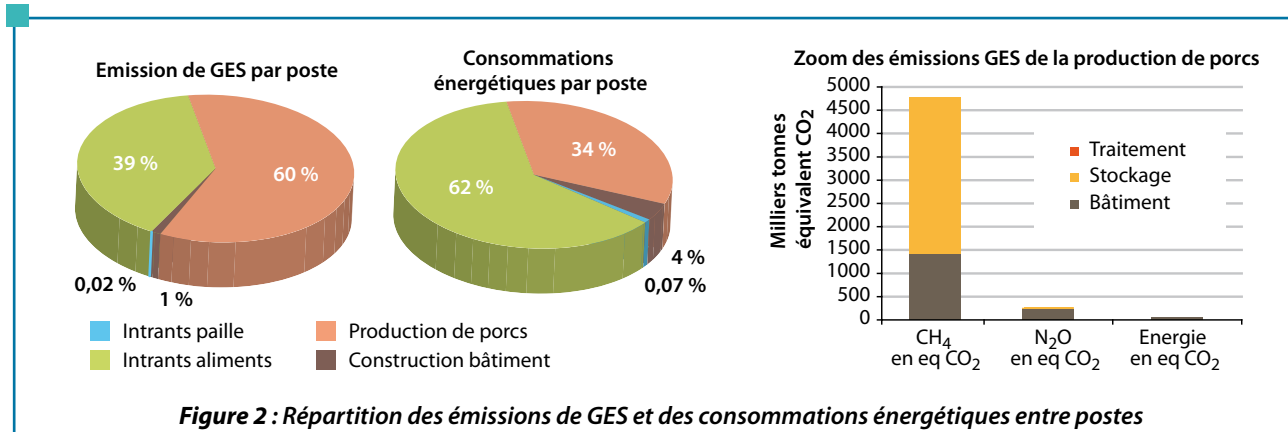


Figure 2 : Répartition des émissions de GES et des consommations énergétiques entre postes

Tableau 4 : Émissions directes de GES par les effluents porcins

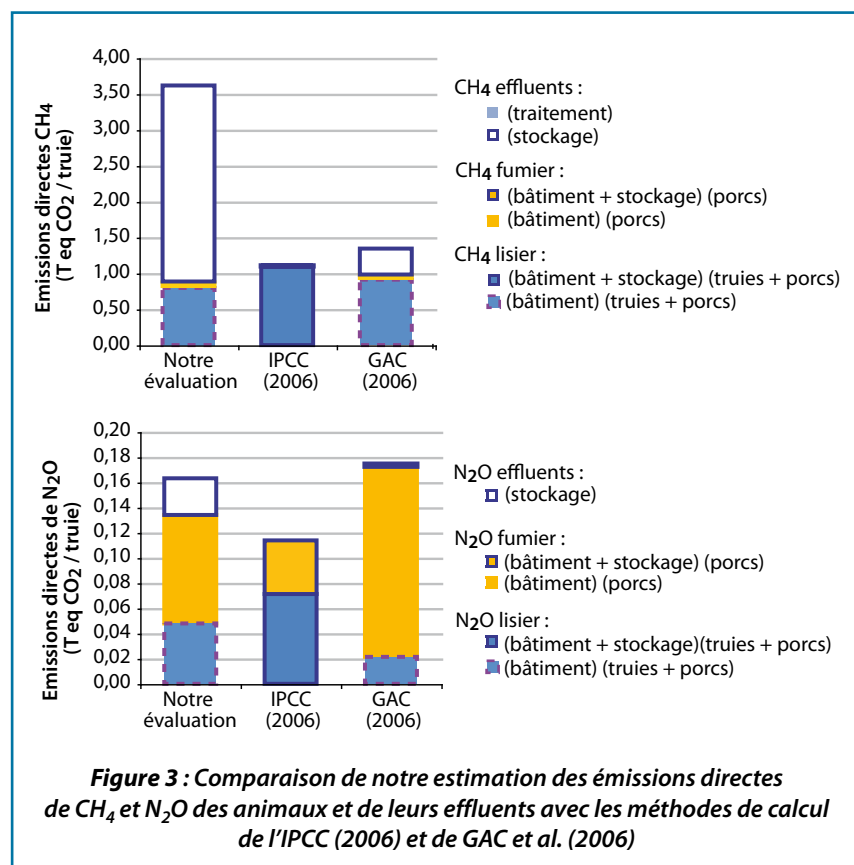
Postes d'émissions	CH ₄				N ₂ O*				Unités	
	Facteurs moyens (écarts types)	Nombre références (nombre auteurs)	Niveau incertitude	Réf. biblio	Facteurs moyens (écarts types)	Nombre références (nombre auteurs)	Niveau incertitude	Réf. biblio		
CI**	Truies	46,20 (0)	1 (1)	Elevé	[1]	0,07 (0)	4 (1)	Elevé	[2]	g gaz / animal / j
	Post-sevrage	0,66 (0,29)	2 (2)	Modéré	[3] [4]	0,02 (0,006)	2 (2)	Modéré	[3] [4]	
	Engraissement	9,85 (3,34)	8 (2)	Faible	[5] [6]	0,054 (0)	1 (1)	Elevé	[7]	
CP**	Engraissement	3,71 (1,06)	6 (2)	Faible	[5] [8]	0,048 (0)	1 (1)	Elevé	[7]	
	Post-sevrage	3,19 (0)	1 (1)	Elevé	[9]	0,48 (0)	1 (1)	Elevé	[9]	
Litière	Engraissement	13,2 (0)	1 (1)	Elevé	[10]	2,24 (0)	1 (1)	Elevé	[7]	
	Lisier	87,83 (23,5)	4 (1)	Elevé	[11] [12] [13]	0,027	4 (1)	Elevé	[11] [12] [13]	g gaz / m ³ / j
Stockage	Fumier	24,2 (0)	1 (1)	Elevé	[14]	7,24 (0)	1 (1)	Elevé	[14]	g gaz / T / j
	Station traitement biologique	Utilisation du modèle de Loyon (2005)								
Traitement	Compostage lisier sur paille					1,88 (0,61)	1 (1)	Elevé	[15]	g gaz / m ³ / j

[1] Sharpe, 2001 ; [2] Godbout, 2003 ; [3] Nicks, 2005 ; [4] Pineiro, 2007 ; [5] Gallman, 2003 ; [6] Haeusserman, 2006 ; [7] Corpen, 2003 ; [8] Osada, 1998 ; [9] Nicks, 2002 ; [10] Nicks, 2003 ; [11] Loyon, 2004 ; [12] Loyon 2006 ; [13] Loyon 2007 ; [14] Espagnol, 2006 ; [15] Paillat, 2005

* Les facteurs d'émissions de N₂O prennent en compte le dépôt atmosphérique de NH₃ ; **CI : caillebotis intégral, CP : caillebotis partiel

l'IPCC (2006) et celles proposées par Gac et al. (2006). Les résultats montrent des différences sensibles. La comparaison avec la première source n'est pas aisée car les postes bâtiments et stockage sont globalisés ; la comparaison avec la seconde source cible les différences principalement sur l'émission de CH₄ lors du stockage des effluents. Ces différences tiennent à l'origine ou à la nature des données (laboratoire ou terrain, parfois multi-espèces, conditions de mesure, ...).

Ces résultats soulignent l'importance de progresser dans la connaissance des émissions de gaz à effet de serre en élevage porcin, notamment celle des émissions de CH₄ lors du stockage des lisiers, afin d'améliorer la précision de l'estimation de l'empreinte carbone de la production porcine.



Comparaison du résultat obtenu à d'autres références

Différentes références d'empreintes Carbone du porc au portail de la ferme sont proposées dans la

bibliographie ; elles sont rassemblées dans le Tableau 5.

Une comparaison avec nos résultats est le plus souvent peu pertinente : en effet, la présente

évaluation porte sur la ferme nationale porcine alors que les autres données de la bibliographie concernent le plus souvent des exploitations porcines individuelles archétypales, associées

**Tableau 5 : Résultats bibliographiques d'ACV en élevage porcin
(pour les impacts réchauffement climatique et consommations d'énergie)**

GES/Energie	Basset-Mens et al. (2005)	Cederberg et al. (2004)	Eriksson et al. (2005)	ADEME
Description de l'élevage évalué	Elevage conventionnel breton avec bonnes pratiques.	Elevage sur caillebotis intégral Traitement émissions NH ₃ . Alimentation multiphase & phytases. Aliments produits à la ferme.	Scénarios alimentaires A : pas de soja et faible taux de protéine brute ; B : utilisation de soja ; C : alimentation biologique	Non précisé
Différence de périmètre par rapport à notre évaluation	Prise en compte de la fabrication et de l'approvisionnement en acides aminés pour l'alimentation des animaux.	Non prise en compte de la production des bâtiments.	Uniquement l'engraissement. Prise en compte de la production et de l'approvisionnement en acides aminés. Non prise en compte de la construction des bâtiments. Prise en compte de l'épandage des effluents.	Non prise en compte des truies et de la production des bâtiments.
Unité fonctionnelle (UF)	Kg porc produit	kg viande de porc (sans gras et sans os)	Kg de croissance entre 29 et 115 kg	Kg porc produit
Emissions de GES (kg eq CO ₂ / UF)	2,3	3,63	A : 1,5 ; B : 1,3 ; C : 1,4	3,41
Consommations d'énergie (MJ / UF)	15,9	14,7	A : 6,8 ; B : 5,3 ; C : 6,3	

à des scénarios. Le périmètre de l'analyse peut également différer : par exemple, les émissions liées à la construction des bâtiments ne sont pas toujours prises en compte. Par contre, la comparaison de nos résultats avec la méthode du Bilan Carbone® proposée par l'ADEME semble plus appropriée, et d'autant plus utile que cette référence est proposée comme valeur générique au niveau national.

Ces limites d'interprétation étant posées, on observe que les résultats obtenus ici se situent globalement dans l'ordre de grandeur des références de la bibliographie ; ils sont inférieurs toutefois à la valeur proposée par la méthode de l'ADEME (qui, en outre, ignore les émissions liées aux truies et à la construction des bâtiments).

Par ailleurs, les estimations des émissions de GES pour les postes autres que la production du porc (production et approvisionnement en aliments et construction des bâtiments) sont inférieures aux autres estimations disponibles. Ce point devra être confirmé, en précisant l'analyse sur certains points. Un travail sera conduit en ce sens courant 2010, dans le cadre d'une contribution au projet national d'affichage environnemental des produits agricoles.

Conclusion

Ce premier travail propose une estimation de l'empreinte carbone de la production porcine française (à la sortie de l'élevage). Il s'appuie sur des travaux réalisés de concert par différents instituts techniques,

ayant abouti notamment à une méthode commune dite GES'TIM (Deltour et al., 2009).

Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux proposés jusque là par l'ADEME (cf. méthode du **Bilan Carbone®**) et ce, malgré un périmètre d'analyse plus étendu. Pour autant, des postes restent à préciser. C'est le cas des émissions directes de GES liées aux animaux et à leurs effluents, dont l'incertitude sur les valeurs utilisées dans le calcul doit être réduite par l'acquisition de références d'émissions en élevages commerciaux (des projets sont développés en ce sens). L'analyse du poste production d'aliments doit également être approfondie par une prise en compte plus exhaustive des matières premières entrant dans les rations des porcs.

Des « empreintes carbone » seront prochainement établies pour différentes exploitations porcines types, afin de compléter cette première évaluation globale, réalisée à l'échelle nationale, et de distinguer des modes de production (leviers d'action) plus favorables en

terme d'impact sur le réchauffement climatique.

Enfin, la présente évaluation s'arrête au portail de la ferme. Un travail complémentaire reste à conduire pour appréhender, plus en aval, selon les process industriels à l'œuvre, l'empreinte carbone des principaux produits porcins.

Dans le même temps, l'IFIP poursuit, avec les autres instituts techniques animaux et végétaux et l'appui de l'INRA, un travail d'analyse afin de préciser les choix méthodologiques inhérents à ce type d'approche (ACV), dont certains peuvent conditionner fortement le résultat. ■

Un travail complémentaire reste à conduire pour appréhender, plus en aval, selon les process industriels à l'œuvre, l'empreinte carbone des principaux produits porcins.

Contact :

sandrine.espagnol@ifip.asso.fr

Références bibliographiques

- CITEPA, 2008, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Séries sectorielles et analyses étendues. Rapport d'inventaire National, 247 p, Ref CITEPA 551 - Disponible sur : <http://www.citepa.org/emissions/nationale/index.htm>
- Deltour L., M. Cariolle, J-B. Dollé, S. Espagnol, F. Flénet, N. Guingand, S. Lagadec, A. Le Gall, A. Lellahi, C. Malaval, P. Ponchant, 2009. GES'TIM : Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre, 138p. Disponible sur : <http://www.inst-elevage.asso.fr>
- Espagnol S., M. Hassouna, P. Robin, J-M. Paillat, 2006. Emissions gazeuses de NH₃, N₂O, CH₄ lors du stockage de fumier de porc provenant d'une litière accumulée : effets du retournement, Journées Recherche Porcine, 38, 41-48.
- Gac A., F. Béline, T. Bioteau, 2006. Flux de gaz à effet de serre (CH₄, N₂O) et d'ammoniac (NH₃) liés à la gestion des déjections animales : Synthèse bibliographique et élaboration d'une base de données. Rapport final. 98p.
- Gallman E., E. Hartung, T. Jungbluth, 2003. Long term study regarding the emission rates of ammonia and greenhouse gases from different housing systems for fattening pigs -final results, Gaseous and odour emissions from animal production facilities, 131-139.
- Godbout S., C. Laguë, S.P. Lemay, A. Marquis, T.A. Fonstad, 2003. Greenhouse gas and odour emissions from swine operations under liquid manure management in Canada, Gaseous and odour emissions from animal production facilities, 426-443.
- Guarino M., C. Fabbri, P. Navarotto, L. Valli, G. Moscatelli, M. Rossetti, V. Mazzotta, 2003. Ammonia, methane and nitrous oxide emissions and particulate matter concentrations in two different buildings for fattening pigs. [International Symposium on «Gaseous and odour emissions from animal production facilities», Horsens 1-4 June 2003], 140-150.
- Haeussermann A., E. Hartung, E. Gallman, T. Jungbluth, 2006. Influence of season, ventilation strategy, and slurry removal on methane emissions from pig houses, Agriculture, Ecosystems and Environment, 112, 115-121.
- Huet F.R., P. Rousseau, Y. Salaün, 2003. Bâtiments d'élevage porcin et environnement : analyse de l'enquête du 1er novembre 2001 réalisée par le SCEES. 140p.
- IFIP, 2007. Porc performances 2007. Publication IFIP, 43p.
- IFIP, 2008. Le Porc par les chiffres. Publication IFIP, 52p.
- INIES, base de donnée, consultation des fiches FDES, disponible sur : www.inies.fr/
- IPCC, 2001. Climate change 2001 : the scientific basis. IPCC, 83p.
- IPCC, 2006. Guideline for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10 : emissions from livestock and manure management. 87 p.
- ITP, 2000. Memento de l'éleveur de porc. 374p.
- Loyon L., F. Guiziu, F. Beline, 2004. Evaluation des émissions gazeuse (NH₃, N₂O, CH₄ et N₂O) d'une filière de traitement biologique aérobie de lisier de porc - résultats préliminaires Journées Recherche Porcine, 36, 71-76.
- Loyon L., F. Béline, F. Guiziu, H. Boursier, P. Peu, 2005. Bilan environnemental des procédés de traitement biologique des lisiers de porcs. Etude ADEME et CEMAGREF, 88p.
- Loyon L., F. Guiziu, S. Picard, P. Saint-Cast, 2006. Impact d'une couverture de tourbe sur les émissions d'NH₃ au cours du stockage et de l'épandage des lisiers de porcs, Journées Recherche Porcine, 38, 35-40.
- Loyon L., F. Guiziu, S. Picard, P. Saint-Cast, 2007. Réduction des émissions d'NH₃ au cours du stockage de lisier porcin : Evaluation grandeur réelle d'une couverture de balles de polystyrène Journées Recherche Porcine, 39, 49-54.

- Nicks B., M. Laitat, A. Desiron, M. Vandenneede, B. Canart, 2002. Emissions d'ammoniac, de protoxyde d'azote, de méthane, de gaz carbonique et de vapeur d'eau lors de l'élevage de porcelets sevrés sur litière accumulée de paille et de sciure, Journées de la recherche Porcine, 34, 149-154.
- Nicks B., M. Laitat, A. Desiron, M. Vandenneede, B. Canart, 2003. Emissions d'ammoniac, de protoxyde d'azote, de méthane, de gaz carbonique et de vapeur d'eau lors de l'élevage de porcs charcutiers sur litières accumulées de paille et de sciure, Journées de la recherche Porcine, 35, 7-14.
- Nicks B., 2005. Gaseous emissions in the raising of weaned pigs on fully slatted floor or on sawdust-based deep litter. International workshop on Green Pork Production «Porcherie Verte», 25-27 May 2005, Paris, 123-124.
- Osada T., H.B. Rom, P. Dahl, 1998. Continuous measurement of nitrous oxide and methane emission in pig units by infrared photoacoustic detection, Transactions of the asae, vol 41 (4), 1109-1114.
- Paillat J-M., P. Robin, M. Hassouna, P. Leterme, 2005. Effet du compostage d'effluents porcins sur les émissions gazeuses et les teneurs en éléments polluants. Action 42c, Porcherie Verte. Rapport final, 106p.
- Pineiro C., J. Morales, S. Godbout, S. Lemay, M. Belzile, J. Feddes, P. Illescas, G. Montalvo, M. Bigeriego, 2007. Effect of piglet diet on gas emissions. [First International Conference on Ammonia in Agriculture : Policy, Science, Control and Implementation - 19 to 21 march 2007 - Wageningen UR - The Netherlands], 76-77.
- Rigolot C., 2009. Modélisation de l'impact environnemental des pratiques en élevage porcin à l'échelle sectorielle (animal, et effluent), de l'exploitation, et du cycle de vie (ACV). Incidence du niveau d'approche sur la perception des pratiques. Thèse Agrocampus Ouest, 182p.
- Sharpe R.R., L.A. Harper, Simmons J.D., 2001. Methane emissions from swine houses in North Carolina, Chemosphere, Global change Science, 3, 1-6.

Formation IFIP : bâtiment et énergie

Diagnostic-conseil énergie en bâtiments d'élevage porcin

24/25 novembre 2009

Le catalogue des formations est disponible sur le site internet de l'Ifip : www.ifip.asso.fr Rubrique «Formation» - A télécharger



Édition IFIP

Journées de la Recherche Porcine - Actes 2009

Actes du congrès annuel organisé par l'IFIP et l'INRA.
Les résultats les plus récents de la Recherche porcine.
Communication sur les thèmes suivants : Génétique, Qualité, Alimentation, Santé, Bien-être, Conduite d'élevage, Reproduction, Environnement, Économie-Sociologie.

2009 - 314 pages 21 x 29,7 - 107 €

Le catalogue des éditions est disponible sur le site internet de l'Ifip : www.ifip.asso.fr Rubrique «Éditions»

JRP 2010
les 2 et 3 février 2010

