

NORMES D'EMPREINTE CARBONE DE PRODUITS AGRICILES



**NORMES D'EMPREINTE
CARBONE DE PRODUITS
AGRICILES**

Résumé à l'intention des services d'information commerciale

ID=42720

2012

F-11.02 PRO If

Centre du commerce international (ITC)

Normes d'empreinte carbone de produits agricoles

Genève : ITC, 2012. xi, 52 p. (Document technique)

No. du document MAR-12-217.F

Guide traitant de la mesure de l'empreinte carbone des produits (PCF), dans le secteur de l'agroalimentaire – fournit une présentation générale et une introduction aux PCF; présente une typologie des programmes et initiatives relatifs à la PCF, qui contient des exemples d'initiatives importantes; décrit les différentes étapes de calcul d'une PCF; explique comment calculer une PCF en s'appuyant sur des études de cas comme exemples; présente les difficultés méthodologiques et les problèmes rencontrés lors du calcul de la PCF en ce qui concerne les données, l'incertitude et les obstacles spécifiques aux pays en développement; offre un aperçu des mesures d'atténuation possibles; les appendices comportent des liens utiles vers des sites Internet, un glossaire des termes utilisés dans le document, ainsi qu'une foire aux questions.

Descripteurs: **Gestion de l'environnement, Agroindustrie, Normes, Normes privées, Études de cas.**

Pour plus d'informations sur ce document technique, prendre contact avec M. Kasterine (kasterine@intracen.org)

Anglais, français, espagnol (éditions séparées)

Le Centre du commerce international (ITC) est l'agence conjointe de l'Organisation mondiale du commerce et des Nations Unies.

ITC, Palais des Nations, 1211 Genève 10, Suisse (www.intracen.org)

Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de consultants et ne coïncident pas nécessairement avec celles de l'ITC, de l'ONU ou de l'OMC. Les appellations employées dans le présent document technique et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Centre du commerce international aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de noms d'entreprises ou d'une marque commerciale ne signifie pas qu'elles sont l'aval de l'ITC.

Le présent rapport n'a fait l'objet d'aucune modification par le Centre du commerce international quant à sa rédaction.

Images numériques sur la couverture: © Empreinte carbone : Kristina Golubic/ITC; © Production: I-5 Design & Manufacture (flickr); © Irrigation: agrilifetoday (flickr); © Femme au champ: Glenna Gordon/ITC.

© Centre du commerce international 2012

De brefs extraits de ce document technique peuvent être librement reproduits, pourvu que la source en soit dûment mentionnée. Une autorisation est nécessaire pour réaliser une reproduction ou traduction plus étendue. Un exemplaire du matériel reproduit ou traduit devra être envoyé à l'ITC.

Avant-propos

Le changement climatique, enjeu majeur de ce siècle, représente un défi de taille en termes d'adaptation pour les exploitants agricoles des pays en cours de développement. Les détaillants obligent par ailleurs de plus en plus les exportateurs de produits alimentaires à mesurer les émissions de gaz à effet de serre de leurs produits.

Les exigences du marché, qui revêtent principalement la forme de normes sur « l'empreinte carbone des produits » (PCF) et qui ont vu le jour ces trois dernières années, sont nombreuses. Ces exigences constituent de nouvelles barrières potentielles mais créent par ailleurs de nouvelles opportunités pour les exportateurs.

Cette tendance est largement menée par les détaillants et plusieurs gouvernements de pays en développement et émergents, dont les motivations sont doubles : Tout d'abord, l'identification des « points critiques » d'émissions tout au long de la chaîne d'approvisionnement et la réalisation d'économies financières suscitent un vif intérêt. Deuxièmement, ces normes renforcent la responsabilité sociale des entreprises et différencient les produits grâce aux nouveaux points de vente écologiques.

Les normes PCF permettent aux exportateurs de réduire leurs coûts de production et de transformation. Elles peuvent toutefois être synonymes de travail et de frais supplémentaires car leurs activités doivent être mises en conformité : par exemple, il leur faudra peut-être acheter des données ou employer des consultants en empreinte carbone.

Pour les micro-entreprises et les PME notamment, les normes PCF constituent des obstacles techniques et financiers. L'ITC a donc élaboré ce guide à l'attention des exportateurs afin de les aider à mieux comprendre comment utiliser ces normes PCF. Ce guide explique le cadre dans lequel elles ont été développées, les différentes formes qu'elles revêtent et les six étapes pratiques de mesure de l'empreinte carbone d'un produit.

Ce guide a pour vocation d'aider les fournisseurs des pays en développement à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, d'identifier les opportunités d'économies et surtout de renforcer leur compétitivité sur le marché mondial des produits agroalimentaires.



Patricia Francis
Directrice exécutive
Centre du commerce international

Remerciements

Ce rapport a été élaboré par Katharina Plassmann, de l'Institut de recherche climatique agricole allemand, sous l'égide d'Alexander Kasterine, Conseiller principal (Commerce, Changement climatique et Environnement) et d'Amanda McKee (Chef de projet et Directrice de recherche), tous deux membres de l'ITC.

L'ITC souhaite également remercier les personnes suivantes pour leurs commentaires : Lloyd Blum (ITC), Sylvain Chevassus (Ministère du Développement durable, France), Stephanie Daniels (Sustainable Food Lab), Ludovica Ghizzoni (ITC), Matthew Hamilton (CNUCED), Anna Richert (Svenskt Sigill), Anna Sabelström (Direction nationale du commerce de la Suède), Graham Sinden (Carbon Strategies), Klaus Radunsky (Agence fédérale pour l'Environnement, Autriche) et Peter Wooders (IISD).

L'assistance production et édition nous a gentiment été fournie par Natalie Domeisen, Isabel Droste et Juliette Ovelacq (ITC).

Dédicace

Le Guide est dédié à la mémoire de Gareth Edwards-Jones, Professeur d'agriculture et d'utilisation des terres de l'Université de Bangor, décédé en août 2011.

Le professeur Edwards-Jones a été un chercheur et un acteur important dans le domaine du développement agricole et du changement climatique. En 2009, il a prodigué à l'ITC ses conseils d'expert et a fourni une assistance technique aux entreprises kenyanes concernant les normes relatives à l'empreinte carbone. Cette mission et les discussions ultérieures qu'elle a générées avec Gareth ont fait naître l'idée de ce Guide.

Série de guides sur le marché du développement durable

Ce document fait partie d'une série de Guides sur le marché du développement durable, élaborés dans le cadre du programme « Commerce, changement climatique et environnement » (TCCEP) de l'ITC, financé par le gouvernement danois.

Cette série a pour but de guider les exportateurs, la société civile et les responsables politiques au sujet des tendances et donne une orientation pratique concernant le marché en pleine croissance des marchandises et services produits de manière durable.

Pour plus d'informations sur cette série et le TCCEP, veuillez contacter Alexander Kasterine à l'adresse kasterine@intracen.org.

2010-2011

1. Claim Statements for Natural Products: The United States Market (Revendication pour les produits naturels: le marché des États-Unis)
2. Labelling of Natural Products: The United States Market (Étiquetage des produits naturels: le marché des États-Unis)
3. Tendances du marché concernant les cafés certifiés
4. Coton et changement climatique
5. Le changement climatique et l'industrie du café

2012 (ouvrages publiés et à venir)

6. The North American Market for Natural Products (Le marché nord-américain des produits naturels)
7. Normes d'empreinte carbone de produits agricoles
8. Packaging for Organic and Sustainable Food Exports (Conditionnement des exportations d'aliments biologiques et durables)

Table des matières

Avant-propos	iii
Remerciements	v
Dédicace	v
Série de guides sur le marché du développement durable	v
Acronymes	ix
Résumé	xi
1. Introduction	1
2. Contexte	2
2.1. Émergence de normes relatives au climat	2
2.2. Objectifs de l'empreinte carbone des produits	3
2.3. Méthodologies de calcul de l'empreinte carbone des produits	3
2.4. Autres formes de prise en compte du carbone	5
2.5. Compromis potentiels avec d'autres impacts environnementaux et une durabilité globale	5
3. Typologie des initiatives PCF	6
3.1. Aperçu	6
3.2. Communication et étiquettes carbone	7
3.3. Normes internationales	8
3.4. Initiatives publiques	10
3.5. Initiatives privées	13
4. Calcul de l'empreinte carbone des produits	14
Étape 1 : Fixer des objectifs et définir le produit	14
Étape 2 : Identifier les limites du système et cartographier le système	15
Étape 3 : Collecter les données	18
Étape 4 : Calculer les GES	19
Étape 5 : Mettre à l'échelle d'une unité fonctionnelle	20
Étape 6 : Analyse et assurance	21
5. Études de cas	21
5.1. Étude de cas – Tchibo Privat Kaffee Rarity Machare	21
5.2. Étude de cas – Calculatrice Cool Farm Tool GHG	25
6. Problèmes de données et incertitude	27
7. Problèmes spécifiques aux pays en développement	29
8. Possibilités d'atténuation	31
8.1. Taux de rendement	33
8.2. Engrais à base d'azote	34
8.3. Changement d'affectation des terres	35
8.4. Utilisation de combustible	36
8.5. Irrigation	36

8.6.	Production sous serre	37
8.7.	Stockage	37
8.8.	Changements de carbone du sol	37
8.9.	Déchets	38
9.	Conclusions	41
Appendice I	Informations complémentaires sur les différents programmes PCF et sources de données	43
Appendice II	FAQ et autres ressources	45
Appendice III	Glossaire	46
Références		49
Tableau 1.	Facteurs à prendre en compte lors du calcul de l'empreinte carbone d'un produit	18
Tableau 2.	Aperçu des résultats, g d'eCO ₂ par tasse de Rarity Coffee	23
Tableau 3.	Émissions de GES liées à la culture de la canne à sucre sur une exploitation mauricienne (jusqu'à la livraison à la raffinerie) et de latex frais dans des plantations de caoutchouc en Thaïlande	35
Tableau 4.	Émissions de GES liées à la production de latex frais dans des plantations de caoutchouc en Thaïlande excluant (étude de cas A) et incluant (étude de cas B) les émissions directement liées au changement d'affectation des terres	36
Tableau 5.	Résumé des points critiques d'atténuation – Opportunités et contraintes	39
Figure 1.	Illustration du cycle de vie d'un produit	4
Figure 2.	Exemple d'organigramme appliqué à la production de canne à sucre : année de culture et de plantation	17
Figure 3.	Exemple de limites du système pour le calcul de la PCF du café	22
Figure 4.	Répartition des émissions sur l'exploitation	24
Figure 5.	Émissions associées à la phase de consommation (g d'eCO ₂ par coupe de café)	24
Figure 6.	Exemple d'émissions sur l'exploitation associées à la production de tomates	26
Figure 7.	Exemple d'émissions sur l'exploitation associées à la production de tomates en employant des pratiques de gestion différentes	26
Figure 8.	PCF de haricots à filet expédiés du Kenya vers le Royaume-Uni	31

Acronymes

ACV	Analyse du cycle de vie
B2B	Entreprise à entreprise
B2C	Entreprise à consommateurs
CAT	Changement d'affectation des terres
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
eCO ₂	Équivalent carbone
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FE	Facteur d'émission
FIL	Fédération Internationale de Laiterie
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ha	Hectare
ISO	Organisation internationale de normalisation
ITC	Centre du commerce international
kg	Kilogramme
kWh	Kilowattheure
MDP	Mécanisme de développement propre
N ₂ O	Oxyde d'azote
ONG	Organisation non gouvernementale
PAS	Spécification publiquement disponible
PCF	Empreinte carbone des produits
PCR	Règles de définition des catégories de produits
PRG	Potentiel de réchauffement global
WBCSD	Conseil mondial des entreprises pour le développement durable
WRI	World Resources Institute (Institut des ressources mondiales)

Résumé

Des détaillants et des groupes de l'Union européenne, des États-Unis d'Amérique et de plusieurs pays émergents exigent que les exportateurs de produits agricoles évaluent les émissions de gaz à effets de serre sur leurs chaînes d'approvisionnement et prennent des mesures pour les réduire.

La mesure de l'empreinte carbone d'un produit sur l'ensemble de son cycle de vie est appelée empreinte carbone des produits (PCF). Les méthodologies souvent associées à l'analyse du cycle de vie ont été mises au point selon différentes normes, dans les secteurs privé et public.

La mesure des PCF peut s'avérer coûteuse et délicate d'un point de vue technique. Elle nécessite de collecter des données sur les émissions de gaz à effet de serre de nombreux processus exécutés tout au long de la chaîne d'approvisionnement, du défrichage à la consommation, en passant par le labour des terres, l'utilisation de produits agrochimiques, les récoltes, le stockage, la transformation, le conditionnement et le transport.

Ce document a pour but d'orienter les exportateurs et les consultants concernant l'utilisation des PCF tout au long du processus de calcul de l'empreinte carbone des produits pour qu'ils comprennent mieux les processus impliqués, qu'ils améliorent leur performance environnementale et bien sûr, qu'ils réduisent les coûts de leur activité.

Une présentation générale et une introduction aux PCF sont proposées à la section 2. Une typologie des programmes et initiatives relatifs à la PCF est présentée à la section 3, qui contient des exemples d'initiatives importantes. Les différentes étapes de calcul d'une PCF sont décrites à la section 4. Quant à la section 5, il explique comment calculer une PCF en s'appuyant sur des études de cas pour donner des exemples. Les sections 6 et 7 présentent quelques difficultés méthodologiques et problèmes rencontrés lors du calcul de la PCF en se concentrant sur les données, l'incertitude et les obstacles spécifiques aux pays en développement. Enfin, la section 8 offre un bref aperçu rapide des mesures d'atténuation possibles, alors que la section 9 apporte une conclusion à ce guide. Pour plus d'informations (liens vers des sites Internet de qualité, glossaire et FAQ), consultez les appendices.

1. Introduction

Les consommateurs sont de plus en plus intéressés par l'impact de leurs décisions d'achat sur le changement climatique et demandent de plus en plus d'informations à ce sujet. Les détaillants et les groupes répondent à cette demande en collectant des informations sur les gaz à effet de serre produits par leurs activités, notamment la production, la transformation, le transport, la consommation et l'élimination de leurs produits, et en les communiquant. À cela s'ajoute une demande d'informations accrue de leurs fournisseurs.

L'empreinte carbone des produits (PCF) est devenue un véritable outil de calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) des biens et services dans toutes les chaînes d'approvisionnement, à savoir : de l'extraction des matières premières à la consommation et à l'élimination par le consommateur, en passant par tous les stades de la production, du transport et de la distribution. Un nombre croissant de programmes privés, publics et internationaux de calcul de la PCF sont actuellement élaborés et utilisés dans le monde (Bolwig & Gibbon 2009). À ce jour, tous ces programmes, à l'exception d'un programme public en cours d'élaboration, sont mis en œuvre de manière volontaire.

Il est également possible de calculer l'empreinte carbone d'entreprises, de nations, d'organisations, de secteurs industriels, d'événements, de projets, de ménages et d'individus. Ce guide se concentre exclusivement sur l'empreinte carbone des produits, notamment les produits agricoles.

Il est important de s'attaquer au changement climatique dans le secteur agricole car l'agriculture contribue à ce changement autant qu'elle en est victime. L'agriculture participe au changement climatique en libérant d'importantes quantités de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et d'oxyde d'azote (N₂O) dans l'atmosphère. Certaines activités, telles que la culture, la production d'intrants utilisés pour la culture (les engrais chimiques par exemple), la transformation, le stockage, le conditionnement et la distribution de produits agricoles, émettent des GES. Le secteur agricole est aussi directement touché par les changements climatiques, notamment à cause du nombre croissant de phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les tempêtes, les inondations et les sécheresses, les saisons de croissance plus courtes et la baisse des rendements.

Les émissions de GES peuvent être réduites de diverses façons tout au long de la chaîne d'approvisionnement agricole. Cette limitation à l'échelle de l'exploitation peut en outre s'accompagner d'avantages collatéraux directs, tels que l'amélioration de la productivité ou de la qualité et de la disponibilité de l'eau, mais aussi des synergies avec des politiques de développement durable. Enfin, certaines pratiques agricoles peuvent à la fois freiner le changement climatique et aider les exploitants à s'adapter aux conditions climatiques en pleine évolution (augmentation de la matière organique dans les sols ou utilisation d'arbres d'ombrage).

Empreinte carbone des produits et utilisation de ce guide

Il y a urgence à trouver des moyens de limiter le changement climatique car les émissions absolues de tous les secteurs, agriculture comprise, doivent être réduites. Le calcul de la PCF permet de mieux comprendre les émissions de GES générées par le cycle de vie des produits. Deux groupes d'acteurs peuvent ainsi contribuer à limiter le changement climatique : les entreprises, qui sont chargées de la conception, du conditionnement, des options de fin de vie, etc. des produits, et leurs clients, qui peuvent choisir volontairement des produits à faible émission de carbone et réduire ainsi les émissions liées à leur utilisation.

Ce guide offre un aperçu du développement et de l'application de la PCF pour les produits agricoles. Une présentation générale et une introduction à la PCF sont proposées à la section 2. Une typologie des programmes et initiatives relatifs à la PCF est présentée à la section 3, qui contient des exemples d'initiatives importantes. Les différentes étapes de calcul d'une PCF sont décrites à la section 4. Quant à la section 5, il explique comment calculer une PCF et interpréter les résultats en s'appuyant sur des études de cas pour donner des exemples. Les sections 6 et 7 présentent quelques difficultés méthodologiques et les problèmes de calcul de la PCF en se concentrant sur les données, l'incertitude et les obstacles spécifiques aux pays en développement. Enfin, la section 8 offre un bref aperçu des mesures d'atténuation possibles dans le secteur agricole, alors que la section 9 conclut ce guide. Pour plus d'informations (liens vers des sites Internet de qualité, glossaire et FAQ), consultez les appendices.

2. Contexte

2.1. Émergence de normes relatives au climat

Plusieurs normes sont propres au secteur agroalimentaire, notamment les normes sur l'empreinte carbone des produits. Les gouvernements ont toujours joué un rôle majeur dans la mise en place de normes minimales de sécurité alimentaire afin de protéger leurs populations. Toutefois, pour répondre aux préoccupations sociales et environnementales plus pressantes des consommateurs, une plus grande diversité de normes volontaires, publiques et privées, ont émergé depuis dix ans. Les normes acquièrent un rôle d'outil stratégique qui permet de différencier les produits et de segmenter le marché (Smith, 2009).

Ces dernières années, plusieurs acteurs d'initiatives volontaires travaillent à limiter le changement climatique et à développer la durabilité globale. Le moteur de ce développement d'initiatives volontaires inclut l'anticipation de mesures obligatoires à venir, la législation et la tarification du carbone, mais aussi une meilleure connaissance des consommateurs en matière d'environnement, de santé et d'éthique, notamment en ce qui concerne les conditions de production des pays en voie de développement. Ces initiatives volontaires ont pour la plupart été mises en œuvre par des acteurs privés et non pas par des organismes publics, et intègrent des plans de développement durable d'entreprise, des partenariats de développement durable public-privé et des rapports d'entreprise annuels sur les GES dans le cadre de mécanismes tels que le protocole « GHG Protocol » et le projet « Carbon Disclosure Project » associés aux cibles d'atténuation des GES.

L'empreinte carbone des produits (PCF) est devenue l'un de ces outils. Les normes PCF sont élaborées et mises en œuvre par divers acteurs internationaux issus du secteur public et du secteur privé (voir section 3). À ce jour, ces programmes et initiatives d'étiquetage ont tous été mis en œuvre sur la base du volontariat, à l'exception du programme réglementaire relatif à l'étiquetage des produits environnementaux actuellement développé en France (voir section 3.4). Actuellement, plusieurs initiatives PCF sont actuellement développées et mises en œuvre à travers le monde, mais les règles exactes qu'elles prescrivent en matière de calcul peuvent varier.

L'une des premières méthodologies PCF publiques publiées était la Publically Available Specification (PAS) 2050 britannique¹ (BSI 2008a), qui a été élaborée dans le but de répondre au besoin croissant de l'industrie, de la société et d'autres acteurs de la méthodologie cohérente de mesure des émissions de GES tout au long du cycle de vie des produits (BSI 2008a). L'élaboration de méthodologies faisant l'objet d'un consensus international par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), le World Resources Institute (WRI) et le Conseil mondial des entreprises pour le développement durable (WBSCD) (voir section 3.3) a débuté en 2008, à un moment où l'application de méthodes PCF gagnait rapidement du terrain et où de plus en plus d'initiatives individuelles voyaient le jour.

Depuis 2009, la PCF a été considérablement soutenue par les médias mais aussi par les organisations non gouvernementales et des détaillants de l'industrie agro-alimentaire. En Europe et en Amérique du Nord, le développement constant d'initiatives PCF est principalement mené par les entreprises, même si les gouvernements et d'autres acteurs y participent aussi activement. Dans d'autres régions du monde, les initiatives qui émergent sont principalement du ressort du gouvernement, c'est notamment le cas en Thaïlande, au Taipei chinois et au Japon.

L'impact des méthodologies PCF est fortement lié aux étiquettes carbone car les résultats PCF sont communiqués et diffusés auprès des détaillants et des consommateurs. Plusieurs supermarchés d'Europe et d'Amérique du Nord indiquent l'empreinte carbone de plusieurs produits à leurs clients par le biais d'étiquettes carbonées apposées sur les emballages. D'autres acteurs indiquent la PCF sur les tickets de caisse ou sur leur site Internet plutôt que sur les étiquettes des produits. La PCF peut également servir d'outil interentreprises ou d'outil de gestion interne des émissions de GES, sans la mettre pour autant à la connaissance du public. Plusieurs supermarchés travaillent activement avec des fournisseurs triés sur le volet afin de réduire la PCF de leurs produits (via des chaînes d'approvisionnement dédiées de produits frais tels que le lait ou les légumes).

¹PAS 2050, disponible sur : <http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050/>.

2.2. Objectifs de l’empreinte carbone des produits

Les entreprises s’engagent dans les activités de PCF pour diverses raisons. En voici quelques-unes :

- Identifier les points critiques d’émissions de GES et es opportunités de les réduire tout au long du cycle de vie du produit, en augmentant par exemple l’efficacité de la production ;
- Identifier les possibilités d’économies ;
- Comprendre les émissions de GES à partir des chaînes d’approvisionnement afin de se préparer aux effets potentiels d’un éventuel règlement et d’initiatives politiques nationales ou internationales à venir ;
- Définir un repère pour contrôler et mesurer la réduction des émissions et communiquer les éventuelles améliorations d’un produit en termes d’impact sur le climat ;
- Intégrer des émissions de GES dans la prise de décision : choix des matériaux, conception des produits, processus de fabrication, etc. ;
- S’engager auprès de fournisseurs tout au long de la chaîne d’approvisionnement ;
- Faire preuve de responsabilité environnementale/d’entreprise envers les acteurs et les consommateurs ;
- Permettre un marketing et une stratégie de marque positifs ;
- Responsabiliser les consommateurs afin qu’ils sélectionnent des produits présentant une PCF intérieure et satisfaisante à la demande croissante des consommateurs en matière d’informations environnementales.

2.3. Méthodologies de calcul de l’empreinte carbone des produits

Une PCF est une estimation de la somme de tous les GES libérés au cours du cycle de vie d’un produit ou d’un service (« de bout-en-bout ») ou des parties de celui-ci (« jusqu’à la porte de l’usine »). Par exemple, le calcul de la PCF d’un produit agricole sur tout son cycle de vie inclut en général des émissions libérées aux étapes suivantes :

- Production d’intrants utilisés pendant la culture (engrais, plastiques ou aliments concentrés pour animaux) ;
- Phase de culture ;
- Transport (de l’exploitation vers les usines de transformation et enfin vers les destinations d’exportations) ;
- Conditionnement ;
- Transformation et stockage ;
- Phase d’utilisation par le consommateur ;
- Élimination des déchets.

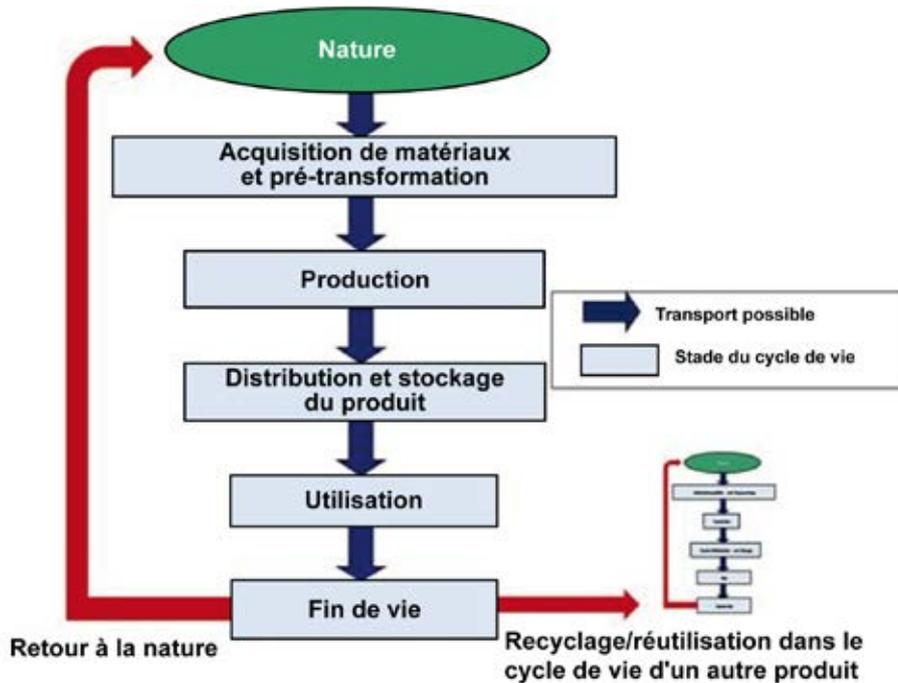
Pour calculer la PCF, tous les intrants utilisés à chaque stade du cycle de vie sont identifiés, quantifiés et retracés jusqu’à leurs matières premières respectives. Voici par exemple les émissions de GES liées à l’étape de culture d’un produit agricole :

- Émissions générées par la fabrication d’intrants, notamment les engrais chimiques ou présentes dans la nourriture des animaux ;
- Émissions liées à la consommation d’énergie ;
- Émissions issues des sols et des animaux de l’exploitation.

Les méthodologies PCF reposent généralement sur des méthodes bien établies d’analyse du cycle de vie (ACV) (ISO 2006a, b). L’ACV est une technique d’évaluation de l’impact environnemental à toutes les étapes de la vie d’un produit (voir figure 1). Elle peut être considérée comme un outil polyvalent car elle permet aux analystes de prendre de nombreuses décisions en fonction de l’objectif d’une étude donnée,

par exemple sur l'unité fonctionnelle, les méthodes d'affectation, les limites exactes du système ou les règles de limitation applicables aux processus peu susceptibles d'influencer le résultat global. Cette polyvalence peut limiter l'utilité de l'ACV à des fins de comparaison, notamment pour comparer des marques ou des produits.

Figure 1. Illustration du cycle de vie d'un produit



Source : www.ghgprotocol.org/standards/product-standard.

Au contraire, les méthodes PCF sont moins souples que les méthodes ACV car elles normalisent les calculs en définissant un ensemble d'exigences à satisfaire, quel que soit l'objectif ou l'application envisagée de l'analyse (Sinden 2009), par exemple en identifiant clairement les limites du système et en indiquant les processus à inclure et à exclure d'une analyse.

La PCF inclut les principaux GES. Toutefois, les GES les plus importants dans l'agriculture sont le méthane (CH₄), l'oxyde d'azote (N₂O) et le dioxyde de carbone (CO₂). Pour pouvoir établir une comparaison entre différents GES, les GES autres que le CO₂ sont convertis en unité courante d'« équivalent » carbone (eCO₂), leur potentiel de réchauffement étant comparé à celui du CO₂. Le méthane et l'oxyde d'azote sont des GES plus puissants que le CO₂. Le potentiel de réchauffement d'1 kg de méthane et d'oxyde d'azote est respectivement 25 et 298 fois supérieur à celui du CO₂ (GIEC 2007b).

Au niveau de l'exploitation, la PCF s'exprime généralement par unité de production (par kg de fraises par exemple). Les taux de rendement obtenus sur l'exploitation ont donc également une influence sur le résultat : plus la production est liée aux intrants, moins la PCF est élevée. Pour réduire l'empreinte carbone d'un produit, il est donc important d'optimiser les taux de rendement à une intensité donnée d'utilisation d'intrants, c'est-à-dire d'augmenter l'efficacité de la production.

Actuellement, les méthodologies PCF servent à calculer les émissions de GES associées au cycle de vie d'un grand nombre de produits et services. C'est pourquoi elles doivent être suffisamment larges même si elles ne peuvent pas régler toutes les difficultés propres à des produits ou des groupes de produits en particulier. Pour pallier cette carence, des règles de définition des catégories de produit (PCR) sont en cours d'élaboration ; elles viseront à assurer une cohérence et à faciliter l'application normalisée des méthodologies PCF à des groupes de produits individuels. Les PCR sont des ensembles de règles et directives applicables à des groupes de produits spécifiques, qui peuvent remplir des fonctions équivalentes, qui ont des intrants et des processus similaires et qui, à ce titre, nécessitent également un ensemble de règles de calcul de leur impact environnemental ou climatique similaire. L'utilisation de PCR

devrait augmenter la comparabilité des résultats au sein de groupes de produits. Cependant, comme dans le cas des normes cadres générales sur lesquelles elles s'alignent, les PCR élaborées par des initiatives, secteurs et acteurs divers et conformément à des normes PCF différentes peuvent s'avérer difficiles à harmoniser. Comme les PCR, la PAS 2050 (BSI 2011) révisée permet de poser des exigences supplémentaires pouvant soutenir son application homogène à des secteurs de produits spécifiques.

Actuellement, les produits portant une étiquette carbone ne s'accompagnent d'aucun surcoût, mais la réalisation de calculs de PCF et/ou d'étiquetage pourrait devenir une obligation sur certains segments du marché de l'agroalimentaire. Très peu d'informations sont disponibles sur les frais réels associés au calcul de la PCF, mais il est vraisemblable qu'ils varient d'un programme à l'autre, selon la complexité de la méthodologie employée (Nanda 2010). Après une première analyse de la PCF, les coûts devraient diminuer considérablement les années suivantes pour les autres produits d'une catégorie de produits donnée. La vérification et la certification de la PCF par des tiers pourraient venir gonfler l'addition. Les coûts de réalisation des calculs et de certification de la PCF doivent être mis en balance avec les économies potentielles générées par l'identification des points critiques d'émissions de GES et les gains d'efficacité ultérieurs.

2.4. Autres formes de prise en compte du carbone

La PCF analyse les émissions de GES du cycle de vie d'un produit. En d'autres termes, un produit est tracé tout au long de la chaîne d'approvisionnement et ses émissions de GES sont intégrées dans l'analyse, quel que soit l'endroit où qu'il se trouve dans le monde. L'empreinte carbone peut également être calculée pour des pays, des entreprises ou des secteurs industriels et d'autres entités, leur point commun étant que les émissions sont considérées comme indépendantes de leur emplacement.

Néanmoins, l'instrument politique d'inventaires nationaux des GES, mis au point dans le cadre du Protocole de Kyoto et de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), communique les émissions à l'échelle des pays et tient compte des émissions générées sur les territoires nationaux pour déterminer dans quelle mesure les politiques nationales atteignent leurs objectifs de réduction des émissions.

La gestion comptable à l'échelle de l'entreprise (par ex. la GHG Protocol Corporate Standard, le Carbon Disclosure Project) porte sur les émissions liées aux activités d'une entreprise, notamment les stocks, les bureaux et les déplacements.

L'empreinte carbone des secteurs industriels peuvent être calculée en utilisant des données moyennes, qui représentent les systèmes de production moyens d'un pays. Il en va différemment des calculs de PCF classiques, qui exploitent les données de fournisseurs désignés et de chaînes d'approvisionnement précises, où les produits peuvent idéalement être retracés jusqu'à chaque exploitation individuelle. Lorsque la base de fournisseurs est vaste, des échantillons représentatifs sont utilisés.

Le Mécanisme de développement propre (MDP), mis au point dans le cadre du Protocole de Kyoto, est également très différent de la PCF. Il s'agit en effet d'un mécanisme basé sur un projet, qui permet aux pays industrialisés d'acheter des crédits de réduction d'émissions certifiés afin d'atteindre leurs objectifs de réduction nationaux, conformément au Protocole de Kyoto. Ces crédits peuvent être obtenus par le biais de projets de réduction des émissions, menés dans des pays en développement, et qui suivent des règles strictes. Ils doivent notamment démontrer que les réductions d'émissions qu'ils génèrent s'ajoutent aux mesures qui auraient de toutes façons été prises. Cette exigence vise à garantir que le projet réduit les émissions au-delà de celles qui seraient survenues en son absence.

2.5. Compromis potentiels avec d'autres impacts environnementaux et une durabilité globale

L'ACV complète part du principe que la terre, l'air et l'eau subissent différents impacts environnementaux, par ex., les émissions de GES, l'eutrophication, l'acidification ou la formation de nuages de pollution. Une PCF peut être considérée comme un sous-ensemble d'ACV complète, qui traite une seule catégorie d'impact, à savoir celui d'un produit ou service sur le changement climatique. La cible étant dédiée, la PCF peut fournir des analyses approfondies sur l'émission de GES, mais en cas de compromis, cette

concentration exclusive sur un seul aspect environnemental peut se faire au détriment d'autres, qui risquent d'être négligés, voire de s'aggraver.

Par exemple, la PCF des tomates produites en Espagne et consommées au Royaume-Uni s'est avérée bien inférieure à celle des tomates produites au Royaume-Uni. Cependant, l'Espagne ayant des rendements inférieurs, il lui faut davantage de terres pour produire la même quantité qu'au Royaume-Uni, alors que les impacts liés à l'utilisation de pesticides, à la consommation d'eau, à l'acidification et à l'eutrophication sont tous supérieurs pour la production espagnole (William *et al.*, 2009). Bien que les initiatives de prise en compte du carbone constituent de bonnes mesures de l'impact sur le changement climatique de la production et de la consommation, elles ne reflètent pas l'ensemble des coûts environnementaux des produits et ne représentent donc pas un indicateur holistique de pérennité environnementale. De la même façon, les PCF n'ont pas été conçues pour aborder d'autres aspects du développement durable tels que les impacts économiques et sociaux.

3. Typologie des initiatives PCF

3.1. Aperçu

Le manque de méthodologie PCF faisant consensus à l'échelle internationale s'est traduit par l'élaboration et l'adoption de différentes méthodes analytiques de calcul des PCF, basées sur les demandes des acteurs impliqués. C'est pourquoi différentes méthodologies ne permettent pas de comparer la PCF de produits différents ou en provenance de pays différents. Lors de l'élaboration de ce guide, des normes définies au niveau international pour le calcul de PCF commençaient tout juste à voir le jour.

Les programmes PCF peuvent être classés en trois grandes catégories, en fonction de l'implication des acteurs et des voies de développement :

- **Les programmes internationaux** développés dans le cadre de consultations internationales, avec la participation d'acteurs issus d'organismes publics et privés, d'entreprises, d'ONG, d'universités, etc. ;
- **Les programmes publics** développés avec le soutien des gouvernements nationaux, pouvant aussi avoir recours à la consultation internationale et/ou à des essais pratiques et être utilisés à l'échelle internationale ;
- **Les programmes privés** développés et appliqués par des entreprises individuelles ou d'autres acteurs (des chaînes de supermarchés par exemple) ; les détails de calcul ne sont pas toujours publiés dans leur intégralité.

Tous les programmes de PCF actuels sont volontaires, hormis le *Grenelle de l'environnement*, en cours de développement en France, qui est obligatoire. Les entreprises et autres acteurs peuvent ainsi choisir la norme qu'ils appliqueront. Ces décisions reposent généralement sur le programme le plus adapté, mais elles sont aussi souvent contraintes par les exigences du marché. Par exemple, si la PCF doit être calculée pour un produit à l'exportation, les sociétés choisiront peut-être la norme généralement utilisée pour l'exportation ou par l'organisme qui achète la marchandise. Autre exemple : une chaîne de supermarché peut exiger qu'une norme donnée soit appliquée. Si le produit est exporté et vendu dans différents pays, il peut être préférable d'utiliser une norme acceptée sur le plan international.

Deux normes élaborées par des acteurs internationaux et une consultation internationale importante ont récemment vu le jour. La « GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard », élaborée par le WRI et le WBCSD, a été publiée en octobre 2011 et la norme ISO 14067 est à un stade de développement avancé (voir le paragraphe 3.3 ci-dessous). Des tentatives ont déjà été faites pour uniformiser plusieurs méthodologies nationales entre elles et sur ces normes internationales à venir. Malgré ce potentiel d'uniformisation, des différences demeureront certainement. Le GHG Protocol, conjointement avec la BSI et le DEFRA, a publié une fiche technique comparant la PAS 2050 (BSI 2011) révisée à la GHG Protocol Product Standard afin d'aider les entreprises à choisir quelle norme appliquer et

pour mettre en évidence les points de divergence entre les deux normes². En outre, même avec l'apparition de normes internationales, le marché devrait rester différencié et résister à l'harmonisation des normes. Cela est en partie dû au fait que des activités concurrentes utilisent la PCF à des fins de différenciation et de marketing produit, privilégiant parfois leur propre norme.

Une fois définies au niveau international, les méthodes normatives deviennent opérationnelles ; elles fournissent un vaste cadre sur lequel les programmes publics et privés peuvent s'aligner, sans toutefois pouvoir traiter certains aspects spécifiques au produit. Les résultats sont souvent affectés par le manque de données disponibles et par l'incertitude liée à la valeur des principales variables (Plassmann *et al.* 2010). Nonobstant, il peut s'avérer important de faire apparaître dans les méthodes les conditions locales susceptibles de justifier des méthodologies nationales ou des adaptations nationales de méthodologies internationales.

Les émissions de GES sont de plus en plus prises en compte dans le cadre des initiatives de développement durable et d'alimentation biologique. Par exemple, le **KRAV suédois**³ et **Svenskt Sigill**⁴ ont mis au point un système de certification climatique réservé à l'industrie agroalimentaire en collaboration avec plusieurs grandes entreprises suédoises spécialisées dans le secteur. Ce programme sert de module complémentaire aux normes de développement durable existantes ou aux normes de production alimentaire. Il n'implique pas de calculs réels de l'eCO₂ mais définit plutôt des critères de pratiques d'excellence qui doivent aboutir à des réductions d'émissions de GES. D'autres normes de développement durable intègrent également des modules climatiques complémentaires ou en créent, comme c'est le cas de la **Rainforest Alliance/Sustainable Agriculture Network (SAN) Standard**⁵, de l'**Association 4C**⁶ et de la **Round Table on Sustainable Palm Oil**⁷.

3.2. Communication et étiquettes carbone

La communication des résultats de PCF est un élément important de plusieurs normes PCF. Les entreprises peuvent communiquer la PCF à leurs clients ou utiliser les résultats à des fins de gestion interne des GES. La PCF destinée à la clientèle ou à d'autres acteurs intéressés peut être communiquée en utilisant une étiquette carbone directement collée sur le produit, en plaçant une inscription dans les rayons du supermarché, en l'indiquant sur le ticket de caisse ou en la publiant sur le site Internet de la société.

S'agissant des étiquettes carbone, trois principales méthodes permettent de calculer la PCF et de la communiquer aux consommateurs :

² Fiche technique disponible à l'adresse suivante :

<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/GHG%20Protocol%20PAS%202050%20Factsheet.pdf>.

³ Pour plus d'informations sur le KRAV, consulter : <http://www.klimatmarkningen.se/in-english>.

⁴ Pour de plus amples informations sur Svenskt Sigill, voir : <http://www.klimatmarkningen.se/in-english>.

⁵ Pour plus d'informations sur Rainforest Alliance/SAN Standard, consulter :

<http://sanstandards.org/userfiles/file/SAN%20Sustainable%20Agriculture%20Standard%20July%202010.pdf>.

⁶ Pour plus d'informations sur l'Association 4C, consulter :

<http://www.4c-coffeeassociation.org/index.php?id=105&PHPSESSID=9edcsuk5rqne8e85lk95v1cn3>.

⁷ Pour plus d'informations sur la Round Table on Sustainable Palm Oil, consulter : <http://www.rspo.org/?q=page/532>.



Utilisation de chiffres précis : Les GES émis tout au long du cycle de vie d'un produit sont calculés et le résultat est communiqué sous forme de chiffres précis d'eCO₂ par unité de produit. Cela permet d'évaluer les conditions de départ de façon quantitative, d'identifier les points critiques d'émissions de GES dans chaque cas, puis de déterminer les réductions d'émissions atteintes en appliquant des mesures d'atténuation. Tout produit soumis à l'évaluation peut demander une étiquette carbone, quelle que soit la quantité d'émissions mis en évidence par le calcul de départ. Cependant, certaines initiatives d'étiquetage, la British Carbon Reduction Label par exemple, incluent une exigence d'amélioration continue, qui conduit à des réductions d'émissions de GES constantes et documentées.

Mention de l'engagement à réduire la PCF : Les acteurs se forgeant une expérience en matière de PCF d'une part et les méthodologies et la crédibilité des chiffres précis et des comparaisons de produits étant sévèrement remises en doute d'autre part, certaines initiatives PCF semblent se détourner des chiffres indiqués sur les étiquettes. Certains utilisateurs britanniques de la Carbon Reduction Label utilisent désormais une nouvelle version de l'étiquette, qui ne fait apparaître aucun chiffre, préférant simplement faire figurer sur l'étiquette une déclaration de leur engagement à mesurer la PCF d'un produit donné et à la réduire. Comme avec l'approche précise à base de chiffres, tout produit peut demander à recevoir l'étiquette et une réduction continue des émissions est nécessaire.



Méthode du peloton de tête : La méthode du peloton de tête attribue une étiquette uniquement aux produits les plus respectueux de l'environnement. Pour illustrer cette méthode, prenons l'exemple du programme mis en place par Climatop en Suisse. Les produits dont l'impact sur le climat est significativement inférieur à celui d'autres produits similaires reçoivent l'étiquette « approved by climatop » (approuvé par climatop), laquelle indique qu'ils génèrent une PCF inférieure. Ces étiquettes seront sans doute plus faciles à comprendre pour les consommateurs que les étiquettes

affichant des chiffres précis, mais elles ne permettent pas systématiquement de comparer différentes catégories de produits et n'indiquent pas toujours clairement les produits ne portant pas l'étiquette qui ont pourtant bien été analysés et ceux qui ne l'ont pas été.



Certaines étiquettes tentent de guider davantage les consommateurs en indiquant si la PCF du produit est élevée ou basse, ce qui peut se faire avec des chiffres précis (solution adoptée par Casino en France, par exemple) ou sans (par ex. Raisio en Finlande).

Les paragraphes suivants présentent les principales initiatives internationales et fournissent un aperçu partiel de plusieurs programmes publics et privés importants, accompagnés de leur étiquette. Pour accéder aux sites Internet correspondants, suivez les liens indiqués dans l'appendice I.

3.3. Normes internationales

Actuellement, deux initiatives internationales basées sur le consensus permettent de calculer la PCF ; toutes deux sont volontaires. L'une a été publiée en octobre 2011 et l'autre est en cours d'élaboration. Mises au point par des acteurs internationaux, ces normes devraient contribuer à l'harmonisation des initiatives.



World Business Council for Sustainable Development



WORLD RESOURCES INSTITUTE

La première norme internationale sur la prise en compte et l'analyse des GES des produits a été publiée en octobre 2011 par le GHG Protocol, un partenariat à plusieurs acteurs dirigé par le **World Resources Institute (WRI) et le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)**. Elle est disponible gratuitement sur leur site Internet⁸. L'élaboration de la « GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard » a débuté en 2008 ; elle a fait appel à un comité de pilotage, à des groupes de travail techniques, mais a aussi eu recours à des essais pratiques et des débats publics approfondis sur les versions préliminaires. L'élaboration de la Product Standard n'a pas nécessité de règles strictes sur l'approbation formelle, le vote et le consensus à la

majorité, comme les normes développées par ISO, mais a fait appel à de nombreux acteurs. La plupart des difficultés que les comités techniques et le groupe de pilotage n'ont pas pu résoudre l'ont été lors des essais pratiques du projet de norme. Certains aspects restés incertains ont été résolus en autorisant certaines options au cas par cas. Cette norme s'accompagne d'exigences et de consignes à destination des entreprises et d'autres organismes visant à quantifier et communiquer un inventaire des émissions de GES associées à un produit donné. Elle stipule toutefois explicitement qu'elle n'aborde pas la comparaison des produits car les résultats des calculs dépendent fortement des hypothèses posées et des méthodologies choisies. Pour permettre l'étiquetage des produits, pour atteindre les objectifs de performances des actionnaires, pour répondre aux exigences des consommateurs en matière d'achat et d'hypothèses comparatives, des spécifications supplémentaires seront nécessaires⁹.



La seconde norme internationale, ISO 14067, actuellement élaborée par l'**Organisation internationale de normalisation (ISO)**, est une norme internationale complète qui repose sur le consensus et qui vise à quantifier et à communiquer les émissions de GES de produits et services¹⁰. Sa publication est prévue pour 2012. Les normes ISO sont mises au point par des groupes techniques qui reçoivent des contributions de divers comités à l'échelle nationale et d'organismes de liaison ayant des liens régionaux ou internationaux.

Tous les acteurs, à savoir les fabricants, détaillants, utilisateurs, groupes de consommateurs, gouvernements et organismes de recherche, entre autres, peuvent participer et leur point de vue sera entendu afin de trouver des solutions globales satisfaisant aussi bien le secteur industriel que les consommateurs. Après avoir défini les aspects techniques qu'une nouvelle norme doit aborder, les pays participant négocient ses caractéristiques détaillées. Le projet de norme obtenu doit être approuvé formellement par les membres du comité ISO, selon des règles strictes. Les documents de travail ISO ne pouvant pas être mis à la disposition du public, aucune information sur la norme ISO 14067 « Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication » en cours d'élaboration ne peut être fournie dans ce guide. La norme ISO 14067 devrait toutefois représenter une vaste norme cadre étagée par des directives destinées à des groupes de produits spécifiques.

Une norme régionale est également en cours d'élaboration en Europe. La Direction générale de l'environnement de la **Commission européenne** développe actuellement une méthodologie harmonisée concernant le calcul de l'empreinte environnementale des produits incluant les émissions de GES et d'autres impacts environnementaux¹¹. Cette méthodologie volontaire et harmonisée est destinée à atténuer le risque de fragmentation des marchés en raison de la prolifération de normes et étiquettes environnementales. Elle devrait être finalisée d'ici septembre 2012 et suivie d'une consultation publique

⁸ La GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard est disponible sur : <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>.

⁹ Une autre norme associée a récemment été élaborée par WRI/WBCSD. Il s'agit de la Scope 3 (Corporate Value Chain) Accounting and Reporting Standard. Cette norme suit également une approche de la chaîne de valeur complète, mais au lieu de tenir compte des émissions au niveau d'un produit, elle intègre les émissions de GES au niveau de l'entreprise, en ajoutant les impacts en amont et en aval des activités de cette entreprise. Les deux nouvelles normes élaborées par WRI/WBCSD peuvent être utilisées de façon indépendante ou être appliquées conjointement, car elles se complètent mutuellement.

¹⁰ Pour plus d'informations sur la norme ISO 14067, consulter : http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=59521.

¹¹ Pour plus d'informations sur la méthodologie de la Commission européenne, consulter : http://ec.europa.eu/environment/eussd/product_footprint.htm.

des acteurs. Un centre de ressources sur l'ACV est proposé sur le site Internet de la Plateforme européenne sur l'évaluation du cycle de vie¹².

3.4. Initiatives publiques

Au Royaume-Uni

L'une des premières initiatives publiques mises au point a été la **Publically Available Specification (PAS) 2050** britannique (BSI 2008a, b) qui a été adoptée dans de nombreux pays du monde et a influencé l'élaboration d'autres méthodologies PCF¹³. La PAS 2050 a été élaborée et publiée par le British Standards Institute (BSI) et coparrainée par le Carbon Trust et le Département de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales (Defra) britannique, avec une contribution significative de la part de ses acteurs internationaux et d'experts, par le biais de deux consultations publiques, plusieurs groupes de travail technique et des essais industriels des versions préliminaires de la PAS. Une PAS ne constitue toutefois pas une norme pleinement consensuelle au Royaume-Uni, en Europe ou à l'échelle internationale. Il s'agit d'un mécanisme de suivi rapide, appliqué à de nouveaux domaines faisant apparaître un besoin de normalisation pour lequel il est important de résoudre rapidement les nouveaux problèmes et de trouver des solutions commerciales. La PAS 2050 se distingue donc des normes britanniques, européennes ou internationales, qui reposent généralement sur le consensus et sont bien plus longues à mettre au point, appliquant en effet des règles strictes visant à garantir la transparence et l'équité. La PAS 2050 a récemment été révisée pour mieux s'aligner sur les normes WRI/WBCSD et ISO 14067.



L'étiquette **Carbon Reduction Label** fait apparaître les résultats d'une analyse PAS 2050 menée sur le produit, en indiquant des chiffres précis d'eCO₂¹⁴. Le message principal adressé au consommateur est l'engagement de l'entreprise à réduire ses émissions de GES, mais cette étiquette permet aussi parfois d'informer les consommateurs sur la manière dont ils peuvent réduire leurs propres émissions liées à l'utilisation du produit en question. Certains utilisateurs de la Carbon Reduction Label décident désormais d'utiliser une nouvelle version, qui ne fait figurer aucun chiffre, préférant simplement utiliser l'étiquette pour déclarer leur engagement à mesurer la PCF d'un produit donné et à la réduire. Si une nouvelle évaluation, qui intervient tous les deux ans, révèle une réduction de la PCF, l'étiquette est réattribuée pour une période de deux

ans supplémentaires. Une certification indépendante est nécessaire pour obtenir l'étiquette. La Carbon Reduction Label a été adoptée par les acteurs de nombreux pays, notamment de nombreux États européens, les États-Unis, le Canada, la Fédération de Russie, la Nouvelle-Zélande et l'Australie. La Carbon Trust Footprinting Certification Company propose une vérification indépendante des résultats de PCF par rapport à la PAS 2050. Une base de données publique, regroupant les informations de tous les produits étiquetés, est disponible sur Internet. Le détaillant britannique **Tesco** fait partie des entreprises qui utilisent la Carbon Reduction Label¹⁵.

En France

Le droit des consommateurs à obtenir des informations accessibles, objectives et complètes sur l'impact environnemental des produits qu'ils consomment a été inscrit dans la loi française **Grenelle 1** adoptée en 2009 dans le but de favoriser un développement plus durable¹⁶. L'étiquetage environnemental est considéré comme une part importante de ce droit car il aide les consommateurs, les producteurs et les détaillants à être plus respectueux de l'environnement. En 2010, la loi Grenelle 2 a été adoptée, le rendant presque légalement obligatoire, sur la base des résultats d'un projet pilote national, visant à diffuser

¹² Plateforme européenne sur l'évaluation du cycle de vie : <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>.

¹³ Pour de plus amples informations sur PAS 2050, voir : <http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050/>.

¹⁴ Pour plus d'informations sur la Carbon Reduction Label, consulter : <http://www.carbon-label.com/>.

¹⁵ Pour plus d'informations sur l'utilisation par Tesco de la Carbon Reduction Label, consulter : http://www.tesco.com/greenerliving/greener_tesco/what_tesco_is_doing/carbon_labelling.page.

¹⁶ Pour plus d'informations sur la loi Grenelle, consulter : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Consommation-durable,4303-.html>.

l'empreinte carbone et d'autres impacts environnementaux des produits de consommation. Lors de sa mise en œuvre, il s'agissait du premier exemple de programme d'étiquetage environnemental obligatoire intégrant le PCF.



Effet de serre



Eau

Le but est d'étiqueter tous les produits de consommation vendus en France et concernés par des mesures de mise en œuvre à venir dans le secteur, y compris les produits importés. Les informations à fournir aux consommateurs incluent les émissions de GES affichées sous forme de chiffres précis d'eCO₂ et d'autres impacts environnementaux (consommation d'eau ou exploitation de ressources naturelles).

La méthodologie employée reposera sur les méthodes ACV et, bien qu'une méthodologie établissant des principes généraux soit déjà disponible (BPX30-323), plusieurs groupes de travail du secteur œuvrent à un développement approfondi. Une base de données publique généraliste est en cours de création. Elle comportera des données générales sur le cycle de vie, notamment pour les produits agricoles. Le développement de PCR est également en cours (neuf PCR ont été adoptées à ce jour). Des calculatrices en ligne, associées aux méthodologies et à la base de données, seront proposées afin de simplifier la mise en œuvre par les acteurs économiques. Des outils spécifiques seront mis à la disposition des PME pour les aider à résoudre les problèmes de données et les calculs. Les principales données utilisées dans les calculs devront être mises à la disposition des autorités publiques, avec une clause de confidentialité, dans l'hypothèse de contrôles aléatoires. Comme il serait trop coûteux de faire appel à une vérification tierce obligatoire, des contrôles aléatoires du marché devraient être mis en place afin d'assurer la conformité une fois la mise en œuvre du nouveau système lancée (S. Chevassus, PCF World Forum, Avril 2011).



Biodiversité



Ressources Naturelles

Un programme pilote national d'un an auquel plus de 160 entreprises ont pris part volontairement a été lancé en juillet 2011. Des producteurs et des détaillants de différentes tailles et de différents secteurs y ont pris part. Trois d'entre eux étaient basés à l'étranger (Chili, Colombie et Suède). Au cours de cette période, la faisabilité de l'empreinte carbone et de l'étiquetage envisagés ainsi que les différentes mesures permettant de mettre les informations à la disposition des consommateurs seront testées. Les difficultés propres aux PME et aux produits importés ainsi que les coûts économiques, seront également évalués.

En Thaïlande

En **Thaïlande**, l'entreprise publique Thailand Greenhouse Gas Management Organization (TGO), le National Metal and Materials Technology Centre (MTEC) et la National Science and Technology Development Agency (NSTDA) du gouvernement ont élaboré une directive nationale sur la PCF¹⁷. L'objectif de cette directive est multiple : stimuler une consommation plus efficace de l'énergie et réduire les émissions de GES des biens et services, mais aussi améliorer la compétitivité des produits thaï sur les marchés internationaux, augmenter la croissance économique, amplifier le développement durable et enfin préparer les exportateurs à une plus grande prise en compte du carbone sur la scène internationale. La directive est fortement liée à la PAS 2050 et devrait s'aligner étroitement sur la nouvelle norme ISO 14067 lorsqu'elle sera opérationnelle. Mais contrairement à la PAS 2050, elle exclut actuellement les émissions relatives au changement d'affectation des terres. Cette importante différence est due au manque d'informations dont dispose la Thaïlande. Pour résoudre ce problème, la recherche sur les facteurs d'émissions liés au changement d'affectation des terres propres aux pays en développement est en cours. Lorsqu'elle aura abouti, ces émissions seront intégrées dans la directive nationale (communication personnelle de P. Lohsonboom, juillet 2011). L'élaboration de PCR et la création d'une base de données publique d'inventaire du cycle de vie (ICV) contenant les facteurs d'émissions propres à un pays sont également en cours.



En Thaïlande, deux types d'étiquettes carbone sont mis en œuvre : la **Carbon Footprint Label (CFL)** et la **Carbon Reduction Label (CRL)**. La CFL respecte la directive nationale et vise le marché international. Elle concerne l'ensemble du cycle de vie d'un

¹⁷ Pour de plus amples informations sur la directive thaïlandaise, voir : <http://www.tgo.or.th/english>.

produit et fournit des chiffres précis concernant l'eCO₂. Il n'existe aucune règle quant à la valeur que la PCF doit atteindre sur une période donnée, mais les entreprises devraient faire tous les efforts possibles pour réduire leurs émissions en utilisant une étiquette produit imprimée. La CFL permet surtout de sensibiliser. Cette étiquette thaï est acceptée dans d'autres pays possédant leurs propres systèmes d'étiquetage, comme c'est notamment le cas du Japon (communication personnelle, P. Lohsonboom, juillet 2011). La seconde étiquette, la CRL, est uniquement utilisée sur le marché intérieur et ne couvre pas l'intégralité du cycle de vie, seulement la phase de production. Un Comité de promotion de l'étiquette carbone supervise la gestion des étiquettes carbone.

Au Japon

Le programme PCF public du **Japon**, élaboré par le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI), s'aligne étroitement sur les méthodes ACV¹⁸. La fiche technique a été rédigée en 2009. Un extrait en anglais des directives complètes, ainsi qu'une liste des PCR mises au point (y compris pour les légumes et les fruits, les bananes brutes, les champignons et le café instantané) sont disponibles sur le site Internet. Au total, plus de 250 produits ont été vérifiés en mars 2011. Les émissions liées au changement d'affectation des terres sont citées dans l'extrait en anglais, mais les directives de calcul détaillées ne sont pas proposées. Lorsque les résultats varient en fonction des régions ou des saisons, une valeur moyenne doit être imprimée sur l'étiquette. Une base de données ACV publique regroupant les facteurs d'émission est en cours de création. Le Carbon Footprint Japan Forum, mené par le secteur privé, est une plateforme destinée aux acteurs de l'industrie, aux gouvernements et aux universités, qui permet de promouvoir l'échange et la collaboration, les hypothèses de carbone faible et l'application pratique de la PCF.



Les résultats des calculs peuvent être portés à la connaissance des consommateurs grâce aux étiquettes carbone qui affichent des chiffres d'eCO₂ précis. En outre, elle peut également fournir des informations complémentaires, afin de conseiller les consommateurs et d'augmenter la motivation des entreprises à réduire leurs émissions. Par exemple, les émissions peuvent être décomposées en processus ou étapes du cycle de vie, des conseils sur la consommation de produits émettant le moins de carbone peuvent être prodigués aux consommateurs ou les émissions liées au cycle de vie du produit étiqueté peuvent être comparées à celles d'un produit classique ou une moyenne de l'industrie.

En République de Corée



Une base de données ACV publique, créée conformément à la norme ISO 14044 relative à l'évaluation du cycle de vie, vient étayer la mise en œuvre de la PCF en **République de Corée**¹⁹. Le programme d'étiquetage volontaire se décompose en deux étapes : le Carbon Footprint Certificate concerne le calcul des émissions de départ d'un produit. Il certifie que les réductions d'émissions de GES minimales définies par le gouvernement sont atteintes.

Au Taipei chinois



Les directives nationales du **Taipei chinois**, conjointement à un programme d'étiquetage faisant apparaître des chiffres précis, ont été élaborées par l'Environmental Protection Administration (EPA) et prennent en compte la PAS 2050 britannique, le projet de la norme ISO 14067 et les conditions nationales²⁰. Une fois les normes internationales finalisées, les méthodes PCF du Taipei chinois seront révisées afin de s'assurer que les pratiques de cette région s'alignent sur les pratiques internationales, tout en respectant les conditions nationales. Des PCR sont également en cours de développement. Des formations sur l'empreinte carbone et les procédures d'inspection sont proposées afin de

former le personnel à répondre aux demandes du marché futur. Une autre campagne menée par l'EPA vise à éduquer les consommateurs sur l'étiquetage carbone et à sensibiliser sur les possibilités de réduire les

¹⁸ Pour de plus amples informations sur le programme PCF japonais, voir : <http://www.cfp-japan.jp/english>.

¹⁹ Pour plus d'informations sur la base de données ACV de la République de Corée, consulter : http://www.edp.or.kr/index_eng.asp.%20http://www.edp.or.kr/lcidb/english/main/main.asp.

²⁰ Pour plus d'informations sur les directives PCF du Taipei chinois, consulter : <http://cfp.epa.gov.tw/carbon/defaultPage.aspx>.

GES. Le « Taiwan Product Carbon Footprint Network » a été mis sur pied sous forme de plateforme d'échange d'informations. Il est ouvert aux entreprises participantes et au public en général.

3.5. Initiatives privées

Le développement de méthodologies PCF a été en grande partie influencé par les entreprises et les détaillants. Comme expliqué ci-dessus, de nombreuses entreprises privées et certains détaillants ont été invités à travailler avec d'autres acteurs à l'élaboration de protocoles publics tels que la PAS 2050 au Royaume-Uni, mais d'autres ont également conçu leurs propres normes privées.

Voici des exemples de programmes intégrant des normes privées, appliqués par des chaînes de supermarché : **Casino**²¹ (France), **Leclerc**²² (France) et **Migros**²³ (Suisse). Les détails exacts du calcul de ces programmes privés ne sont pas toujours faciles d'accès et ne sont pas toujours du domaine public, bien que les résultats soient communiqués sur les étiquettes et sur les sites Internet. D'autres grands détaillants, tels que **Walmart**²⁴, **Asda**²⁵ et **Waitrose**²⁶ possèdent également des initiatives carbonées mais ils semblent davantage se concentrer sur la réduction des émissions de GES produites par l'entreprise et la chaîne d'approvisionnement que sur les PCF et les étiquettes carbone. Voici quelques exemples élaborés.



Casino a introduit son Indice Carbone Casino en 2008, en collaboration avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et Bio Intelligence Service. Les émissions de GES des produits de la marque Casino sont calculées jusqu'au magasin et exprimées pour 100 g de produit. Les fournisseurs de Casino sont équipés d'un outil logiciel gratuit leur permettant de calculer leurs émissions de GES. L'étiquette du produit indique la quantité de GES émis pour 100 g, en contexte, en l'affichant sur une échelle représentant l'impact sur le changement

climatique de ce produit en particulier par rapport à d'autres produits. Fin 2010, plus de 600 produits de la marque Casino portaient cette étiquette. Les informations relatives à ces produits sont disponibles sur le site Internet de Casino.



En Suisse, l'organisation à but non lucratif Climatop applique un programme utilisé par le supermarché Migros, entre autres. L'analyse porte sur l'ensemble du cycle de vie et se décline en plusieurs catégories d'impact sur l'environnement, notamment les émissions de GES, la toxicité, l'eutrophication et l'acidification. Le calcul respecte la GHG Protocol Product Standard concernant le calcul de la PCF, qui est élargi par les méthodes ISO 14040 pour les autres catégories d'impact. Les données principales sont collectées auprès du producteur et, si nécessaire, complétées par des données secondaires issues de la base de donnéesecoinvent. Les produits ayant un impact

climatique significativement inférieur à d'autres produits similaires sont inclus dans une analyse comparative et reçoivent l'étiquette « approved by climatop » (approuvé par climatop). Avant de décider de remettre l'étiquette indiquant qu'il s'agit d'un produit à faible teneur en carbone, d'autres aspects environnementaux et sociaux sont pris en compte. Jusqu'à présent, environ 10 % à 15 % seulement des produits analysés ont obtenu l'étiquette. Des fiches techniques détaillées de chaque produit étiqueté, ainsi que des directives et des critères d'exclusion relatifs aux impacts environnementaux et sociaux sont disponibles sur le site Internet de **climatop**²⁷. Le site Internet de **Migipedia**, dirigé par Migros, apporte des informations sur tous les produits analysés, qu'ils aient obtenu l'étiquette ou non²⁸. Les informations mises

²¹ Pour plus d'informations sur la norme de Casino, consulter : <http://www.groupe-casino.fr/en/The-Casino-Carbon-Index-a-green.html>.

²² Pour plus d'informations sur la norme de Leclerc, consulter : <http://www.conso globe.com/co2-leclerc-teste-etiquetage-co2-produits-2365-cg>.

²³ Pour plus d'informations sur la norme de Migros, consulter : <http://www.climatop.ch/index.php?l=d&p=home&l=e>.

²⁴ Pour plus d'informations sur l'initiative de Walmart, consulter : <http://walmartstores.com/pressroom/news/9668.aspx>.

²⁵ Pour plus d'informations sur l'initiative d'Asda, consulter : http://your.asda.com/assets/attachments/17733/original/Asda_2_0_Sustainability_Strategy_updated_.pdf.

²⁶ Pour plus d'informations sur l'initiative de Waitrose, consulter : http://www.waitrose.com/content/waitrose/en/home/inspiration/food_issues_and_policies/waitrose_way.html.

²⁷ Pour plus d'informations sur Climatop, consulter : <http://www.climatop.ch/index.php?l=e&p=producer&p2=tor>.

²⁸ Pour plus d'informations, consulter : <http://www.migipedia.ch/de/search/products/klima>.

à disposition incluent des chiffres précis d'eCO₂ (les incertitudes sont indiquées) placés sur une échelle allant de faible à élevé.



La **Fédération Internationale de Laiterie (FIL)** a mis au point une méthode de calcul de l'empreinte carbone commune pour le secteur des produits laitiers, y compris la production et la transformation du lait²⁹. Ce guide a pour objectif de fournir une méthode de calcul harmonisée de la PCF pour le lait et les produits laitiers, favorisant ainsi le calcul cohérent et comparable de la PCF pour le secteur des produits laitiers du monde entier. Il a été élaboré dans le cadre d'une approche collaborative et consultative, à laquelle ont participé des organisations et des acteurs de la chaîne de valeur du secteur des produits laitiers, des scientifiques et des organisations telles

que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et la Global Dairy Platform. La méthodologie définit des approches claires aux principaux problèmes pouvant être traités de différentes manières par différents analystes. Par exemple, l'unité fonctionnelle relative aux évaluations au départ de l'exploitation est définie comme 1 kg de lait dont la graisse et les protéines ont été corrigées, et la consigne d'affectation entre les coproduits consiste à utiliser l'allocation économique. En tant que tel, cette directive spécifique comporte des exigences plus précises pour le secteur des produits laitiers que la nouvelle norme du WRI/WBCSD, mais elle a été développée en étroite collaboration.

Le **Sustainability Consortium**, initiative menée par les entreprises et ouverte aux participants du monde entier, œuvre dans le sens de la prise de décision éclairée en termes de développement durable des produits tout au long de leur cycle de vie et pour les biens de consommation de tous les secteurs importants³⁰. L'objectif est d'offrir davantage de transparence et de rendre les informations sur les impacts environnemental et social de la consommation plus accessibles. Cela passera par la mise en œuvre d'une mesure de développement durable et des normes d'analyse qui définiront comment mesurer et communiquer le développement durable des produits. Administré par l'Université de l'État d'Arizona et l'Université d'Arkansas, le Sustainability Consortium est une organisation principalement basée sur l'adhésion d'entreprises, mais qui compte également des membres d'ONG et de gouvernements parmi ses membres.

4. Calcul de l'empreinte carbone des produits

Le calcul de l'empreinte carbone d'un produit est un processus en six étapes. Comme les ACV sont des processus itératifs, il peut parfois s'avérer nécessaire de reprendre les étapes d'analyse précédentes selon les résultats obtenus ou les problèmes rencontrés pendant leur déroulement.

Étape 1 : Fixer des objectifs et définir le produit

La première étape consiste à déterminer l'*objectif du calcul de PCF*. En général, l'objectif des analyses PCF est d'identifier les points critiques d'émissions et d'orienter les décisions vers les réductions possibles. Un autre objectif de l'analyse peut être de communiquer les résultats en externe, afin d'engager les consommateurs et les acteurs.

Dans ce cas, la vérification des résultats sera plus importante que pour le premier objectif. Cependant, l'utilisation constante de sources de données, les méthodes de calcul, les limites du système et les autres hypothèses seront importantes pour les deux applications. Si l'objectif final est de déterminer la PCF de plusieurs produits, la standardisation des méthodes de collecte et d'analyse des données permettra de gagner du temps et d'assurer la cohérence.

Une fois le produit dont l'empreinte carbone doit être calculée choisi, l'*unité fonctionnelle* de l'analyse doit être définie. L'unité fonctionnelle représente la manière dont le produit est consommé par l'utilisateur final ou la manière dont il est transféré d'une entreprise à l'autre dans le cadre d'une évaluation B2B. Par exemple, l'unité fonctionnelle d'une boisson peut être un canette de 250 ml, pour une ampoule, la

²⁹ Pour plus d'informations sur l'International Dairy Foundation, consulter : <http://www.idf-lca-guide.org/Public/en/LCA+Guide/LCA+Guidelines+overview>.

³⁰ Pour plus d'informations sur le Sustainability Consortium, consulter : <http://www.sustainabilityconsortium.org/>.

prévision de 1 000 heures d'éclairage ou, pour une pizza individuelle, les aliments complexes transformés. Toutes les émissions de GES sont calculées et exprimées par rapport à l'unité fonctionnelle, qui peut ensuite servir à des fins de communication ou de comparaison de produits.

Étape 2 : Identifier les limites du système et cartographier le système

Les *limites du système* définissent la portée des processus intégrés dans l'analyse. Il est important de définir clairement les limites du système qui posent problème et de connaître leurs différences potentielles lorsqu'il s'agit de comparer des produits similaires fabriqués sur des chaînes d'approvisionnement différentes.

Les méthodologies PCF telles que la PAS 2050 définissent clairement un ensemble de règles et de limites du système à respecter. Une raison à cela : l'intention d'exploiter ces méthodes à des fins de comparaison. La PAS 2050 définit deux niveaux d'évaluation : entreprise à entreprise (B2B) et entreprise à consommateurs (B2C).

Le B2B est une évaluation partielle des GES, appliquée jusqu'au point de transfert d'un produit vers une autre entreprise qui l'utilisera comme intrant dans ses activités. Le B2C porte sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement et du cycle de vie du produit.

La PAS 2050 détermine les processus et activités à inclure dans l'évaluation et ceux à exclure. Elle indique également comment gérer les sources d'émissions mineures contribuant *a priori* à moins de 1 % des émissions totales. Lorsqu'une PCR est disponible, elle doit être utilisée comme guide supplémentaire de gestion des problèmes spécifiques au produit à analyser ne pouvant pas être traités aussi précisément par la PAS 2050.

Il est important de noter que la PAS 2050 exclut les éléments suivants : apports en capitaux (par exemple des machines, équipements ou immeubles) ; apports énergétiques humains aux processus et/ou à la transformation (par exemple la récolte manuelle) ; transport de clients vers et depuis le magasin de détail ; transport des employés vers et depuis leur lieu de travail standard ; animaux offrant des services de transport (par exemple des animaux de la ferme utilisés dans l'agriculture) et émissions indirectes liées au changement d'affectation des terres.

De la même façon, la GHG Protocol Product Standard n'exige pas d'inclure les processus non imputables, à savoir ceux qui ne sont pas directement liés au cycle de vie du produit à l'étude. Exemples de processus non imputables : biens d'équipement, opérations supplémentaires, activités d'entreprise, transport d'employés et transport des clients vers le point de vente. Le dernier élément est exclu car la phase d'utilisation se définit comme le moment où le client prend possession du produit. Le transport du client du point de vente à son domicile est toutefois inclus. Si une entreprise décide d'inclure l'un de ces processus dans les limites du système, estimant qu'il sera important, elle doit l'indiquer dans le rapport d'inventaire obligatoire.

La PAS 2050 et la GHG Protocol Product Standard excluent également explicitement les compensations et les émissions évitées lorsque le produit à l'étude déplace d'autres produits présentant des émissions de GES plus importantes sur le marché. En effet, les compensations en fixation de carbone sont considérées comme des activités survenant en dehors du cycle de vie du produit et sont donc exclues des limites du système analysé. La PCF sert à mesurer les émissions et les réductions d'émissions absolues qui surviennent *dans le cadre* des limites du système analysé. Cependant, si les compensations achetées ne peuvent pas être soustraites de la PCF réelle, elles peuvent tout de même être achetées et signalées séparément, en fonction des résultats de l'analyse PCF.

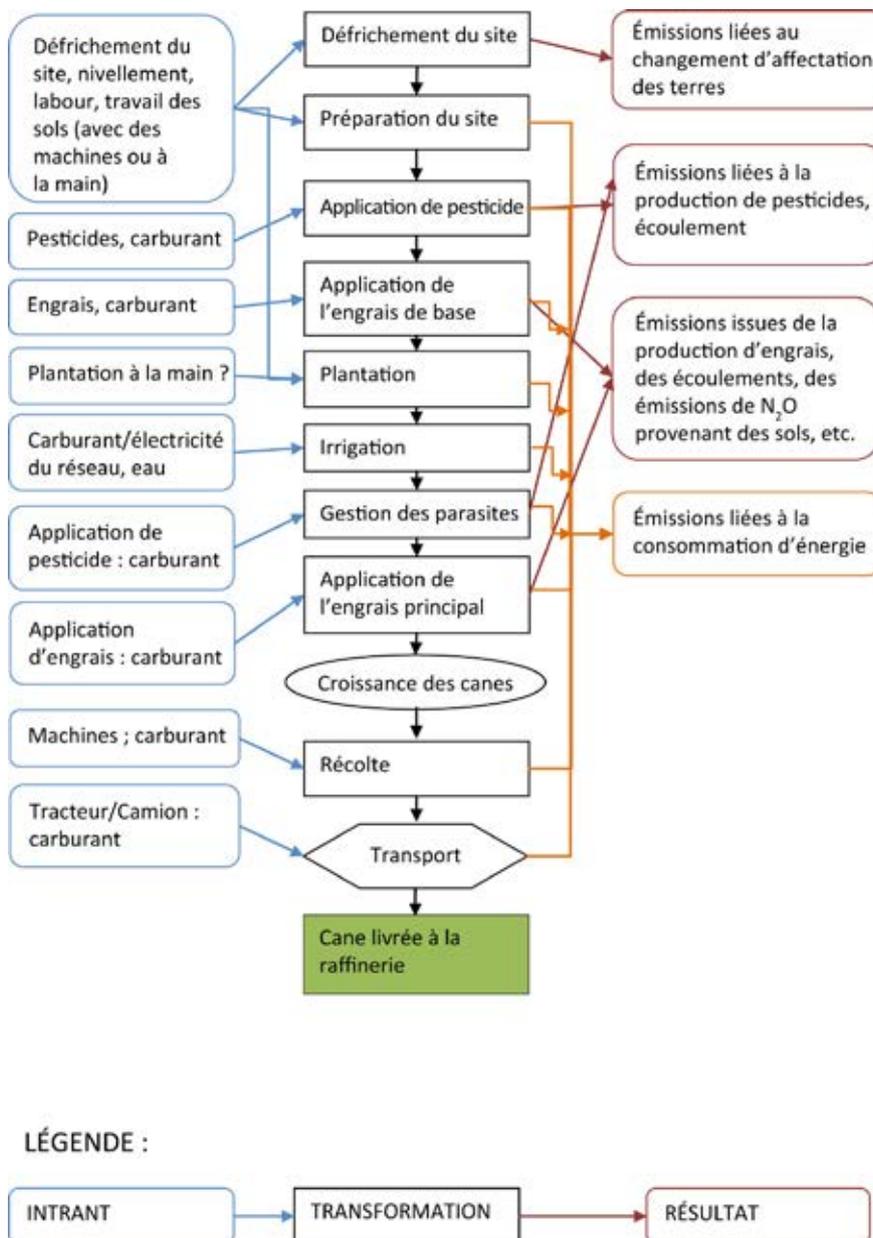
Comme expliqué à la section 3, les diverses méthodologies PCF qui émergent partout dans le monde comportent des méthodologies et des critères d'inclusion et d'exclusion de variables différents. Par exemple, la PAS 2050 inclut les émissions de GES produites par le changement direct d'affectation des terres, alors que la méthodologie mise au point par la Thaïlande ne le permet pas pour l'instant. Il n'est donc pas toujours possible de comparer directement les PCF et les limites exactes du système appliquées à une étude donnée doivent être communiquées clairement.

La création d'un organigramme ou d'un diagramme de processus représentant la chaîne d'approvisionnement peut permettre d'identifier toutes les activités, matériaux et processus à prendre en

compte à chaque stade de la chaîne d'approvisionnement, et donc éclairer la collecte de données. Cette méthode permet également de bien comprendre le système de production. Concernant l'étape de culture d'un système agricole, il s'agirait d'inclure une liste des divers intrants, tels que les engrais, les produits agrochimiques et la consommation d'énergie, des processus applicables, notamment les émissions des sols et des animaux, ainsi que des consommables, par exemple les matériaux d'emballage ou les plastiques utilisés pour le paillage. La figure 2 ci-dessous illustre un exemple d'organigramme appliqué à la culture de la canne à sucre. L'organigramme est proposé à titre d'illustration uniquement et fait apparaître les entrées, sorties et activités importantes, ainsi que des exigences de collecte de données connexes à prendre en compte pour calculer la PCF jusqu'au départ de l'exploitation. Le tableau 1 ci-dessous illustre les différentes phases du processus de production, y compris un exemple simplifié de trois catégories de facteurs à prendre en compte dans la mesure de la PCF le long de la chaîne d'approvisionnement d'un produit agricole. Ces facteurs sont les suivants :

- Intrants au processus ;
- Résultats du processus ;
- Émissions de GES liées à l'écosystème de l'exploitation (par ex. sols et animaux).

Figure 2. Exemple d'organigramme appliqué à la production de canne à sucre : année de culture et de plantation



Source : Edwards-Jones G, Plassmann K, Norton A, Attarzadeh N, 2009c.

Tableau 1. Facteurs à prendre en compte lors du calcul de l’empreinte carbone d'un produit

Partie de la chaîne d’approvisionnement	Classe de facteur à prendre en compte		
	Intrants	Résultats	Processus de l’écosystème
<p>Sur l’exploitation</p> 	<p>Type et quantité d’engrais et de pesticide, consommation d’électricité, consommation de carburant, type et quantité de différents plastiques utilisés, type et quantité de moyens de culture, type et quantité de nourriture pour les animaux.</p> <p>Quantité de fumier produit et mode de gestion du fumier.</p>	<p>Rendement de l’unité fonctionnelle.</p> <p>Destinée des résidus de culture.</p> <p>Élimination des déchets de plastique et autres matières non organiques (par ex. décharge, recyclage, réutilisation).</p> <p>Élimination des déchets de résidus d’usine et d’autres matières organiques (par ex. compost).</p> <p>Énergie renouvelable.</p>	<p>Émissions liées au changement d’affectation des terres, le cas échéant.</p> <p>Émissions d’oxyde d’azote issues des sols organiques.</p> <p>Émissions d’oxyde d’azote à partir des intrants en N (engrais minéraux et biologiques, résidus de cultures, intrants en N par les légumes).</p> <p>Méthane produit par les animaux.</p> <p>Émissions générées par l’utilisation d’engrais à base de chaux.</p>
<p>Transformation et conditionnement</p> 	<p>Consommation d’énergie par unité fonctionnelle, quantité et type de plastiques, papiers et autres matériaux, quantité et types de pesticides/désinfectants, quantité et type de réfrigérants en stock.</p> <p>Transport de marchandises de l’exploitation vers le site de transformation.</p>	<p>Rendement de l’unité fonctionnelle quittant le dépôt.</p> <p>Destinée des déchets non organiques.</p> <p>Destinée des déchets organiques.</p>	<p>s.o.</p>
<p>Commerce de détail</p> 	<p>Consommation d’énergie par unité fonctionnelle.</p> <p>Types et quantités de plastiques, papiers et autres objets divers.</p> <p>Types et quantités de réfrigérants.</p> <p>Transport vers le commerce de détail.</p>	<p>Rendement de l’unité fonctionnelle quittant le dépôt.</p> <p>Destinée des déchets non organiques.</p> <p>Destinée des déchets organiques.</p>	<p>s.o.</p>
<p>Au domicile</p> 	<p>Consommation d’énergie par unité fonctionnelle (par ex. stockage et cuisine).</p> <p>Transport jusqu’au domicile.</p>	<p>Destinée des déchets non organiques.</p> <p>Destinée des déchets organiques.</p>	<p>s.o.</p>

Étape 3 : Collecter les données

L’étape suivante consiste à collecter les *données de l’activité* concernant le type et la quantité de tous les intrants, y compris les matériaux, l’énergie et les processus applicables (par ex. la quantité de carburant, d’électricité, d’engrais, d’eau et de plastiques utilisés sur l’exploitation).

Il existe deux sources possibles de données d'activité et de facteurs d'émission : principale et secondaire.

Les données principales sont propres à la chaîne d'approvisionnement ou au produit analysé, alors que les données secondaires ne sont pas spécifiques au produit et représentent des moyennes industrielles prises à titre d'exemple ou des mesures générales de processus ou matériaux similaires.

Il est préférable d'utiliser les *données principales* pour calculer la PCF car elles permettent de mieux comprendre chaque système et donc d'identifier les points critiques d'émissions et les gains d'efficacité possibles sur le système à l'étude.

Les données d'activité principales sont généralement obligatoires pour toutes les activités appartenant, gérées ou contrôlées par la société calculant la PCF ; il est donc important de s'assurer que les données principales utilisées sont représentatives dans le temps et l'espace. La méthodologie PAS 2050 n'exige pas de données principales concernant les émissions générées le long de la chaîne d'approvisionnement, à savoir pendant la phase d'utilisation par le consommateur ou l'élimination.

Les *données secondaires* sont utilisées lorsque les données principales ne sont pas disponibles, sont peu pratiques ou de mauvaise qualité. Par exemple, les émissions de méthane provenant des ruminants ou de l'oxyde d'azote des sols agricoles ne peuvent pas être mesurées pour chaque exploitation. Dans ce cas, la PAS 2050 n'exige pas d'utiliser les données principales et les facteurs d'émission de certaines sources telles que le GIEC (2006), peuvent être utilisés à la place. Cette méthode assure la cohérence et permet davantage de comparabilité.

Étape 4 : Calculer les GES

La quatrième étape consiste à calculer les GES émis par les intrants et les produits, ainsi que par les processus de l'écosystème.

Pour ce faire, la quantité d'un intrant utilisé (par ex. de l'engrais à base de nitrate d'ammonium) est multipliée par son facteur d'émission.

Les *facteurs d'émission* (FE) sont des chiffres qui indiquent la quantité de GES émis au cours de la fabrication et/ou l'utilisation de produits, mais aussi pendant certains processus de l'écosystème. Ils sont généralement exprimés en termes de kg d'eCO₂ (équivalent carbone) et sont disponibles dans le commerce ou dans des bases de données ACV publiques (par ex. ecoinvent ou les bases de données nationales), dans des sources publiques telles que les directives GIEC (2006), les publications gouvernementales, les rapports industriels, les études PCF publiées et la littérature revue par des pairs. Les FE peuvent reposer sur l'ensemble du cycle de vie ou sur des processus spécifiques seulement.

En associant les données relatives à la quantité utilisée d'un produit dans la chaîne d'approvisionnement (par ex. un engrais à base de nitrate d'ammonium) avec les facteurs d'émission relatifs à la production et l'utilisation de cet engrais, il est possible de calculer la quantité totale de GES émis en raison de son utilisation.

En recommençant ce processus pour tous les intrants et processus, il est possible d'estimer la quantité de GES émise sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. Ce processus est illustré par l'équation suivante, qui permet de quantifier les émissions de GES liées à la production d'intrants utilisés à l'échelle de l'exploitation.

$$\text{Émissions de GES (kg d'eCO}_2\text{/ha*année)} = \text{données d'activité} * \text{facteur d'émission}$$

Exemples de données d'activité et de facteurs d'émission correspondants :

Exemples de données d'activité :

Litres de diesel ou kWh d'électricité consommés par hectare et par an

Kg d'engrais à base d'azote minéral appliqué par hectare et par an

Kg d'engrais à base de potassium appliqué par hectare et par an

Kg de plastique utilisés par hectare et par an

Exemples de facteurs d'émission :

Kg d'eCO₂/litre de diesel ou kg d'eCO₂/kWh

Kg d'eCO₂ libérés pour la production d'1 kg d'engrais à base d'azote minéral

Kg d'eCO₂ libérés pour la production d'1 kg d'engrais à base de potassium

Kg d'eCO₂ libérés pour la production d'1 kg de plastique

Les émissions générées par les sols et les animaux sont généralement calculées à l'aide des équations et des facteurs par défaut des publications **GIEC**³¹. Ces valeurs par défaut représentent souvent des moyennes nationales ou de larges zones géographiques. Lorsque tous les intrants et processus ont été calculés, ils peuvent être ajoutés pour produire les émissions totales au départ de l'exploitation ; l'étape suivante sur la chaîne d'approvisionnement peut alors être ajoutée.

Lorsque des FE sont utilisés, veiller à choisir le mieux adapté au processus à analyser, par ex., les limites du système utilisées lorsque le FE qui a été calculé doit être compatible avec l'analyse à portée de main. Par exemple, un FE issu d'une base de données peut contenir des émissions liées à la production d'apports en capitaux, alors qu'elles sont exclues de nombreuses technologies PCF.

Il est également important de prêter attention au potentiel de réchauffement global (PRG) utilisé pour convertir les GES autres que le CO₂ en unités eCO₂ lors du calcul du FE car ces PRG ont changé au fil des années, à mesure que notre compréhension scientifique s'est améliorée. Les plupart des méthodologies PCF s'appuient sur les dernières publications IPPC et les derniers PRG. L'GIEC définit les PRG pour plusieurs périodes (20, 100 et 500 ans), mais dans la pratique, elle utilise un horizon à 100 ans.

Un autre problème important concerne l'allocation des émissions de GES entre les coproduits. Les processus ont généralement plusieurs résultats économiques, à savoir deux coproduits ou plus, en plus du produit principal analysé. Par exemple, le résultat principal d'une exploitation laitière est le lait, mais la viande, le cuir et les veaux mâles sont des coproduits ; l'industrie de la canne à sucre peut produire du sucre et des mélasses et exporter le surplus d'électricité issu de la transformation de la canne à sucre vers le réseau national.

Dans ces cas, les émissions de GES de l'ensemble du processus doivent être réparties entre ces coproduits. Cette opération est généralement effectuée à l'aide d'une allocation économique, où les émissions de GES sont affectées proportionnellement à la valeur économique de chaque coproduit ou à l'aide d'une allocation physique, où la relation physique peut être établie entre les coproduits, par ex. selon la masse ou le volume des coproduits.

Si les coproduits n'ont aucune valeur économique ou sont éliminés, ils sont considérés comme des déchets et aucune émission de GES ne leur est allouée. Le choix de la méthode d'allocation peut avoir des conséquences importantes sur les résultats finaux ; les hypothèses d'affectation doivent donc être documentées.

Étape 5 : Mettre à l'échelle d'une unité fonctionnelle

Une fois les GES calculés, les résultats doivent être mis à l'échelle d'une unité fonctionnelle. Bien que les émissions de GES liées à la fabrication d'intrants (par ex. engrais) et aux processus sur l'exploitation (par exemple les émissions d'oxyde d'azote par les sols) soient généralement calculées sur la base de l'hectare, l'échelonnement nécessite d'exprimer les émissions par unité de production, à savoir par kg de

³¹ Les publications du GIEC sont disponibles sur : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.

rendement par hectare. L'équation suivante illustre la manière de calculer la PCF au départ de l'exploitation, mise à l'échelle d'une unité fonctionnelle :

$$\text{Émissions de GES (kg eCO}_2\text{/kg de produit)} = \frac{\text{Émissions de GES (kg d'eCO}_2\text{/ha*an)}}{\text{rendement (kg de produit/ha*an)}}$$

Lorsque le produit quitte l'exploitation, d'autres unités peuvent être plus pertinentes (par exemple une palette de produit) tant que la relation entre l'unité utilisée et l'unité fonctionnelle choisie pour le résultat finale est bien comprise.

Pour une PCF complète à l'attention des consommateurs, l'unité fonctionnelle finale est généralement la taille de conditionnement du produit tel qu'il est vendu en supermarché.

Étape 6 : Analyse et assurance

Il s'agit de l'étape finale. Certaines méthodologies exigent une analyse et une assurance publiques des résultats de PCF. L'analyse publique des résultats ainsi que les informations sur les processus intégrées dans l'analyse, les règles d'allocation, la collecte des données et leur qualité, l'incertitude et d'autres choix importants réalisés au cours des calculs sont exigés afin de garantir la conformité à la GHG Protocol Product Standard. Une clause de non-responsabilité expliquant les limites des analyses PCF et déclarant que les résultats ne prennent pas en charge les comparaisons de produits doit être incluse. Cette clause a pour objet d'éviter les applications qui ne sont pas prises en charge par la norme et de s'assurer que les lecteurs comprennent la portée et l'objectif prévu de l'étude.

L'assurance d'exhaustivité, d'exactitude, de cohérence, de transparence, de pertinence et d'absence de déclaration erronée sur le matériau appliquée aux résultats et au rapport public peut être menée par des personnes appartenant à la société d'analyse (l'intéressée) ou par un organisme indépendant (tiers).

D'autres normes telles que la PAS 2050 n'exigent pas toujours de diffusion externe ou de communication publique de l'évaluation. Cependant, pour se déclarer conforme à la PAS 2050 lors de la communication des résultats en externe, le type d'évaluation ou d'assurance conformité mené doit être indiqué (certification par un tiers, vérification par autrui ou vérification personnelle). Carbon Trust (2008, 2011) propose davantage de consignes sur la communication des PCF et les déclarations de réduction.

5. Études de cas

5.1. Étude de cas – Tchibo Privat Kaffee Rarity Machare³²

Afin d'illustrer les étapes à suivre pour calculer une PCF, cette section propose des exemples de calcul de PCF pour le café. L'étude a été menée par Tchibo GmbH, en collaboration avec l'Öko-Institut (Institut d'écologie appliquée) dans le cadre du Product Carbon Footprint Pilot Project Germany. L'exemple retrace chacune des cinq étapes de calcul de la PCF présentées ci-dessus.

Étape 1 Fixer des objectifs et définir le produit

Voici les objectifs du PCF Pilot Project :

- Obtenir des informations sur l'efficacité climatique d'une chaîne d'approvisionnement sélectionnée ;
- Identifier les points critiques d'émissions de GES ;
- Identifier les potentiels de réduction ;

³² PCF Pilot Project Germany – Étude de cas Tchibo. Disponible sur : http://www.pcf-projekt.de/files/1232962944/pcf_tchibo_coffee.pdf.

- Développer un savoir-faire pratique sur la PCF ;
- Favoriser l'harmonisation internationale des méthodologies ;
- Identifier les prospects d'une communication satisfaisant toutes les exigences.

Le produit sélectionné pour l'étude était un type de café rare³³, le « Tchibo Privat Kaffee Rarity Machare ». Ce café est un Arabica qui provient du nord de la République-Unie de Tanzanie. Les données relatives à la culture ont été collectées auprès de deux exploitations où les fèves de café sont récoltées : Machare (qui possède 25 parcelles) et Uru (qui possède 22 parcelles). La première transformation a eu lieu dans l'usine de l'exploitation et dans le moulin local, après quoi le produit a été expédié de la République-Unie de Tanzanie vers l'Allemagne, où il a subi une nouvelle transformation avant d'être distribué, consommé et finalement éliminé.

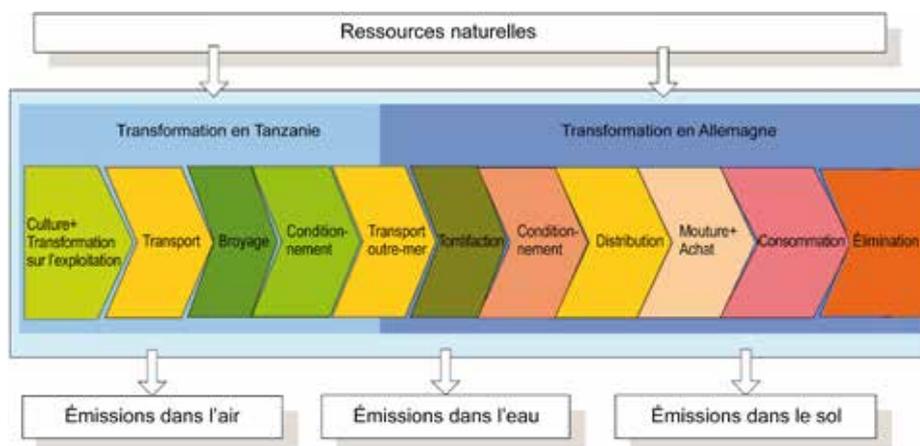
Étape 2 Identifier les limites du système

La chaîne de valeur de la production du café a été divisée en sept étapes environ, à savoir la culture et la première transformation en République-Unie de Tanzanie, le transport outre-mer du produit intermédiaire, la nouvelle transformation en Allemagne, la distribution des grossistes en faveur des détaillants, l'achat, la consommation et l'élimination. Un aperçu de la définition des limites du système est illustré ci-dessous (figure 3).

Conformément à la méthodologie PAS 2050, certains éléments ont été exclus de l'analyse, notamment : apports énergétiques humains et impacts environnementaux potentiels associés à la production de biens d'équipements et d'installations. De plus, leur impact étant faiblement perçu, l'intrant de micro-organismes et le processus de production de sacs en sisal utilisés par les exploitants ont également été exclus. Enfin, en raison du manque de données et conformément à la PAS 2050, le stockage du carbone par des arbres d'ombrage pendant la culture des arbustes de café et la production de fumier n'a pas été inclus dans l'analyse.

Il est également important de prendre acte d'un autre élément : dans la PAS 2050, le transport des clients vers et depuis le point de vente est exclu de l'évaluation de la PCF. Cependant, le point de vente a été considéré comme important dans cette étude de cas et a été ajouté à l'analyse.

Figure 3. Exemple de limites du système pour le calcul de la PCF du café



Source : PCF Pilot Project Germany – Étude de cas Tchibo.

³³ Le café Rarity provient d'une seule source ; il n'en existe qu'une seule espèce, contrairement au café mixte, qui provient de diverses sources et espèces.

Étape 3 Collecter les données

Des données principales et secondaires ont été collectées pour le calcul. La durée prise en compte s'étendait sur les années de production de café 2007-2008, les processus principaux effectués au cours du cycle de vie du café analysé se déroulant en République-Unie de Tanzanie et en Allemagne.

En général, les données relatives à des processus centraux spécifiques (logistique, torréfaction, conditionnement) font toutes appel à une technologie de pointe, dans le pays correspondant ou en Europe. Les données relatives à la culture, au contraire, forment un standard très élevé concernant l'utilisation de pesticides et la méthode de culture en général (par ex. système de polyculture ombragée). C'est pourquoi le Machare Estate n'est pas représentatif des plantations de café en général ou en Afrique plus précisément ; il est certifié conforme aux normes de Rainforest Alliance.

Étapes 4 et 5 Calculer les GES et les mettre à l'échelle de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle de cette étude a été définie comme une tasse de Tchibo Privat Kaffee Rarity Machare moulu, soit 7 g de café en poudre avec 0,125 litre d'eau consommée.

Les résultats globaux de l'étude de cas indiquent qu'une tasse de Rarity Coffee atteint une PCF de 59,12 g d'eCO₂. Le tableau 2 décompose la PCF en phases individuelles du cycle de vie.

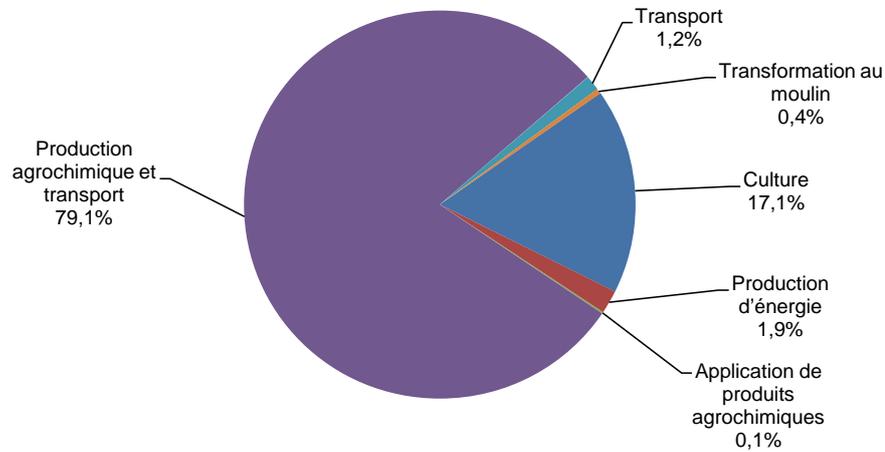
Tableau 2. Aperçu des résultats, g d'eCO₂ par tasse de Rarity Coffee

Phase du cycle de vie	Meilleure estimation g d'eCO ₂	PCF globale en pourcentage
Extraction des matières premières (y compris la culture et la transformation primaire)	32,99	55,8 %
Production	2,78	4,7 %
Transport outre-mer	1,15	1,9 %
Distribution	1,25	2,1 %
Achat	1,90	3,2 %
Usage du produit	17,90	30,3 %
Élimination	1,15	1,9 %

Source : PCF Pilot Project Germany – Étude de cas Tchibo.

Les résultats indiquent que l'extraction de matières premières, y compris la culture et la transformation primaire en République-Unie de Tanzanie, représente le point critique des émissions, soit 55,8 % de la PCF totale. En particulier, 96,3 % des émissions eCO₂ générées à cette étape proviennent de la production et de l'utilisation de produits agrochimiques (par ex. engrais et produits phytosanitaires) et de la culture sur l'exploitation (figure 4).

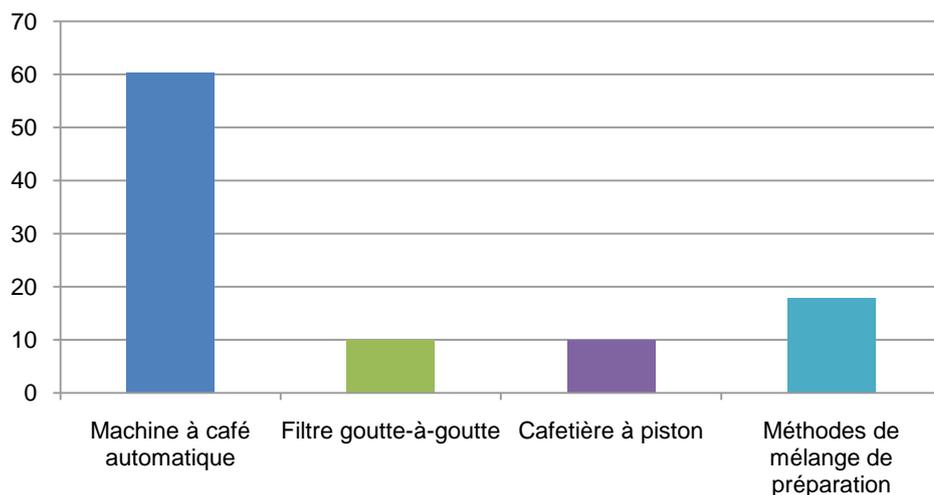
Figure 4. Répartition des émissions sur l'exploitation



Source : PCF Pilot Project Germany – Étude de cas Tchibo.

Le deuxième point critique d'émissions est la consommation de produits, à savoir la préparation de café par le consommateur. Le plus gros volume d'émissions du produit consommé est lié à sa préparation par une machine automatique (voir figure 5).

Figure 5. Émissions associées à la phase de consommation (g d'eCO₂ par coupe de café)



Source : PCF Pilot Project Germany – Étude de cas Tchibo.

5.2. Étude de cas – Calculatrice Cool Farm Tool GHG

Plusieurs méthodologies permettent de calculer l'empreinte carbone, mais toutes définissent les limites du système d'un produit et identifient toutes les activités, matériaux et processus à prendre en compte à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement.

Ces méthodologies ont pour objet de fournir une orientation sur les émissions à inclure, mais elles ne visent pas à indiquer comment calculer précisément ces émissions, ni comment comparer des stratégies de réduction des principales sources d'émissions.

Pour aider les exploitants agricoles, les responsables de chaînes d'approvisionnement et les sociétés à calculer et gérer leurs émissions de GES liées à l'agriculture, divers outils et calculatrices ont été mis au point. Par exemple, des chercheurs de l'Université d'Aberdeen, en partenariat avec Unilever et le Sustainable Food Lab, ont mis au point le Cool Farm Tool, une calculatrice des gaz à effet de serre à l'échelle de l'exploitation³⁴. Cependant, ces outils étant axés sur les émissions de GES au niveau de l'exploitation seulement, ils ne permettent pas de calculer l'empreinte carbone d'un produit entier.

L'outil a été publié en avril 2010. Il permet à l'utilisateur d'estimer au mieux les émissions de GES associées à la production de près de 20 cultures agricoles différentes, en se basant sur les données dont un exploitant lambda dispose généralement. Cet outil en open source est mis à disposition gratuitement, sous une licence de création commune.

Il n'est pas associé à une norme en particulier mais complète et soutient plusieurs méthodologies PCF. L'utilisateur peut déterminer quelles données inclure dans le calcul de la PCF en fonction de la méthodologie qu'il utilise et des limites du système définies par la norme. La dernière version de l'outil (v1.1), à paraître en 2012, offrira à l'utilisateur la possibilité de calculer explicitement sa PCF conformément à la PAS 2050.

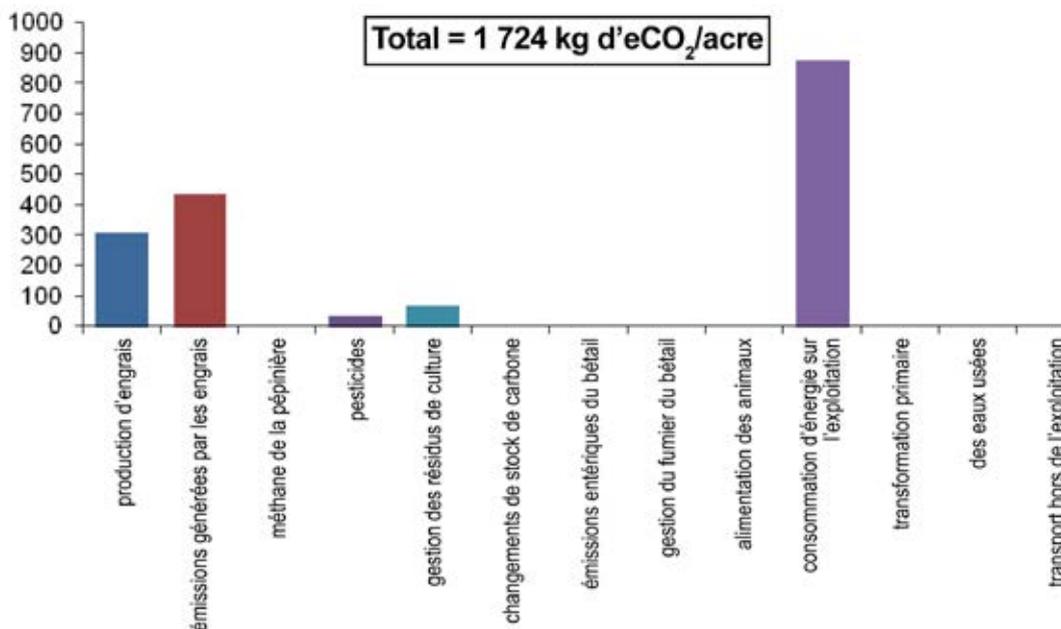
La calculatrice comporte sept zones de saisie, chacune d'elles étant représentée par une feuille Excel distincte portant sur les points suivants :

- **Informations générales** (emplacement, année, produit, zone de production, climat) ;
- **Gestion des cultures** (opérations agricoles, protection des cultures, consommation d'engrais, gestion des résidus) ;
- **Séquestration** (utilisation et gestion des terres, biomasse au-dessus du sol) ;
- **Animaux** (choix alimentaires, fermentation entérique, excrétion de N, gestion du fumier) ;
- **Consommation d'énergie sur le terrain** (irrigation, machines agricoles, etc.) ;
- **Transformation primaire** (usine, stockage, etc.) ;
- **Transport** (route, voie de chemin de fer, air, mer).

Les résultats sont renvoyés à l'utilisateur sous forme de résumé général des émissions générées par tous les composants et sous forme de répartition plus détaillée de chaque zone spécifique. La figure 6 ci-dessous offre un exemple de calcul des émissions sur une exploitation (kg d'eCO₂/acre) associées à la production de tomates.

³⁴ Le Cool Farm Tool est disponible sur : <http://www.unilever.com/aboutus/supplier/sustainablesourcing/tools/?WT.LHNAV=Tools>.

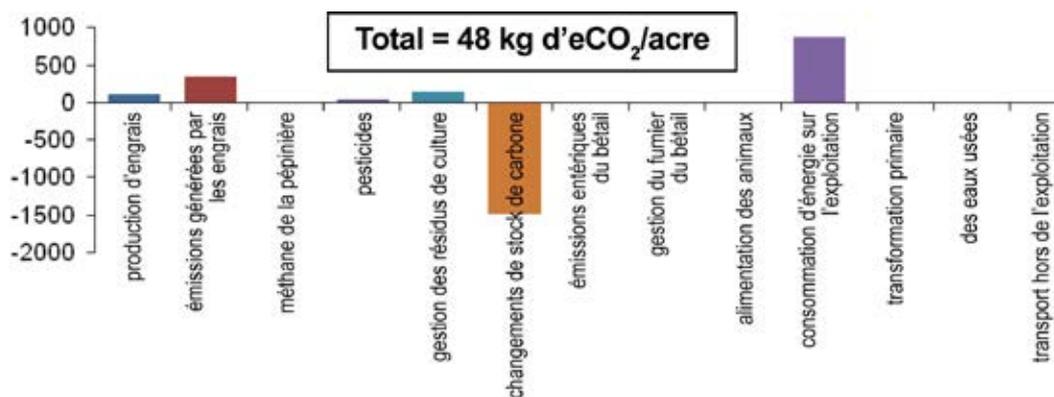
Figure 6. Exemple d'émissions sur l'exploitation associées à la production de tomates



Source : Sustainable Food Lab, projet Cool Farming Options.

Le Cool Farm Tool permet non seulement aux exploitants agricoles, responsables de chaînes d'approvisionnement et sociétés de quantifier leur empreinte carbone agricole, mais il les aide aussi à trouver les moyens pratiques de les réduire en identifiant des possibilités prometteuses d'atténuation sur leur exploitation. Les résultats fournis par l'outil sont des chiffres rationalisés d'émissions de GES basés sur les pratiques de gestion propres à l'exploitation. La figure 7 ci-dessous illustre les kg d'eCO₂/acre de la même exploitation que celle de la figure 6, avec des pratiques de gestion différentes (réduction du labour, cultures couvertes et compost zéro émission).

Figure 7. Exemple d'émissions sur l'exploitation associées à la production de tomates en employant des pratiques de gestion différentes



Source : Sustainable Food Lab, projet Cool Farming Options.

L'utilisateur peut ainsi explorer les options de réduction des GES les plus appropriées à sa disposition, avec les leviers de gestion dont il dispose. Cet outil permet d'imaginer des scénarios « Que se passerait-il si... » qui teste l'impact avec d'autres méthodes de réduction. À cet égard, l'outil permet également à l'utilisateur de prendre en compte les compromis possibles. Une diminution de la consommation d'engrais

diminue par exemple les émissions par unité de zone de terre, mais entraîne une chute du rendement. Pour consulter l'explication détaillée des opportunités de réduction, se reporter à la section 8 de ce guide.

6. Problèmes de données et incertitude

La PCF est une évaluation quantitative des émissions de GES. Des choix et hypothèses doivent donc être formulés au cours de l'analyse des résultats d'impact. Il est donc difficile de comparer la PCF de plusieurs produits, même lorsque les mêmes consignes de calcul sont appliquées.

Les incertitudes relatives à notre compréhension des systèmes agricoles (Sonesson *et al.* 2010) et leur importante variabilité ont mené certains auteurs à remettre en question la valeur de la communication de simples chiffres d'eCO₂ pour les produits biologiques, sans mentionner l'incertitude associée (Milà i Canals *et al.* 2011). Voici les principaux problèmes liés aux choix des données, aux hypothèses et aux incertitudes.

Choix des données et facteurs d'émissions

De nombreuses méthodologies PCF comportent des consignes sur la *qualité des données* de l'activité pour évaluer l'adéquation entre les données utilisées et le processus donné dans l'inventaire des produits. Les méthodologies donnent la priorité aux données représentatives en termes de temps, de technologie et de géographie. Par exemple, des données spécifiques à l'emplacement géographique et une technologie propre au produit analysé sont privilégiées par rapport aux données issues d'autres régions ou technologies. Il est donc important d'utiliser des données d'intrants représentatifs pour calculer la PCF. Pour les systèmes agricoles, il pourrait par exemple s'agir d'une moyenne des intrants et des rendements des cinq dernières années. Cela réduit l'impact des conditions climatiques inhabituelles, par ex. les années particulièrement sèches ou humides, les problèmes de parasites et de maladies ou l'utilisation de certains intrants pendant quelques années.

La qualité de la mesure des données doit également être évaluée, y compris en termes d'exhaustivité, de collecte, de cohérence, de précision et de représentativité de l'échantillon.

Le *choix des facteurs d'émissions* utilisés pour convertir les intrants et processus en eCO₂ peut avoir un impact sur le résultat de la PCF. Les facteurs d'émissions regroupés dans différentes bases de données et autres sources de données secondaires peuvent différer les uns des autres. Plusieurs raisons à cela : les limites du système définies pour un facteur d'émissions en particulier, à savoir les processus intégrés dans le calcul ; le pays dans lequel un facteur d'émission a été mis au point ; la technologie employée dans les processus industriels ; le PRG utilisé pour les GES autres que le CO₂, etc.³⁵.

Étant donné les conséquences financières potentielles, le choix des facteurs d'émissions peut revêtir une importance particulière pour les PME et les micro-entreprises. Tout analyste doit toujours tenter de comprendre les hypothèses sous-jacentes aux facteurs d'émissions qu'il utilise et s'efforcer de choisir le plus adapté à son analyse. Il est également important de bien justifier les sources de données utilisées afin d'améliorer la transparence.

Hypothèses

Au cours d'une analyse de PCF, l'analyste doit souvent poser des hypothèses, notamment en raison des lacunes statistiques ou d'un manque de facteurs d'émissions ou pour modéliser la phase d'utilisation par le consommateur. Contrairement aux programmes de notation énergétique, qui sont appliqués aux biens de consommation électriques où la consommation d'énergie pendant la durée de vie de l'appareil est estimée, la PCF peut poser des hypothèses et établir des estimations pour davantage d'étapes du cycle de vie que la seule phase d'utilisation par le consommateur, ce qui augmente potentiellement l'incertitude générale introduite par les hypothèses.

³⁵ Même si de nombreuses méthodologies PCF citent clairement les dernières publications GIEC à suivre, y compris les dernières estimations du PRG des GES autres que le CO₂, il peut s'avérer difficile pour les analystes d'utiliser une base de données disponible dans le commerce en particulier ou une source publique pour adapter le PRG sous-jacent à tout facteur d'émission.

La phase d'utilisation par le consommateur est particulièrement difficile à concevoir. Cependant, selon le produit, la phase d'utilisation peut avoir un impact considérable sur le résultat global (voir l'étude de cas sur le café à la section 5.1). Il est important de noter que le déplacement du consommateur pour faire ses courses en voiture est exclu dans certaines méthodes PCF (par ex. la PAS 2050) et qu'il n'est que partiellement inclus dans d'autres (par ex. GHG Protocol Product Standard, où seul le trajet de retour du magasin est inclus).

Certains produits sont vendus sur le marché mondial sous forme de produits mixtes ou sans documentation complète sur leur origine et ne peuvent pas être retracés en amont dans la chaîne d'approvisionnement. Des hypothèses devront donc être posées sur les émissions en amont générées par l'acheteur de ce produit mixte. Les émissions réelles risquent donc d'être surestimées ou chaque exploitant ne sera peut-être pas reconnu pour toutes les mesures de réduction qu'il peut appliquer. Il est donc important d'améliorer la documentation et la traçabilité des produits le long des chaînes d'approvisionnement.

Incertitude concernant les émissions liées à la production agricole

Les incertitudes liées aux facteurs d'émission relatifs aux processus agricoles peuvent être considérables. Par exemple, les émissions directes d'oxyde d'azote produites par les sols après application d'engrais à base d'azote (N) sont généralement calculées avec un facteur par défaut de 1 % d'après l'GIEC (2006). 1 % de l'intrant à base de N se perd donc dans l'atmosphère sous forme de N₂O-N. La plage d'incertitude liée à ce facteur d'émission est comprise entre 0,3 % et 3 %. En d'autres termes, les émissions réelles émanant d'un lieu donné peuvent être très supérieures ou inférieures à celles calculées et leur amplitude dépend de l'interaction complexe de facteurs environnementaux tels que les conditions climatiques et des sols, les facteurs liés aux cultures (par ex. le type de culture) et les facteurs de gestion tels que la durée et la fréquence d'application (Lesschen *et al.* 2011). Cependant, comme il n'est pas possible de prendre des mesures individuelles pour chaque exploitation, cet élément ne peut généralement pas apparaître dans les estimations de PCF.

La variabilité de la production agricole est supérieure par rapport aux produits industriels : les systèmes naturels et leurs conditions environnementales peuvent varier selon plusieurs facteurs : le type de sol, le climat, la topographie, la variété de culture ou de bétail, le système d'exploitation et l'intensité, mais aussi la tradition, alors que les systèmes techniques se caractérisent généralement par des conditions contrôlées et souvent standardisées (Milà i Canals *et al.* 2011). Il est donc extrêmement important de poser une hypothèse correcte concernant la disponibilité des données, la variabilité et l'incertitude, surtout pour les produits agricoles et dans les applications de PCF qui affichent des chiffres d'eCO₂ sur les produits à des fins de communication (Milà i Canals *et al.* 2011).

Quelles conséquences sur les analyses de PCF ?

Tous les facteurs cités précédemment peuvent exercer une influence sur le résultat d'un calcul de PCF. Cela ne pose pas vraiment problème lorsque ces résultats sont utilisés à des fins de gestion interne des émissions de GES. Tant que les sources de données, hypothèses, etc. sont utilisées de manière constante, une activité peut évaluer ses réductions d'émissions de GES en tant que résultat de l'application de mesures de réduction, en évaluant les derniers résultats par rapport à une référence. Si les hypothèses sont modifiées ou si des données plus probantes sont disponibles, les évaluations précédentes doivent être recalculées selon ces nouvelles hypothèses pour permettre une comparaison significative au fil du temps.

Cependant, les différences de PCF potentielles dues aux facteurs cités précédemment seront plus importantes si les résultats sont communiqués à l'extérieur, auprès d'acteurs ou de consommateurs comparant différents produits ou pays d'origine. Ce problème concerne l'utilisation d'étiquettes carbone qui affichent des chiffres précis d'eCO₂ qui s'aggravent lorsque des consignes de calcul différentes sont suivies. Cette situation diffère des exemples précédents sur les programmes de notation énergétique qui procèdent par catégories plutôt que de communiquer des chiffres précis de consommation d'énergie.

Comme expliqué plus haut, le marché devrait rester différencié et différentes méthodologies de PCF devraient rester en vigueur, même après la publication finale des normes internationales énoncées dans la section 3.3 et l'alignement plus précis des directives nationales sur ces normes. Il est donc important de

clairement justifier la méthodologie et les sources de données utilisées, ainsi que les hypothèses posées lors du calcul. Comme il est important de comprendre l'incertitude liée à l'analyse de PCF pour interpréter correctement les résultats, la nouvelle GHG Protocol Product Standard exige que les entreprises identifient et évaluent l'incertitude et la communiquent sous forme de déclaration de qualité. Elles peuvent également mener une évaluation quantitative de l'incertitude, qui permet d'attribuer des priorités aux efforts d'amélioration des données.

7. Problèmes spécifiques aux pays en développement

Plusieurs problèmes s'appliquent particulièrement à la PCF agricole des pays en développement. Ils sont d'ordre méthodologique : méthodes de quantification appliquées, degré d'implication des acteurs des pays en développement dans la définition des méthodologies, disponibilité des données et manque de facteurs d'émission appropriés. En outre, les problèmes de changement d'affectation des terres et les longues distances de transport peuvent nuire aux pays en développement ; ils sont en effet le plus souvent rencontrés dans les pays tropicaux, qui exportent des biens agricoles sur de longues distances jusqu'à leurs marchés. Ces hypothèses soulèvent une préoccupation : les pays en développement risquent de souffrir d'une réduction de leurs opportunités d'exportation si l'empreinte carbone et l'étiquetage gagnent de l'importance.

Méthodes de quantification employées

Les méthodologies PCF ne sont pas toujours bien adaptées aux situations des pays en développement, ce qui peut poser des problèmes d'application pour les produits agricoles en provenance de ces pays. Par exemple, l'agriculture a généralement moins recours aux apports en capitaux dans les pays en développement ; l'exclusion de ces apports de certaines méthodologies de PCF peut donc altérer à tort les résultats en défaveur de ces pays.

Manque d'implication des acteurs des pays en développement dans la définition de méthodologies

La plupart des méthodologies sont élaborées dans les pays industrialisés, souvent avec une participation limitée des acteurs des pays en développement (Brenton *et al.* 2009). Bien que les principales méthodologies internationales aient fait un effort pour encourager les acteurs des pays en développement à participer activement à l'élaboration et aux essais pratiques des méthodes, les pays en développement sont souvent sous-représentés dans les travaux de standardisation internationaux. Ceci est dû à des facteurs tels que les coûts engendrés par la participation aux réunions internationales ou un manque de compétences institutionnelles ou d'expérience et de connaissances en matière de processus de standardisation internationale. Ces dernières années, les économies émergentes ont commencé à développer leurs propres programmes PCF. Bien que dans le passé ces pays se soient seulement contentés de recevoir, certains sont de plus en plus actifs.

Disponibilité des données

Pour ce qui est des données, un problème touchant particulièrement les petites entreprises et les pays en développement concerne le besoin de données primaires fiables et de bonne qualité sur les processus de production dans le pays concerné. Ces données peuvent être compliquées à collecter et nécessiter un temps et un coût considérables. Plus il manque de données, plus un analyste doit poser d'hypothèses, avec des conséquences sur la qualité de l'évaluation finale.

De nombreuses sources de facteurs d'émission et de données secondaires sont axées sur les pays industrialisés. On manque de facteurs d'émissions propres aux pays ou régions pour les situations très diverses des pays moins développés (Brenton *et al.* 2010). Par conséquent, les analystes doivent souvent recourir à des facteurs d'émission à grande échelle peu pertinents dans la situation réelle des exploitations ou utilisent des facteurs d'émissions développés en vue de représenter des processus dans les pays industrialisés, qui surestiment ou sous-estiment considérablement les émissions réelles dans les pays en développement.

Changement d'affectation des terres

Le changement d'affectation des terres, à savoir la conversion de terres naturelles ou semi-naturelles en terres agricoles ou le changement de catégorie d'une terre (des prairies en terres de culture par exemple), est un problème spécifique aux pays en développement qui peut générer de très nombreuses émissions de GES. En effet, ces émissions représentent une source significative d'émissions de GES dans le monde et doivent être traitées en urgence (GIEC 2007a). Les extensions maximales de zones cultivables effectuées pour fournir de la nourriture et des fibres ces deux dernières décennies ont eu lieu en Asie du sud-est, dans certaines parties de l'Asie du sud, dans la région des Grands Lacs d'Afrique Australe et dans le Bassin amazonien (GIEC 2006). De nombreuses méthodologies PCF exigent l'intégration des émissions liées au changement d'affectation des terres lorsque ce changement s'est produit 20 ans auparavant ou une période de récolte avant l'évaluation, selon la période la plus longue. Les changements d'affectation des terres étant plus fréquents dans les pays en développement, cette exigence risque de faire peser une plus lourde charge sur ces pays, rendant ainsi leurs produits peu compétitifs en termes d'intensité des émissions de carbone.

Le manque d'archives concernant les changements d'affectation des terres et le type de végétations transformées en terres agricoles, ainsi que le manque potentiel de données spécifiques au pays et à l'habitat sur les émissions de GES d'une région ou d'un pays donné constituent également un défi. Comme pour l'élaboration de facteurs d'émissions appliqués aux intrants industriels, davantage de données sont nécessaires pour évaluer les impacts du changement d'affectation des terres, avec des chiffres plus détaillés permettant de mieux refléter les conditions locales.

Transport sur de longues distances

Le transport sur de longues distances constitue un problème qui peut avoir des conséquences négatives sur la PCF de biens exportés des pays en développement vers des marchés distants. Le transport est une étape du cycle de vie généralement intégrée dans les méthodologies de PCF ; les émissions de GES qu'il génère peuvent contribuer significativement à la PCF. Si les biens expédiés par voie aérienne sont particulièrement concernés, le transport maritime, lui, est associé à des émissions de GES bien inférieures (Edwards-Jones *et al.* 2008). Néanmoins, les producteurs situés dans des lieux distants peuvent être plus efficaces en termes de carbone que des producteurs plus proches et cette efficacité peut contrebalancer les émissions supérieures dues au transport (Edwards-Jones *et al.* 2009a). La vulnérabilité des pays en développement face à ce problème dépend de plusieurs facteurs, notamment le niveau d'exportations durables (c.-à-d. les biens qui peuvent être produits plus près des destinations d'exportation), la dépendance vis-à-vis du transport aérien ou l'accès aux modes de transport rejetant moins de carbone, tels que les systèmes d'expéditions à gros volume. Les exportations de cultures tropicales, qui ne peuvent tout simplement pas être produites plus près du marché, peuvent afficher une moindre vulnérabilité car aucune substitution n'est possible (Edwards-Jones *et al.* 2009a).

La voie à suivre ?

La recherche et le développement technologique peuvent aider à relever les nombreux défis auxquels les pays en développement sont confrontés. Par exemple, les initiatives permettant d'augmenter les rendements de manière durable et la recherche visant à développer des facteurs d'émissions plus adaptés et des bases de données de changement d'affectation des terres, en soutenant le développement des modes de transport à faible émission de carbone ou offrant davantage de transparence dans la chaîne d'approvisionnement peuvent toutes deux permettre d'élaborer des évaluations plus précises de la PCF et de la réduction. Cela nécessite toutefois le soutien des pays développés.

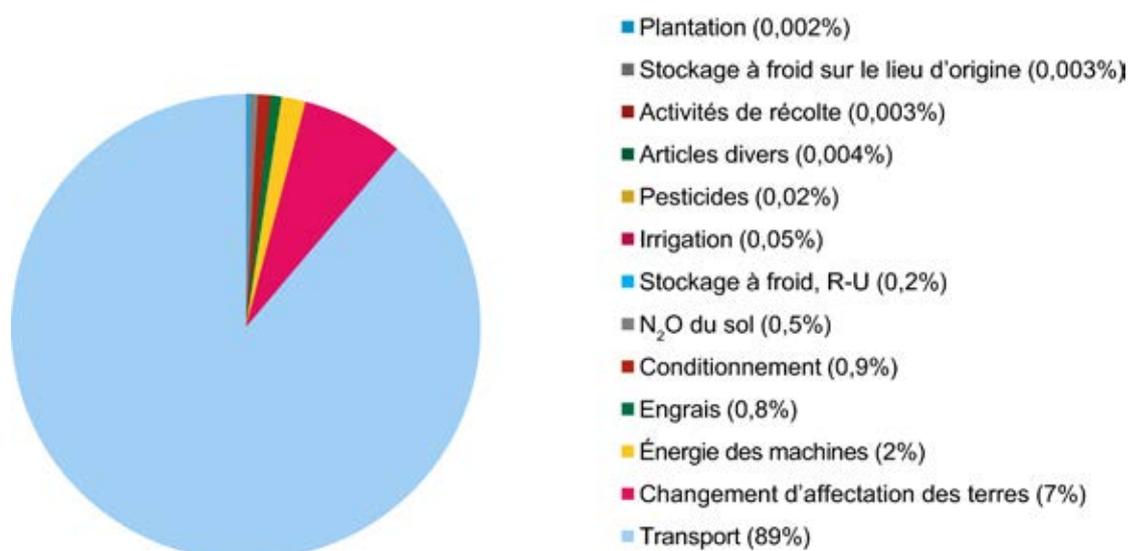
Enfin, il est possible de sensibiliser les consommateurs au fait que les émissions produites par les produits alimentaires au cours de leur cycle de vie peuvent parfois être supérieures à celles des transports aériens long courrier. Il convient d'éveiller les consciences des consommateurs sur la manière dont ils peuvent réduire leurs propres émissions liées à l'achat, à la consommation et à l'élimination de leurs produits alimentaires (par ex. en réduisant les déchets à domicile ou en affichant davantage d'efficacité énergétique) avant de réduire éventuellement leurs achats de produits en provenance des pays en développement car ils peuvent être transportés sur de longues distances.

8. Possibilités d'atténuation

Il existe des possibilités de réduire (atténuer) les émissions de GES à tous les stades de la chaîne d'approvisionnement agricole. Les points critiques d'émissions au sein des chaînes d'approvisionnement varient d'un système de production à l'autre et dépendent du type de production, de la transformation, des distances de transport et de l'utilisation par les consommateurs. Par exemple, pour les produits alimentaires frais et non traités ou les aliments produits sous serre, l'étape de culture est souvent à l'origine du partage des émissions dans le calcul de la PCF (par ex. PCF Project 2009a, Hospido *et al.* 2009). La phase d'utilisation par le consommateur est plus importante pour la nourriture à réfrigérer ou à cuisiner que pour les produits frais qui sont consommés crus (par ex. Edwards-Jones *et al.* 2009a).

Le transport sur de longues distances peut également représenter un point critique d'émission, notamment si les produits frais sont transportés par voie aérienne (par ex. Sim *et al.* 2007, Edwards-Jones *et al.* 2009a). Par exemple, la part importante des haricots à filet transportés par voie aérienne du Kenya vers le point de distribution au détail du Royaume-Uni est illustrée dans la figure 8, où le transport représente 89 % de la PCF totale. Il existe toutefois peu de possibilités de réduction des émissions liées au transport aérien.

Figure 8. PCF de haricots à filet expédiés du Kenya vers le Royaume-Uni



Source : Edwards-Jones *et al.* (2009), communication personnelle.

Les émissions sur l'exploitation sont principalement dues aux traitements des sols et/ou aux animaux. Les principaux GES émis sont le N₂O et le CH₄, avec un apport inférieur de CO₂ ; mais la part de ce dernier peut augmenter significativement en cas de changement d'affectation des terres. Au cours des autres étapes de la chaîne d'approvisionnement telles que le transport, le stockage, la réfrigération, la vente au détail, la cuisine et l'élimination des déchets, les émissions de CO₂ liées à l'utilisation de combustibles solides sont généralement majoritaires (Garnett 2011).

Lors de l'évaluation des possibilités de réduction des émissions dans le cadre de la gestion agricole, trois principaux GES agricoles doivent être pris en compte (Smith *et al.* 2001). En effet, les pratiques de gestion qui permettent de réduire les émissions d'un GES peuvent en augmenter d'autres. Par exemple, réduire les émissions de CO₂ en appliquant davantage d'engrais et en irriguant plus risque d'augmenter la production de l'usine, la séquestration du carbone dans le sol peut alors augmenter les émissions de N₂O issus des traitements microbiens. Les émissions de N₂O peuvent également augmenter en passant à un travail réduit du sol, car l'augmentation de l'humidité du sol ainsi générée peut stimuler la nitrification et la dénitrification des bactéries (Robertson 1999).

Des travaux de recherche sont en cours afin d'évaluer les possibilités de réduction dans l'agriculture. Les sections suivantes constituent une introduction à ce sujet. Pour plus d'informations, le lecteur devra se référer aux publications de Smith *et al.* (2007, 2008), Niles *et al.* (2002), Pretty *et al.* (2006), MacLeod *et al.* (2010), Garnett (2008, 2011), Foley *et al.* (2011), par exemple, concernant les critères de certification climatique mis au point en Suède³⁶ et d'autres publications citées dans cette section.

Possibilités d'atténuation au niveau de l'exploitation

De nombreuses études ont fait apparaître d'importantes différences en termes d'impact environnemental d'une exploitation à l'autre, dans le même pays ou la même région (par ex. Mouron *et al.* 2006, Hospido *et al.* 2009). En effet, certains facteurs de gestion individuels peuvent avoir un impact considérable sur l'ampleur des émissions de GES ou d'autres impacts environnementaux ; le pouvoir d'améliorer les performances environnementales de chaque exploitation est donc immense.

Par exemple, Milà i Canals *et al.* (2006) ont démontré qu'à opérations identiques, la consommation d'énergie pouvait être 30 fois supérieure dans certains vergers de Nouvelle-Zélande (par ex. fauchage, coupe, élagage, récolte) selon les producteurs. Une opportunité importante d'atténuation réside donc dans la formation, la sensibilisation et une meilleure compréhension de l'influence qu'ont les décisions de gestion sur l'environnement.

La première étape d'amélioration des décisions de gestion consiste à tenir un registre et à suivre l'utilisation d'intrants tels que le combustible et les engrais. Des analyses individuelles des impacts environnementaux de l'exploitation générant des améliorations sur-mesure sont également recommandées (Baumgartner *et al.* 2011).

Les autres possibilités d'atténuation des émissions de GES au niveau de l'exploitation sont réparties en trois grandes catégories (Smith *et al.* 2008) :

- Réduction des émissions ;
- Augmentation du stockage de carbone (« piégeage ») ;
- Prévention des émissions.

Les options de réduction améliorant la productivité des ressources ont généralement un impact positif sur l'ensemble du développement durable du système (Sathaye *et al.* 2007). Les mesures liées à la gestion des terres cultivables incluent par exemple de meilleures pratiques agronomiques, l'augmentation des rendements, l'utilisation de meilleures variétés de cultures ou de cultures couvertes, une utilisation plus efficace de l'azote et une amélioration globale de la gestion des nutriments, une meilleure gestion des résidus et des pratiques agro-forestières plus adaptées.

La prévention des pertes de carbone du sol, notamment de sols organiques très riches en carbone, est également très importante, en ayant par exemple recours à d'autres moyens que le drainage et le labour profonds (Smith *et al.* 2008 ; Garnett 2011). Il est possible de restaurer les terres dégradées ayant subi les dommages de l'érosion, d'une perturbation excessive, d'une perte de matière organique, etc. en appliquant des modifications nutritives, en utilisant des engrais biologiques ou en conservant les résidus des cultures.

Concernant les systèmes de pâturage, les principales options portent sur l'ajustement de l'intensité du pâturage, l'amélioration de la productivité des terres de pâturage, l'amélioration de la gestion des nutriments et du feu, ainsi que l'introduction d'espèces d'herbes plus productives.

Les mesures d'atténuation possible au niveau des animaux s'étendent de l'amélioration des pratiques de nutrition aux changements de gestion, en passant par l'élevage d'animaux et l'amélioration de la gestion du fumier pendant son stockage et son application.

Les pratiques d'exploitation agro-écologiques ont pour but d'imiter les processus naturels et donc de créer des interactions biologiques et des synergies positives entre les différentes parties des systèmes agricoles

³⁶ Pour plus d'informations sur les critères de certification climatique mis au point par la Suède, consulter : <http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2009/02/Climate-Certification-of-Food-2010-3.pdf>.

(De Schutter 2010). On cherche actuellement à appliquer la science de l'écologie à l'étude, à la conception et à la gestion d'agro-écosystèmes durables, en tant que méthode intégrée, car elle améliore les taux de rendement, augmente la fertilité sur l'exploitation et permet de s'adapter aux effets du changement climatique, tout en offrant des bénéfices plus vastes, tels qu'une meilleure nutrition, la création d'emplois et une hausse des revenus (Pretty *et al.* 2006, De Schutter 2010). La reproduction de nouvelles variétés de culture, ayant le pouvoir de réduire les émissions de GES peut également s'ajouter aux efforts d'atténuation à venir (Philippot & Hallin 2011). Enfin, l'utilisation de l'énergie solaire, éolienne et de certaines bioénergies permet de réduire les émissions des carburants fossiles.

Possibilités d'atténuation au-delà de l'exploitation

Les possibilités d'atténuation au-delà de l'exploitation font la part belle aux améliorations technologiques et de gestion (Garnett 2011). La réfrigération représente une source majeure d'émission de GES de la vente au détail et de la production. L'amélioration de cette situation passera notamment par l'augmentation de l'efficacité énergétique, le calibrage adapté du nouvel équipement, le développement de nouvelles technologies, la prévention des fuites de liquide réfrigérant et l'utilisation d'alternatives aux hydrofluorocarbures (Garnett 2011). La gestion de l'énergie et l'efficacité énergétique jouent également un rôle important pour les magasins, les bâtiments, les bureaux, etc. et l'utilisation de sources d'énergie renouvelable peut contribuer à l'abaissement des émissions globales de GES générées par la vente au détail et la fabrication. Concernant l'étape de transport, les mesures suivantes permettent de réduire les émissions : meilleure logistique, planification du trajet optimum et prévention des retours à vide, augmentation de la charge moyenne par trajet, choix de modes de transport à faible émission de CO₂, formation des chauffeurs aux économies de carburant, au covoiturage et au trafic de retour (Garnett 2011, PCF Project 2009a). Quant au conditionnement, la mise au point d'emballages plus légers et l'importation en vrac permettent de faire baisser la PCF d'un produit (Garnett 2011). Par exemple, les fabricants de détergents sont en train de développer des liquides concentrés qui nécessitent moins d'ingrédients et d'emballages, des produits qui seront à terme plus efficaces en termes de transport et réduiront ainsi la PCF globale (par ex. liquide concentré Tesco)³⁷.

Enfin, le consommateur final génère souvent une grande partie des émissions de GES totales du cycle de vie des produits alimentaires (par ex. Milà i Canals *et al.* 2008, PCF Project 2009b). Les entreprises peuvent jouer un rôle de sensibilisation à cet impact et peuvent avoir une influence positive sur les émissions en améliorant la conception et les caractéristiques de leurs produits. La mise au point de détergents efficaces à une température de lavage de 20 °C ou un shampoing qui lave plus rapidement ne sont que des exemples de nouvelles conceptions de produits permettant aux consommateurs de réduire leurs émissions liées à l'utilisation.

Les sections suivantes abordent plus en détail certaines sources d'émissions de GES qui pèsent particulièrement lourd sur la chaîne d'approvisionnement agricole et les possibilités d'atténuation.

8.1. Taux de rendement



La PCF finale d'un produit dépend entre autres de la productivité du système d'exploitation analysé. Un système ayant fortement recours aux intrants, mais qui les convertit efficacement en rendements élevés peut présenter une faible PCF au départ de l'exploitation par produit à l'unité. En d'autres termes, plus la production est liée aux intrants, moins la PCF est élevée. Pour abaisser l'empreinte carbone d'un produit, il est donc important d'optimiser les taux de rendement à une intensité donnée d'utilisation d'intrants, c'est-à-dire augmenter l'efficacité de la production.

Les pratiques extensives et les systèmes moins productifs génèrent souvent moins d'émissions de GES par hectare d'exploitation que les systèmes plus intensifs. Cependant, les rendements sont souvent inférieurs. Ils peuvent donc présenter une PCF au départ de l'exploitation plus élevée par unité de produit

³⁷ Voir Packaging and Sourcing Selection for Organic and Sustainable Food (Conditionnement des exportations d'aliments biologiques et durables) de l'ITC (2012).

(par ex. Haas *et al.* 2001, Edwards-Jones *et al.* 2009b). Toute amélioration de l'efficacité mise en œuvre par l'exploitant se traduit par une PCF inférieure au départ de l'exploitation.

L'augmentation des rendements d'une exploitation agricole, notamment lorsqu'ils sont relativement bas, permet en partie de freiner le changement climatique car elle réduit le besoin d'extension et de changement d'affectation des terres. La terre étant une ressource finie, il est important de l'utiliser à bon escient. Même si les émissions directes par unité de production sont faibles, les bas rendements impliquent qu'il faut davantage de terres pour produire une quantité donnée de produit. Si les rendements étaient supérieurs, on aurait besoin de moins de terres pour produire une même quantité de produit, la terre pourrait alors être affectée à d'autres besoins (Sonesson *et al.* 2010). Ainsi, des rendements élevés pourraient peut-être éviter les changements d'affectation des terres dans d'autres lieux pour répondre à la demande croissante de produits alimentaires, pour les animaux et de biomasse. Il convient toutefois de tenir compte de ce que nous apportent les fonctions des écosystèmes, notamment l'eau potable et la biodiversité. La question de savoir si l'augmentation des rendements contribue réellement à la réduction des changements d'affectation des terres et préserve la biodiversité reste controversée (Garnett 2011).

8.2. Engrais à base d'azote



L'utilisation d'engrais contenant de l'azote peut générer des émissions de GES à deux niveaux : la fabrication industrielle d'engrais minéraux et les émissions d'oxyde d'azote générées par les sols agricoles après application d'engrais à base d'azote minéral ou biologique.

L'augmentation des quantités d'azote disponibles dans les sols due à l'ajout d'engrais minéraux ou biologiques, de résidus de plantation, de déchets, de fumier, etc. entraîne une hausse des émissions directes de N_2O via les processus microbiens. De plus, les intrants en azote génèrent des émissions de N_2O indirectement, par volatilisation, déversement et écoulement d'azote des sols en gestion. Les quantités d'engrais à base d'azote appliquées étant souvent importantes dans de nombreux systèmes agricoles et compte-tenu du fort potentiel de réchauffement global du N_2O (presque 300 fois supérieur à celui du CO_2), ces émissions peuvent souvent jouer un rôle majeur sur la PCF totale au départ de l'exploitation. L'azote étant un facteur essentiel des émissions de GES des systèmes agricoles, il est important d'utiliser des données pertinentes quant à la quantité appliquée pour calculer la PCF et de tenir des registres à jour concernant l'utilisation réelle d'engrais à base d'azote.

La production industrielle de l'engrais à base d'azote minéral constitue une autre source d'émissions de GES importante. Elle consomme en effet énormément d'énergie, générant ainsi des émissions de CO_2 bien plus importantes que la production d'engrais à base de phosphate ou de potassium. La production d'engrais à base d'azote libère par ailleurs du N_2O .

Le tableau 3 indique dans quelle mesure l'utilisation d'engrais à base d'azote influe sur la PCF au départ de l'exploitation en faisant appel à deux études de cas citées à titre d'exemple. La PCF de la canne à sucre produite dans le cadre d'une étude de cas sur une exploitation mauricienne et livrée à la raffinerie a été marquée par les émissions liées à la production d'engrais à base d'azote minéral et des sols après leur application, qui ont conjointement représenté plus de 50 % de toutes les émissions (Brenton *et al.* 2010). Une autre étude de cas portant sur le caoutchouc naturel en Thaïlande a révélé que 55 % de la PCF au départ de l'exploitation étaient liés à la production d'engrais à base d'azote et 39 %, aux émissions sur place de N_2O (Jawjit *et al.* 2010).

Par conséquent, les possibilités d'atténuation à l'échelle de l'exploitation sont souvent centrées sur la réduction des émissions liées à l'utilisation de ces engrais. Les émissions dues à la production industrielle d'engrais peuvent être réduites en améliorant l'efficacité énergétique ou en utilisant des énergies renouvelables à l'échelle de l'usine et en utilisant le craquage catalytique afin de réduire les pertes de N_2O . Il est également possible d'éviter les émissions liées à ces productions en remplaçant les engrais synthétiques par davantage du fumier. Sur l'exploitation, l'utilisation efficace d'engrais à base d'azote, aussi bien biologique que minéral, est essentielle (Smith *et al.* 2008). Cela peut passer par la réduction, voire l'élimination des applications excessives, une application plus efficace dans l'espace et dans le temps (par ex. en évitant les délais entre l'application d'azote et son absorption par les plantes), la

modulation de la fréquence d'application ou la prévention des déversements d'engrais. Les analyses des quantités d'azote disponibles dans les sols à certains moments de l'année permettent d'évaluer les besoins en nutriments et d'adapter les applications d'engrais en conséquence.

Tableau 3. Émissions de GES liées à la culture de la canne à sucre sur une exploitation mauricienne (jusqu'à la livraison à la raffinerie) et de latex frais dans des plantations de caoutchouc en Thaïlande

	Contributions en % à la PCF au départ de l'exploitation	
	Cane à sucre	Caoutchouc primaire
Production et utilisation d'intrants		
Engrais : N	19,6	55
Engrais : P	s.o.	2
Engrais : K	4,2	s.o.
Combustible	19,7	4
Électricité	23,8	s.o.
Émissions sur site		
N ₂ O des sols	32,8	39

Source : Brenton *et al.* (2010) et Jawjit *et al.* (2010).

8.3. Changement d'affectation des terres



Les émissions dues à un changement d'affectation des terres (CAT) constituent la majeure partie de la PCF. Elles sont généralement intégrées dans les calculs de PCF si la conversion du type de sol est survenue 20 ans auparavant ou seulement une période de récolte auparavant (selon la période la plus longue). L'importance des émissions liées au CAT a été démontrée à titre d'exemple pour les plantations de caoutchouc en Thaïlande, où deux cas ont été analysés par Jawjit *et al.* (2010). L'étude de cas A du tableau 4 ci-dessous présente les plantations de caoutchouc sur une terre convertie à l'agriculture il y a entre 60 et 80 ans auparavant ; les émissions liées au CAT n'ont pas été intégrées dans la PCF. Dans l'étude de cas B, on considère qu'un CAT récent s'est produit et les émissions de GES correspondantes ont été incluses dans la PCF. Les résultats de ces deux études sont présentés dans le tableau 4 : l'intégration des émissions liées au CAT s'est traduite par une multiplication par plus de 30 de la PCF au départ de l'exploitation, celles-ci ayant représenté 97 % des émissions totales au départ de l'exploitation pour l'étude de cas B. Dans la mesure du possible, il convient donc d'éviter tout CAT supplémentaire, notamment sur les terres présentant un stock de carbone élevé, comme c'est le cas des forêts tropicales qui bénéficient également d'une grande biodiversité. Les terres de conversion utilisées pour la culture d'autres espèces peuvent provoquer une perte de carbone et donc de plus faibles émissions dues à un CAT, mais cela peut entraîner des émissions liées au CAT indirectes ailleurs, si la demande en culture déplacée est inchangée et produit donc un CAT à un autre endroit. Ce CAT indirecte (CAT_i) n'est pas encore inclus dans les méthodologies PCF. Il s'agit toutefois d'un problème important, qui doit être soulevé et intégré ultérieurement, une fois les méthodologies de prise en compte des CAT_i élaborés et acceptés à l'échelle internationale.

Tableau 4. Émissions de GES liées à la production de latex frais dans des plantations de caoutchouc en Thaïlande excluant (étude de cas A) et incluant (étude de cas B) les émissions directement liées au changement d'affectation des terres

	Étude de cas A : sans CAT		Étude de cas B : avec CAT	
	kg d'eCO ₂ /t latex frais	%	kg d'eCO ₂ /t latex frais	%
Production et utilisation d'intrants				
Engrais : N	112	55	112	1,8
Engrais : P	4	2	4	0,06
Combustible	8	4	8	0,13
Émissions sur site				
N ₂ O des sols	78	39	78	1,2
Émissions liées au changement d'affectation des terres	s.o.	s.o.	6 171	97
Total au départ de l'exploitation	202	100	6 373	100

Source : Jawjit *et al.* (2010).

Les incertitudes associées au calcul des émissions de GES dus à un CAT peuvent être importantes (Plassmann *et al.* 2010). Lorsqu'il est impossible d'éviter un autre CAT, il est important de bien suivre le type de végétation converti. Cela permet en effet de baser les éventuels calculs de PCF à venir sur le type de végétation réel qui existait sur l'exploitation avant la conversion. Si ces registres sont inexistant, certaines méthodologies PCF peuvent prescrire l'utilisation de scénarios catastrophe ou d'hypothèses de modelage générales, basées sur les tendances de CAT dans le pays concerné.

8.4. Utilisation de combustible



L'utilisation de carburants fossiles pour les activités de l'exploitation telles que le labour, la récolte, l'élagage, l'application d'engrais ou le séchage, peut considérablement faire augmenter les émissions de GES totales des produits agricoles, notamment les légumes secs, mais aussi les fruits et légumes frais (Sonesson *et al.* 2010). Utiliser et consommer l'énergie fossile plus efficacement peut donc générer une réduction des émissions de GES à l'étape de l'agriculture. Ceci passera par un éveil des consciences, la formation aux

techniques de conduite efficaces et l'optimisation de l'efficacité des activités agricoles par les moyens suivants : planification optimale des opérations ; entretien des moteurs et des machines ; équilibrage de charge optimal et réglages des pneus ; taille de moteur adaptée aux tâches et conduite au régime le plus efficace et aux vitesses recommandées par le fabricant (O'Halloran *et al.* 2008). Une bonne tenue des registres de consommation de carburant est essentielle pour suivre et évaluer les performances et l'utilisation efficace du carburant (O'Halloran *et al.* 2008).

8.5. Irrigation



L'irrigation peut représenter une source de consommation d'énergie et d'émissions de GES significative sur l'exploitation. Elle représente respectivement 37 % et 40 % de la consommation d'énergie jusqu'au départ de l'exploitation pour la culture de légumes et de produits arables de Nouvelle-Zélande (Barber & Pellow 2005). Des économies significatives peuvent être réalisées via les mesures suivantes : distribution d'eau efficace en utilisant des types de buses, des configurations d'arroseur et des pressions de fonctionnement optimaux ; gestion d'un système d'irrigation efficace, y compris l'entretien du système et l'utilisation de tailles de

pompe appropriées ; limitation de la quantité d'eau à pomper (tenir compte des précipitations dans la planification de l'irrigation, surveiller l'humidité du sol ou arroser de nuit, si possible), utilisation de pompes à haut rendement énergétique, voire des pompes à énergie solaire et optimisation de l'efficacité de la production d'eau appliquée (O'Halloran *et al.* 2008). L'installation de compteurs d'eau permet une

connaissance et un suivi exacts de la consommation d'eau réelle, information essentielle pour la gestion d'un système d'irrigation efficace (Barber & Pellow 2005).

8.6. Production sous serre



La culture de produits hors saison dans des serres chauffées et éclairées peut générer des émissions de GES liées à l'énergie significatives et représente un point critique d'émissions dans ces chaînes d'approvisionnement. Par exemple, Hospido *et al.* (2009) ont démontré que le chauffage et l'éclairage généraient 84 % des émissions de GES pour la production de laitues protégées en hiver au Royaume-Uni (de l'exploitation au centre de distribution régional). Les émissions totales ont représenté respectivement 3,7 et 1,5 kg d'eCO₂ par kg de laitue dans les deux exploitations analysées dans l'étude de cas. Pendant l'été, lorsque la production de laitue au Royaume-Uni est effectuée à ciel ouvert, ces émissions passent au-dessous de 0,5 kg d'eCO₂ par kg de laitue (Hospido *et al.* 2009). En hiver, la PCF de la laitue importée au Royaume-Uni depuis l'Espagne peut être inférieure à celle de la laitue produite dans les systèmes protégés sur place car les émissions de GES liées au transport routier de l'Espagne vers le Royaume-Uni sont inférieures à celles du chauffage et de l'éclairage des serres britanniques (Hospido *et al.* 2009). Il est recommandé de tenir des registres et de les analyser, de gérer efficacement l'énergie et d'utiliser des énergies renouvelables pour réduire les émissions liées à la consommation d'énergie dans les serres. Une étude suédoise a été menée sur la PCF des tomates sous serre (culture, conditionnement et transport compris) produites et consommées en Suède. Le résultat pour les tomates sous serres chauffées à l'aide de carburants fossiles, était plus de trois fois supérieur à celui des tomates cultivées à l'aide d'énergies renouvelables (Sonesson *et al.* 2010).

8.7. Stockage



Le stockage est important pour permettre la distribution de produits alimentaires qui ne sont pas de saison et le stockage à froid permet de réduire les pertes dues au pourrissement. Cependant, le stockage pendant plusieurs mois peut avoir un impact significatif sur l'énergie totale consommée au cours du cycle de vie du produit. Par exemple, le stockage de pommes cultivées au Royaume-Uni pendant 10 mois, d'octobre à août, peut quasiment doubler la consommation énergétique totale par kg de pommes (Milà i Canals *et al.* 2007). Les mesures visant à augmenter l'efficacité énergétique au cours du stockage, l'utilisation d'énergies renouvelables et la réduction des pertes liées au stockage permettent donc de réduire la consommation d'énergie globale et donc la PCF.

8.8. Changements de carbone du sol



L'un des plus grands flux du cycle global de carbone est représenté par les émissions de CO₂ par les sols (Schlesinger & Andrews 2000). Les sols cultivés émettent plus de CO₂ que les sols naturels car leur meilleure aération et leurs taux d'humidité plus adaptés entraînent davantage de décomposition de la matière organique qu'ils contiennent par des processus biologiques et chimiques. Dans le même temps, le retour de végétaux tels que les feuilles mortes, est réduit par rapport à la végétation d'origine. Le drainage et la culture des sols tourbeux organiques en particulier, peuvent produire d'importantes émissions. Il est donc important de protéger ces grands réservoirs de carbone du sol contre d'éventuelles pertes.

D'un autre côté, certaines pratiques de gestion peuvent augmenter le taux de matière organique des sols agricoles. Cela peut être considéré comme une mesure d'atténuation aidant à éliminer le carbone de l'atmosphère et qui peut générer de nombreux autres avantages en termes d'amélioration de la productivité des cultures, par ex. hausse de la fertilité du sol, qualité des sols et de l'eau et réduction de l'érosion du sol.

Pour l'instant, la plupart des méthodologies PCF n'incluent pas d'autres changements de carbone du sol que ceux liés au changement d'affectation des terres. La PAS 2050 indique clairement que ces gains et pertes de carbone des sols agricoles sont exclus des calculs, alors que les méthodologies japonaises et

thaïes ne mentionnent pas les autres changements de carbone du sol que le changement d'affectation des terres. En d'autres termes, un potentiel d'atténuation significatif, notamment dans les pays en développement et tropicaux (Smith *et al.* 2007), n'apparaît pas dans la PCF. Aucune mesure d'incitation directe n'est donc accordée à ces programmes pour encourager des pratiques qui augmentent la séquestration du carbone dans le sol des exploitations. Cependant, si la séquestration accrue du carbone dans le sol entraîne une hausse de la productivité des cultures, à savoir de meilleurs rendements, tout en utilisant les mêmes quantités d'intrants agricoles qu'avant, cela peut conduire à une baisse de la PCF par unité de production. Donc, bien que le carbone du sol ne fasse pas partie des calculs de PCF en tant que tel, les pratiques de gestion qui augmentent la quantité de carbone organique dans le sol peuvent aider à réduire les émissions de GES par unité de production et la PCF globale. L'intégration des changements de carbone du sol dus de la gestion de la terre n'est pas une exigence de la GHG Protocol Product Standard, mais les entreprises peuvent les inclure si elles parviennent à estimer raisonnablement les émissions et les éliminations.

Cependant, lorsque la hausse de la séquestration du carbone dans le sol entraîne une baisse des rendements, cela peut entraîner une culture plus intensive et donc une hausse des émissions de GES ailleurs (Garnett 2011). De plus, la séquestration du carbone dans le sol est facilement réversible et limitée dans le temps : elle ne s'applique que jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit atteint.

8.9. Déchets



Les déchets de produits alimentaires sont présents à tous les stades de la chaîne d'approvisionnement (Parfitt *et al.* 2010). Tout aliment éliminé entraîne un gaspillage des ressources et de l'énergie consommée, ainsi que l'émission de GES tout au long de la chaîne d'approvisionnement, lors de la culture, de la transformation et du transport du produit.

Sur les exploitations, les cultures alimentaires peuvent rester dans les champs ou être retournées dans le sol, les récoltes mal planifiées peuvent réduire la qualité des aliments ou les cultures peuvent être endommagées pendant la récolte. Le battage, le stockage et le séchage peuvent entraîner des pertes physiques ou des pertes de qualité dues au déversement, au pourrissement, à la contamination ou à l'endommagement par des parasites ou des maladies. Des pertes en cours de traitement et une contamination peuvent survenir au cours de la transformation et réduire la qualité des aliments. D'autres pertes peuvent se produire pendant le calibrage, le conditionnement, le transport et la commercialisation (déversement, conditionnement inadapté, pourrissement et défaut de refroidissement ou de stockage à froid). Le domicile du consommateur constitue un autre point critique du gaspillage de nourriture.

Les pertes post-récoltes sont généralement supérieures pour les cultures périssables telles que les produits horticoles, que pour les céréales (Parfitt *et al.* 2010). Dans plusieurs pays en développement, elles sont estimées entre 18 % et 50 % pour plusieurs fruits et légumes frais. Ces pertes sont souvent liées à un manque d'infrastructure, par ex. absence de chaîne du froid ou d'entrepôts de conditionnement, ou limites de gestion et techniques concernant les méthodes de récolte ou de culture (Gustavsson *et al.* 2011). Dans l'ensemble, les estimations globales relatives aux déchets alimentaires tablent sur 10 % à 50 %, mais on manque de preuves et des recherches plus approfondies sont nécessaires. Pour le Royaume-Uni, les pertes liées à la transformation, à la distribution et à la vente au détail sont estimées à 20 %, alors que 25 % par poids sont gaspillés au domicile du consommateur (Parfitt *et al.* 2010). Une autre étude estime que les déchets alimentaires pouvant être évités dans les foyers britanniques représentent 20 millions de tonnes d'eCO₂ par an, soit environ 3 % des émissions domestiques de GES d'un pays (Chapagain & James 2011). Ces chiffres soulignent les réductions de GES que l'on pourrait atteindre en réduisant les déchets alimentaires. Dans l'ensemble, les pays développés gaspillent plus de nourriture que les pays en développement.

Les mesures visant à réduire ce gaspillage alimentaire doivent porter sur les pertes à tous les stades de la chaîne d'approvisionnement (Parfitt *et al.* 2010). Pour les pays en développement, ces mesures passent par l'investissement dans l'infrastructure agricole, les compétences technologiques et la connaissance, des installations de stockage, un transport, un conditionnement et une distribution plus adaptés, mais aussi la diversification et l'échelonnement de la production et de la commercialisation (Parfitt *et al.* 2010,

Gustavsson *et al.* 2011). Dans les pays industrialisés, les principales opportunités d'atténuation reposent sur les commerces de détail, les prestataires de services alimentaires et les consommateurs, en ce qui concerne la sensibilisation, l'amélioration de l'étiquetage des aliments, une meilleure compréhension par le consommateur des étiquetages et du stockage des aliments, ainsi qu'une meilleure coordination des divers acteurs. Les initiatives industrielles visant à exploiter des solutions technologiques pour augmenter la durée de conservation et améliorer le conditionnement peuvent réduire encore davantage les déchets alimentaires.

Tableau 5. Résumé des points critiques d'atténuation – Opportunités et contraintes

Sources d'émissions de GES applicables	Possibilité d'atténuation	Obstacle à l'atténuation
Suivi de la gestion de chaque exploitation	Comprendre et surveiller l'impact des décisions de gestion de chaque exploitation peut aider à mieux comprendre les émissions de GES et comment les réduire.	Besoin d'analyses de chaque exploitation pour émettre des recommandations standardisées, parfois coûteuses. Besoin d'introduire des systèmes de suivi et de consignation.
Taux de rendement	Optimiser les taux de rendement à une intensité d'utilisation d'intrants donnée (augmenter l'efficacité de la production).	Compromis entre pratiques intensives (rendements élevés) et pratiques extensives (émissions de GES inférieures par hectare). Les rendements accrus ont un impact sur la biodiversité.
Engrais à base d'azote	Réduire les émissions de la production industrielle d'engrais en augmentant l'efficacité énergétique, utiliser les énergies renouvelables et exploiter le craquage catalytique pour réduire les pertes de N ₂ O. Remplacer les engrais synthétiques par du fumier. Utiliser des engrais à base d'azote (biologique et minéral) efficacement, notamment en réduisant les excès, en améliorant l'application dans l'espace et dans le temps, en modulant la fréquence d'application et en évitant les déversements. Contrôler l'azote disponible dans les sols afin de déterminer les besoins en nutriments et d'adapter l'application d'engrais aux besoins des espèces.	La consommation réduite d'engrais peut affecter les rendements. Disponibilité du fumier ou fumier utilisé à d'autres fins. Difficultés pratiques d'ajustement des activités de gestion de l'exploitation. Manque d'équipement ou difficultés pratiques pour mener les analyses du sol.
Changement d'affectation des terres (CAT)	Éviter tout nouveau CAT, notamment dans la terre présentant des stocks de carbone importants tels que les forêts tropicales ayant une biodiversité riche. Tenir un registre indiquant le type de végétation convertie (s'il n'y a pas de registre, certaines méthodologies exigent d'appliquer des scénarios catastrophes).	Le CAT peut augmenter dans d'autres zones si la demande inchangée en culture déplacée entraîne un CAT à un autre endroit (CAT indirect). Les incertitudes liées à l'estimation des émissions du CAT sont importantes.
Utilisation de combustible	Augmenter l'efficacité de la consommation d'énergie. Développer des formations et sensibiliser aux techniques de conduite permettant d'économiser le carburant. Optimiser l'efficacité des activités de l'exploitation par les moyens suivants : planification optimale des activités, entretien des moteurs et machines, équilibrage optimal des charges et réglage des pneus, adaptation de la taille du moteur aux tâches, conduite à un régime moteur efficace en termes de carburant et recommandé par le fabricant.	

Sources d'émissions de GES applicables	Possibilité d'atténuation	Obstacle à l'atténuation
Irrigation	<p>Garantir une distribution efficace de l'eau (types de buses, configuration des arroseurs et pression d'exploitation optimaux).</p> <p>Entretien d'un système d'irrigation efficace (y compris l'entretien du système et l'utilisation de tailles de pompes appropriées).</p> <p>Limiter la quantité d'eau à pomper (tenir compte des précipitations lors de la planification de l'irrigation, surveiller l'humidité des sols, arroser de nuit si possible).</p> <p>Utiliser des pompes à économie d'énergie ou des pompes solaires.</p> <p>Optimiser l'efficacité de production de l'eau appliquée.</p> <p>Installer des compteurs d'eau pour suivre précisément la consommation d'eau réelle.</p>	
Production sous serre	<p>Utiliser davantage les énergies renouvelables.</p> <p>Gérer l'énergie plus efficacement.</p> <p>Améliorer le suivi et l'analyse.</p>	
Stockage	<p>Utiliser davantage les énergies renouvelables.</p> <p>Gérer l'énergie plus efficacement.</p> <p>Réduire les pertes en stockage.</p>	
Changements de carbone du sol	<p>Adopter des pratiques de gestion augmentant le taux de matière organique dans le sol.</p> <p>La séquestration accrue du carbone dans le sol peut entraîner une hausse de la productivité des cultures (rendements supérieurs).</p>	<p>Les changements de carbone du sol (autres que ceux liés au changement d'affectation des terres) ne sont pas inclus dans la plupart des méthodologies PCF.</p> <p>La séquestration du carbone dans le sol est facilement réversible et limitée dans le temps.</p>
Déchets	<p>L'investissement dans l'infrastructure agricole, les compétences technologiques et la connaissance, des installations de stockage, un transport, un conditionnement et une distribution plus adaptés, la diversification et l'échelonnement de la production et de la commercialisation.</p> <p>Sensibiliser les consommateurs, améliorer l'étiquetage des aliments et la compréhension par les consommateurs de l'étiquetage et du stockage d'aliments.</p> <p>Améliorer la coordination des différentes zones tout au long de la chaîne d'approvisionnement.</p> <p>Initiatives industrielles visant à utiliser des solutions technologiques permettant d'allonger la durée de conservation et d'améliorer le conditionnement.</p>	<p>Besoin de coordonner différents acteurs.</p>

9. Conclusions

Les initiatives PCF constituent un outil de plus en plus important pour évaluer et réduire les émissions de GES liées aux biens de consommation, y compris les produits alimentaires et agricoles. Le vif intérêt que suscite la prise en compte du carbone par de nombreux acteurs, la prise d'initiatives PCF par l'industrie, mais aussi le développement et la diffusion de nouvelles normes PCF internationales convergent tous vers l'idée que la prise en compte du carbone sous forme de PCF gagne du terrain.

Presque toutes les initiatives existantes sont volontaires ; certaines sont privées, d'autres publiques, d'autres encore sont en cours de développement sous forme de partenariats public-privé. Les divers programmes mis sur pied dans le monde utilisent différentes règles de calcul, mais des efforts d'harmonisation sont entrepris et des normes internationales sont en train de voir le jour. On s'attend toutefois à ce que la portée reste inchangée pour diverses méthodologies. L'une des principales tâches du développement à venir des méthodologies PCF consistera à définir des règles spécifiques à un secteur ou un groupe, pour améliorer la comparabilité des résultats. Tous les acteurs concernés sont encouragés à intervenir activement dans ces activités.

Les analyses PCF impliquent des calculs complexes et leur calcul, leur vérification et leur certification peuvent entraîner des coûts considérables. Elles peuvent donc représenter des charges particulièrement lourdes pour les petits producteurs. Comme l'utilisation de programmes PCF volontaires est de plus en plus intense et que les exigences environnementales obligatoires risquent d'être de plus en plus nombreuses, il est important de soutenir les entreprises et de leur permettre de relever les défis posés par ces nouvelles conditions du marché.

Appendice I Informations complémentaires sur les différents programmes PCF et sources de données

Programmes PCF et d'étiquetage publics et internationaux :

- Carbon Reduction Label : <http://www.carbon-label.com/>
<http://www.carbontrustcertification.com/page?pageid=a04200000FjjEv>
<http://www.footprintexpert.com/registry/Pages/default.aspx>
<http://carbonreductionlabel.com.au/consumers> (Carbon Reduction Label en Australie)
- Commission européenne : http://ec.europa.eu/environment/eussd/product_footprint.htm
<http://lct.jrc.ec.europa.eu/>
- France : <http://www.boutique.afnor.org/BGR1AccueilGroupe.aspx>
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Ministere-presente-l-affichage.html>
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Consommation-durable,4303-.html>
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS39c-en-2.pdf>
<http://www.maboissonnetenvironnement.fr/>
<http://www.c-laterre.fr/affichage-environnemental/>
- ISO : http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=59521
- Japon : www.cfp-japan.jp/english
- République de Corée : http://www.edp.or.kr/index_eng.asp
<http://www.edp.or.kr/lcidb/english/main/main.asp>
- PCF Project Germany : <http://www.pcf-projekt.de/main/news/?lang=en>
- Forum mondial sur la PCF : <http://www.pcf-world-forum.org/>
- Table ronde sur l'huile de palme durable : <http://www.rspo.org/?q=page/532>
- Sustainable Agriculture Network (SAN)/Rainforest Alliance :
<http://sanstandards.org/userfiles/file/SAN%20Sustainable%20Agriculture%20Standard%20July%202010.pdf>
- Taipei chinois : <http://cfp.epa.gov.tw/carbon/defaultPage.aspx> (Chine uniquement)
- Thaïlande : www.tgo.or.th/english
- Royaume-Uni (PAS 2050 et Carbon Trust) : <http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050/>,
<http://www.footprintexpert.com/registry/Pages/default.aspx>
- WRI/WBCSD : <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>

Programmes et initiatives privés :

- Asda : http://your.asda.com/assets/attachments/17733/original/Asda_2_0_Sustainability_Strategy_updated_.pdf
- Casino, France : <http://www.groupe-casino.fr/en/The-Casino-Carbon-Index-a-green.html>
http://www.produits-casino.fr/developpement-durable/dd_indice-carbone-demarche.html
- Fédération internationale de laiterie : http://www.fil-idf.org/Public/ColumnsPage.php?ID=2307_7
<http://www.idf-lca-guide.org/Public/en/LCA+Guide/LCA+Guidelines+overview>
- KRAV et Svenskt Sigill, Suède : <http://www.klimatmarkningen.se/in-english>
- Leclerc, France : <http://www.consoglobe.com/co2-leclerc-teste-etiquetage-c02-produits-2365-cg>
- Migros, Suisse : <http://www.climatop.ch/index.php?l=d&p=home&l=e>

<http://www.migipedia.ch/de/search/products/klima>,
<http://www.climatop.ch/index.php?l=e&p=producer&p2=tor>

Raisio, Finlande : http://www.raisio.com/www/page/Ecology_CO_label

Tesco : <http://www.tesco.com/climatechange/>

Consortium sur la durabilité : <http://www.sustainabilityconsortium.org/>

Walmart : <http://walmartstores.com/pressroom/news/9668.aspx>

Sources d'informations et de données complémentaires et outils en accès libre :

Publications du GIEC : www.ipcc.ch

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef_main.php

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml

Union européenne : <http://ict.jrc.ec.europa.eu/assessment/directories>

<http://www.biograce.net/content/aboutthebiograceproject/aim>

Protocole GHG : <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools>

<http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases>

Royaume-Uni : <http://www.defra.gov.uk/environment/economy/business-efficiency/reporting/>

Carbon Accounting for Land Managers : <http://www.calm.cla.org.uk/>

Outil CCalc Carbon Footprinting : <http://www.ccalc.org.uk/>

Base de données et outil logiciel Earthster (en cours d'élaboration) : <http://www.earthster.org/>

Liste des outils logiciels écologiques de prise en compte de l'environnement :

<http://www.environmenttools.co.uk/>

Réseau de recherche climatologique alimentaire (Food Climate Research Network) :

<http://www.fcrn.org.uk/>

Logiciel openLCA pour l'évaluation du cycle de vie et de la durabilité :

[http://www.greendeltatc.com/openLCA-](http://www.greendeltatc.com/openLCA-Framework.115.0.html?&L=1&docinput[flavour]=2&docinput[lang]=de)

[Framework.115.0.html?&L=1&docinput\[flavour\]=2&docinput\[lang\]=de](http://www.greendeltatc.com/openLCA-Framework.115.0.html?&L=1&docinput[flavour]=2&docinput[lang]=de)

Outil Cool Farm : <http://www.unilever.com/aboutus/supplier/sustainablesourcing/tools/>

Appendice II FAQ et autres ressources

Qu'est-ce que l'empreinte carbone ? L'empreinte carbone des produits est une estimation de la quantité totale des gaz à effet de serre (GES) émis pendant la durée de vie des biens et services, à savoir l'extraction des matières premières, l'élimination du produit en passant par sa production, son transport, son stockage et son utilisation. Elle est calculée à l'échelle des entreprises, gouvernements et autres afin de comprendre les émissions de GES des produits de consommation, notamment les aliments. L'empreinte carbone peut également être calculée pour des nations, des individus, des événements ou des organisations, par exemple.

Qu'est-ce qu'une étiquette carbone ? Une étiquette carbone est une déclaration publique de l'empreinte carbone d'un produit donné. Elle peut figurer sur l'emballage du produit ou être mise à la disposition des parties intéressées, par d'autres moyens tels qu'un site Internet ou la documentation de l'entreprise.

Une empreinte carbone mesure-t-elle uniquement le CO₂ ? Non. Une « empreinte carbone » mesure tous les GES émis par un système donné (par ex. une chaîne d'approvisionnement agricole). Les principaux gaz à effet de serre émis par l'horticulture et l'agriculture sont le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde d'azote (N₂O) et le méthane (CH₄). Certains réfrigérants sont également importants. Une empreinte carbone doit tenir compte des émissions de tous ces gaz.

Chacun des gaz à effet de serre a un impact différent sur l'atmosphère ; il s'agit du potentiel de réchauffement global (PRG). Le niveau de PRG dépend de leur temps de survie dans l'atmosphère, de leur concentration actuelle dans l'atmosphère et de leur capacité à capturer le rayonnement infrarouge.

Pour simplifier la discussion sur les impacts de différents mélanges de GES, le potentiel de réchauffement global d'1 kg de chaque gaz est comparé à celui d'1 kg de dioxyde de carbone. Les dernières estimations indiquent que l'impact d'1 kg de méthane sur le réchauffement global équivaut à 25 kg de dioxyde de carbone, alors qu'1 kg d'oxyde d'azote équivaut à 298 kg de dioxyde de carbone (GIEC 2007b). Après avoir déterminé l'impact de tous les GES par rapport au dioxyde de carbone, leurs impacts peuvent être additionnés pour obtenir l'impact global sous forme d'équivalent carbone.

En quoi consistent les limites du système ? Les limites du système définissent le nombre de processus intégrés dans l'empreinte carbone. Pour une PCF interentreprises partielle, les limites du système peuvent inclure toutes les émissions qui apparaissent jusqu'au point de transfert du produit vers une nouvelle organisation.

Qu'est-ce que l'analyse du cycle de vie (ACV) ? L'ACV est une méthodologie internationale standardisée qui a pour but de quantifier les impacts sur l'environnement des produits rejetés dans l'air, l'eau et la terre, en tenant compte de l'ensemble du cycle de vie, de l'extraction de la matière première jusqu'à son élimination en passant par la phase de production, de distribution et d'utilisation. L'ACV tient compte de tout un panel d'impacts sur l'environnement, notamment les émissions de GES. Les idées sous-jacentes à l'ACV et aux empreintes carbone sont très similaires et une ACV complète peut être utilisée pour indiquer une empreinte carbone. Cependant, de nombreuses entreprises ont tendance à considérer qu'il est moins coûteux et plus facile de calculer uniquement l'empreinte carbone. Dans les faits, une empreinte carbone est donc un sous-ensemble d'une ACV complète.

Le cadre de l'empreinte carbone est fourni par les méthodes d'ACV existantes. Cependant, les besoins en matière d'empreinte carbone dans la chaîne d'approvisionnement ne sont pas totalement satisfaits par les normes existantes en matière d'ACV (ISO 2006a, b) ni par les normes destinées aux entreprises tenant compte des GES, telles que le Protocole GHG mis au point par le World Resources Institute (WRI). L'un des problèmes des normes ISO existantes en matière d'ACV est qu'elles autorisent beaucoup de souplesse, les décisions revenant aux praticiens qui s'adaptent à l'objectif d'une analyse donnée. Cela limite leur utilisation à des fins de comparaison. Par conséquent, d'autres principes et techniques traitant les principaux aspects de l'empreinte carbone doivent être mis au point.

Appendice III Glossaire³⁸

À l'attention des consommateurs :

Fourniture de biens à l'utilisateur final.

Affectation :

Répartition des données relatives aux émissions et aux éliminations d'un processus commun entre le système de production à l'étude et un ou plusieurs autres coproduits.

Analyse du cycle de vie (ACV) :

Compilation et évaluation des intrants, produits et impacts environnementaux potentiels d'un système de production sur l'ensemble du cycle de vie du produit, de l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination des déchets ou le recyclage.

Au départ de l'exploitation :

Se reporter à : Interentreprises.

Changement d'affectation des terres :

Changement direct d'affectation des terres : passage des terres d'une catégorie définie par le GIEC (2006) à une autre. Ces catégories sont les suivantes : forêt, prairie, terres de culture, zones d'implantation, zones humides et autres terres.

Changement indirect d'affectation des terres : conversion d'une terre suite à des changements d'affectation d'une terre agricole dans une autre région du monde. Les émissions de GES associées au changement indirect d'affectation des terres ne sont pas (encore) intégrées dans les méthodologies PCF.

Coproduit :

Production de valeur issue du système de production étudié en plus du produit principal analysé.

De bout en bout :

Se reporter à : À l'attention des consommateurs.

Données d'activité :

Tous les matériaux et l'énergie utilisés au cours du cycle de vie du produit (par ex. les entrées-sorties de matières premières, l'énergie consommée, le transport, etc.).

Données primaires :

Mesures directes réalisées en interne ou par un tiers sur la chaîne d'approvisionnement concernant le cycle de vie d'un produit donné (BSI 2008b).

Données secondaires :

Données provenant de mesures externes, non spécifiques au produit, mais représentant une mesure moyenne ou générale de processus ou matériaux similaires (par ex. rapports industriels ou données agrégées provenant d'une association commerciale) (BSI 2008b).

Émissions évitées :

Le produit étudié déplace un autre produit ayant un impact supérieur en termes de GES sur le marché.

³⁸ Sources : BBC Weather Service, BSI (2008a, b), <http://www.bsigroup.com/>, Encyclopaedia Britannica, Henson & Humphrey (2010), WRI & WBCSD (2011).

Empreinte carbone des produits (PCF) :

Somme des émissions de gaz à effet de serre associées à un produit sur l'ensemble de son cycle de vie, de l'acquisition de matière première jusqu'à la production, la distribution, l'utilisation par le consommateur et l'élimination ou le recyclage du déchet ou d'une partie de celui-ci. La PCF doit inclure les six principaux gaz à effet de serre, à savoir le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde d'azote mais aussi les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF6).

Équivalent carbone (eCO₂) :

Unité de comparaison de l'effet du changement climatique ou de la force rayonnante d'un GES par rapport à ceux du CO₂. La conversion de gaz à effet de serre autres que le CO₂ en eCO₂ est réalisée en utilisant leurs potentiels de réchauffement global respectifs.

Facteur d'émission :

Outils nécessaires pour convertir une activité ou un processus en eCO₂ ; ils représentent la quantité de GES émis par unité des données d'activité.

Gaz à effet de serre (GES) :

L'un des nombreux gaz pouvant absorber et émettre un rayonnement à ondes longues (infrarouges) dans une atmosphère planétaire ; sur terre, il s'agit de certains **gaz traces**, à savoir : [La vapeur d'eau](#), [le dioxyde de carbone](#), [le méthane](#), [l'oxyde d'azote](#), [l'ozone](#), [les halocarbures](#). Bien que la part de gaz traces dans l'atmosphère semble très faible (< 1 %), ils peuvent avoir un fort impact sur le changement climatique (source : Service météorologique de la BBC).

Interentreprises :

Le client est une autre entreprise qui utilise le produit comme intrant de ses propres activités.

Limites du système :

Portée de l'empreinte carbone du produit, à savoir les étapes du cycle de vie, intrants et produits à inclure dans l'évaluation (BSI 2008b).

Norme internationale :

Document définissant une pratique d'excellence basée sur le consensus et approuvée par un organisme de normalisation national reconnu, tel que British Standards ou des organismes internationaux tels que le Comité européen de normalisation (CEN) ou l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Les normes formelles sont élaborées selon des règles strictes visant à s'assurer qu'elles sont équitables et transparentes.

Norme ou programme volontaire privé :

Développé par des organismes privés commerciaux et non commerciaux, par ex. une entreprise ou une ONG, et généralement adopté par des groupes commerciaux ou des organismes privés. Il/Elle peut nécessiter des évaluations de conformité menées par des auditeurs privés et appliquées par des certifications et des contrôles de conformité tiers.

Norme ou programme volontaire public :

Programmes ou normes développés par des organismes publics. S'ils deviennent obligatoires, il est préférable de les désigner sous le terme « règlements ».

Potentiel de réchauffement global (PRG) :

Facteur décrivant l'impact de la force de rayonnement d'une unité massique d'un gaz à effet de serre par rapport à une unité équivalente de dioxyde de carbone sur une durée donnée.

Rayonnement infrarouge :

Part du [spectre électromagnétique](#) qui s'étend de la longueur d'onde longue ou rouge (100 µm) de la plage de lumière visible à la plage de microondes (0,8 µm). Invisible à l'œil nu, il peut produire une sensation de chaleur sur la peau (Source : Encyclopaedia Britannica).

Règles de définition des catégories de produits (PCR) :

Ensemble de règles et directives applicables à des groupes de produits spécifiques, pouvant remplir des fonctions équivalentes et possédant des intrants et processus similaires.

Unité fonctionnelle :

Elle reflète généralement la façon dont le produit est consommé par l'utilisateur final et représente une quantité significative d'un produit utilisé à des fins de calcul, par ex. 1 litre de lait (BSI 2008b).

Références

Barber, A., Pellow, G., 2005. Energy use and efficiency measures for the New Zealand arable and outdoor vegetable industry. Préparé pour le Climate Change Office and Energy Efficiency and Conservation Authority. AgriLINK New Zealand Ltd.

Baumgartner, D.U., Mieleitner, J., Alig, M., Gaillard, G., 2011. Environmental profiles of farm types in Switzerland based on LCA. Dans : *Finkbeiner, M. (Ed.) Towards Life Cycle Sustainability Management*. Springer-Verlag.

Bolwig, S., Gibbon, P., 2009. Emerging product carbon footprint standards and schemes and their possible trade impacts. Risø-R-Report 1719(EN). Risø National Laboratory for Sustainable Energy, Technical University of Denmark.

Brenton, P., Edwards-Jones, G., Jensen, M.F., Attarzadeh, N., Norton, A., Plassmann, K., 2010. Carbon footprints and food systems: Do current accounting methodologies disadvantage developing countries? Banque Mondiale, Washington, D.C., États-Unis. ISBN 978-0-8213-8539-5.

Brenton, P., Edwards-Jones, G., Jensen, M.F., 2009. Carbon labelling and low income country exports: A review of the development issues. *Development Policy Review* 27, 243–265.

BSI, 2011. PAS 2050:2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards, Londres, Royaume-Uni.

BSI, 2008a. PAS 2050:2008. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards, Londres, Royaume-Uni.

BSI, 2008b. Guide to PAS 2050. How to assess the carbon footprint of goods and services. British Standards, Londres, Royaume-Uni.

Carbon Trust, 2011. Code of good practice for product greenhouse gas emissions and reduction claims. Guidance to support the robust communication of product carbon footprints. Interpretation. Carbon Trust, Londres, Royaume-Uni.

Carbon Trust, 2008. Code of good practice for product greenhouse gas emissions and reduction claims. Guidance to support the robust communication of product carbon footprints. Carbon Trust, Londres, Royaume-Uni.

Chapagain, A., James, K., 2011. The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK. WWF-UK and Waste Resources Action Programme.

De Schutter, D., 2010. Agroecology and the right to food. Présenté à la 16ème session du Conseil des droits de l'homme des Nations Unies [A/HRC/16/49].

http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_en.pdf

Edwards-Jones, G., Plassmann, K., York, L., Hounsome, B., Jones, D., Milà i Canals, L., 2009a. The vulnerability of exporting nations to the development of a carbon label in the United Kingdom. *Environmental Science and Policy* 12, 479–490.

Edwards-Jones, G., Plassmann, K., Harris, I., 2009b. Carbon footprinting of lamb and beef production systems: Insights from an empirical analysis of farms in Wales, UK. *Journal of Agricultural Science* 147, 707-719.

Edwards-Jones, G., Plassmann, K., Norton, A., Attarzadeh, N., 2009c. Food system differences and carbon labelling: Developing development-friendly design guidelines. Rapport provisoire du projet, inédit.

Edwards-Jones, G., Milà i Canals, L., Hounsome, N., Truninger, M., Koerber, G., Hounsome, B., Cross, P., York, E.H., Hospido, A., Plassmann, K., Harris, I.M., Edwards, R.T., Day, G.A.S., Tomos, A.D., Cowell,

S.J., Jones, D.L., 2008. Testing the assertion that 'local food is best': the challenges of an evidence based approach. *Trends in Food Science and Technology* 19, 265-274.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M., 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337-342.

Garnett, T., 2011. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy* 36, 23–32.

Garnett, T., 2008. Cooking up a storm. Food, greenhouse gas emissions and our changing climate. Food Climate Research Network. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey.

GIEC, 2007a. Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis, 996 pp.

GIEC, 2007b. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Working Groups I, II et III du Fourth Assessment Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (Eds.). GIEC, Genève, Suisse.

GIEC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), IGES, Japon.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U, van Otterdijk, R., Meybeck, A., 2011. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO, Rome.

Haas, G., Wetterich, F., Köpke, U., 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83, 43-53.

Henson, S., Humphrey, J., 2010. Understanding the complexities of private standards in global agri-food chains as they impact developing countries. *Journal of Development Studies* 46, 1628-1646.

Hospido, A., Milà i Canals, L., McLaren, S., Truninger, M., Edwards-Jones, G., Clift, R., 2009. The role of seasonality in lettuce consumption: a case study of environmental and social aspects. *International Journal of Life Cycle Assessment* 14, 381-391.

ISO, 2006a. ISO14040. Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework. Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse.

ISO, 2006b. ISO 14044. Environmental Management—Life Cycle Assessment—Requirements and Guidelines. Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse.

Jawjit, W., Kroeze, C., Rattanapan, S., 2010. Greenhouse gas emissions from rubber industry in Thailand. *Journal of Cleaner Production* 18, 403-411.

Lesschen, J.P., Velthof, G.L., de Vries, W., Kros, J., 2011. Differentiation of nitrous oxide emission factors for agricultural soils. *Environmental Pollution* 159, 3215-3222.

MacLeod, M., Moran, D., Eory, V., Rees, R.M., Barnes, A., Topp, C.F.E., Ball, B., Hoad, S., Wall, E., McVittie, A., Pajot, G., Matthews, R., Smith, P., Moxey, A., 2010. Developing greenhouse gas marginal abatement cost curves for agricultural emissions from crops and soils in the UK. *Agricultural Systems* 103, 198-209.

Milà i Canals, L., Azapagic, A., Doka, G., Jefferies, D., King, H., Mutel, C., Nemecek, T., Roches, A., Sim, S., Stichnothe, H., Thoma, G., Williams, A., 2011. Approaches for addressing life cycle assessment data gaps for bio-based products. *Journal of Industrial Ecology* 15, 707-725.

Milà i Canals, L., Munoz, I., Hospido, A., McLaren, S., Plassmann, K., 2008. Life cycle assessment (LCA) of domestic vs. imported vegetables. Case studies on broccoli, salad crops and green beans. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Royaume-Uni.

Milà i Canals, L., Cowell, S.J., Sim, S., Basson, L., 2007. Comparing domestic vs. imported apples: a focus on energy use. *Environmental Science and Pollution Research* 14, 338-344.

Milà i Canals, L., Burnip, G.M., Cowell, S.J., 2006. Evaluation of the environmental impacts of apple production using life cycle assessment (LCA): Case study in New Zealand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114, 226-238.

Mouron, P., Nemecek, T., Scholz, R., Weber, O., 2006. Management influence on environmental impacts in an apple production system on Swiss fruit farms: Combining life cycle assessment with statistical risk assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114, 311-322.

Nanda, N., 2010. International trade and climate change: issues for South Asia. Kathmandu: South Asia Watch on Trade, Economics and Environment (SAWTEE).

Niles, J.O., Brown, S., Pretty, J., Ball, A.S., Fay, J., 2002. Potential carbon mitigation and income in developing countries from changes in use and management of agricultural and forest lands. *Philosophical Transactions of the Royal Society London A* 360, 1621-1639.

O'Halloran, N., Fisher, P., Rab, A., 2008. Vegetable industry carbon footprint scoping study. Discussion Paper 6. Options for mitigating greenhouse gas emissions for the Australian vegetable industry. Horticulture Australia Ltd.

Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S., 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365, 3065-3081.

PCF Project, 2009a. Fallstudie 'Best Alliance' – Früherdbeeren der REWE Group. Dokumentation. Fallstudie im Rahmen des PCF (Product Carbon Footprint) Pilotprojekts Deutschland.

PCF Project, 2009b. Case study Tchibo Privat Kaffee Rarity Machare by Tchibo GmbH. Documentation. Case study undertaken within the PCF Pilot Project Germany.

Philippot, L., Hallin, S., 2011. Towards food, feed and energy crops mitigating climate change. *Trends in Plant Science* 16, 476-480.

Plassmann, K., Norton, A., Attarzadeh, N., Jensen, M.F., Brenton, P., Edwards-Jones, G., 2010. Methodological complexities of carbon footprinting: a sensitivity analysis of key variables in a developing country context. *Environmental Science and Policy* 13, 393-404.

Pretty, J.N., Noble, A.D., Bossio, D., Dixon, D., Hine, R.E., Penning de Vries, F.W.T., Morison, J.I.L., 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology* 40, 1114-1119.

Robertson, G.P., 1999. Keeping track of carbon. *Science* 285, 1849.

Sathaye, J., Najam, A., Cocklin, C., Heller, T., Lecocq, F., Llanes-Regueiro, J., Pan, J., Petschel-Held, G., Rayner, S., Robinson, J., Schaeffer, R., Sokona, Y., Swart, R., Winkler, H., 2007. Sustainable Development and Mitigation. Dans : *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis.

Schlesinger, W.H., Andrews, J.A., 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry* 48, 7-20.

Sim, S., Barry, M., Clift, R., Cowell, S.J., 2007. The relative importance of transport in determining an appropriate sustainability strategy for food sourcing. A case study of fresh produce supply chains. *International Journal of Life Cycle Assessment* 12, 422-431.

Sinden, G., 2009. The contribution of PAS 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards. *International Journal of Life Cycle Assessment* 14, 195-203.

Smith, G., 2009. Interaction of Public and Private Standards in the Food Chain. OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, No. 15, OECD Publishing. doi: 10.1787/221282527214.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith, J., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363, 789-813.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., 2007. Agriculture. Dans: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)]*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis.

Smith, P., Goulding, K.W., Smith, K.A., Powelson, D.S., Smith, J.U., Falloon, P., Coleman, K., 2001. Enhancing the carbon sink in European agricultural soils: Including trace gas fluxes in estimates of carbon mitigation potential. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, 237-252.

Sonesson, U., Davis, J., Ziegler, F., 2010. Food production and emissions of greenhouse gases. An overview of the climate impact of different product groups. SIK-Report No. 802. ISBN 978-91-7290-291-6.

WRI & WBCSD. 2011. Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (2011). <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>.

Williams, A., Pell, E., Webb, J., Tribe, E., Evans, D., Moorhouse, E., Watkiss, P., 2009. Comparative life cycle assessment of food commodities procured for UK consumption through a diversity of supply chains. Final Report to Defra on Project FO0103.



Siège
Centre du commerce international
54-56 Rue de Montbrillant
1202 Genève, Suisse

P: +41 22 730 0111
F: +41 22 733 4439
E: itcreg@intracen.org
www.intracen.org

Adresse postale
Centre du commerce international
Palais des Nations
1211 Genève 10, Suisse

Le Centre du commerce international (ITC) est l'agence conjointe de l'Organisation mondiale du commerce et des Nations Unies.