



Secrétariat Compensation, octobre 2015 (version 2)

Méthode standard pour des projets de compensation du type «installations agricoles de méthanisation»

Annexe K de la communication «Projets et programmes de réduction des émissions réalisés en Suisse»

Table des matières

1	Introduction	2
2	Bases méthodologiques	3
2.1	Brève description de la méthode	3
2.2	Sources et données de base	3
2.3	Définitions	4
2.4	Hypothèses	5
2.5	Domaines d'application	5
2.6	Répartition de l'effet en cas d'octroi de la RPC	6
3	Calcul des émissions attendues	7
3.1	Marges de fonctionnement du système	7
3.2	Détermination du scénario de référence	9
3.3	Calcul des émissions générées par le scénario de référence	9
3.4	Émissions du scénario du projet	12
3.4.1	Processus 1 : stockage de l'engrais de ferme pour l'installation de méthanisation	12
3.4.3	Processus 3 : pertes de gaz pendant les processus de méthanisation	15
3.4.4	Processus 4 : émissions issues de la maturation et du stockage du produit méthanisé	15
3.4.5	Processus 5 : production d'électricité au moyen de biogaz dans une installation couplage chaleur-force (CCF)	16
3.4.6	Processus 6 : émissions provenant du brûlage de biogaz à la torche	16
3.5	Fuite	16
3.6	Détermination des réductions d'émissions obtenues	17
3.7	Analyse des obstacles	17
3.8	Preuve de l'additionnalité	17
4	Exigences posées à la méthode de suivi	18
5	Récapitulatif des valeurs standard pour les paramètres fixes	23
6	Bibliographie	24

1 Introduction

Avec les annexes relatives à des technologies spécifiques, qui complètent la communication de l'OFEV en sa qualité d'autorité d'exécution intitulée «Projets et programmes de réduction des émissions réalisés en Suisse»¹, les requérants disposent de recommandations expliquant la manière dont la preuve des réductions d'émissions obtenues peut être apportée. Dans ces annexes, l'accent est mis sur la possibilité de prouver et de quantifier les réductions d'émissions supplémentaires obtenues par rapport à une évolution de référence. La présente annexe technique traite de la preuve des réductions d'émissions devant être apportée dans le cadre de projets de compensation du type «installations agricoles de méthanisation». Des programmes de ce type ne sont pas souhaités.

Lorsqu'un projet de compensation satisfait aux exigences formulées sous 2.5 du présent document, les réductions d'émissions imputables peuvent être calculées à l'aide de la méthode standard décrite ci-après. Le requérant est dès lors assuré que la méthode sera reconnue par le secrétariat Compensation de l'OFEV et de l'OFEN.

Le chapitre 2 contient des informations générales, notamment des définitions et les bases légales qui s'appliquent, ainsi que des explications concernant le domaine d'application de la méthode standard. Le chapitre 3 décrit la méthode standard recommandée pour le calcul des réductions d'émissions et le chapitre 4, les exigences posées au suivi.

¹ Projets et programmes de réduction des émissions réalisés en Suisse. Un module de la Communication de l'OFEV en sa qualité d'autorité d'exécution de l'ordonnance sur le CO₂. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne : <http://www.bafu.admin.ch/UV-1315-F>

2 Bases méthodologiques

2.1 Brève description de la méthode

La méthode décrite dans le présent chapitre (appelée ci-après méthode standard) permettant de prouver les réductions d'émissions est une recommandation de l'OFEV. Cette partie présente en détail les aspects méthodologiques importants du point de vue de l'OFEV concernant les projets de compensation du type «installations agricoles de méthanisation». Elle décrit en premier lieu comment déterminer les réductions d'émissions de gaz à effet de serre produits par la méthanisation (fermentation anaérobie) de biodéchets dans des installations agricoles de méthanisation. Ces installations produisent du biogaz à partir d'engrais de ferme et d'autres déchets agricoles, ainsi qu'à parti de cosubstrats d'origine non agricole². Le biogaz peut ensuite être utilisé à des fins énergétiques ou injecté dans un réseau de gaz naturel après avoir été traité³.

La réduction annuelle des émissions correspond à la différence entre les émissions selon l'évolution de référence (stockage des engrais de ferme, valorisation de la biomasse supplémentaire utilisée dans l'installation, fertilisation avec des engrais de ferme non méthanisés) et les émissions dues au projet (installation de méthanisation, traitement, stockage et utilisation des produits méthanisés en tant qu'engrais). Les émissions dues au projet sont calculées sur la base de la quantité d'engrais de ferme et de cosubstrat employée en appliquant les facteurs d'émission correspondants ; le calcul est effectué conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, en utilisant, par ailleurs, les facteurs spécifiques à la Suisse pour la caractérisation des engrais de ferme selon les DBF-GCH 2009 (OFAG 2009).

La méthode standard répond aux exigences internationales appliquées dans le cadre de l'inventaire suisse des gaz à effet de serre. Après information par l'OFEV, les modifications futures de ces exigences pourront être reprises dans la présente méthode.

2.2 Sources et données de base

Cette méthode standard s'appuie sur les données de base suivantes :

- description de la méthode MDP AM0073 (v. 1.0) pour le traitement de déchets agricoles (CCNUCC 2012) et de la méthodologie pour des projets à petite échelle AMSIII.D v. 19.0 (CCNUCC 2013) ;
- DBF-GCH 2009 (OFAG 2009) ;
- Recommandations de bonnes pratiques du GIEC (2000) ;
- Lignes directrices du GIEC (1996, 2006) ;
- NIR, inventaire suisse des gaz à effet de serre (OFEV 2013b) ;
- expérience tirée de la validation et de la vérification de propositions de projets d'installations agricoles de méthanisation.

Le tableau au chapitre 5 liste les valeurs standard pour les paramètres fixes utilisés dans la présente méthode ainsi que leurs sources. Ces valeurs sont contrôlées périodiquement par l'OFEV et actualisées, le cas échéant.

² On admet que la proportion de cosubstrat d'origine non agricole ne dépasse pas 20 %, cette proportion étant une condition pour que les installations de méthanisation puissent obtenir le bonus agricole prévu dans le cadre de la RPC.

³ Cette méthode standard ne comprend pas la préparation du biogaz en vue de son injection dans le réseau de gaz naturel.

2.3 Définitions

Biogaz	Gaz biogène contenant du méthane généré par méthanisation d'un substrat (fermentation anaérobie). Le biogaz se compose généralement de 50 à 70 % de CH ₄ et de 30 à 50 % de CO ₂ .
Engrais de ferme	Lisier, fumier, jus de fumier, produits de séparation du lisier, jus de silo provenant de la garde d'animaux de rente (agricole ou non) à titre professionnel et résidus similaires issus de la production animale ou végétale dans des exploitations agricoles
Cosubstrat	Déchets organiques (p. ex. déchets verts, déchets alimentaires, déchets de production, cultures intercalaires) qui ne sont pas des engrais de ferme
Substrat méthanisable	Substrat utilisé dans l'installation de méthanisation pour la méthanisation (engrais de ferme, enrichi de cosubstrats)
Lisier méthanisé	Cf. Produit méthanisé
Produit méthanisé (ou produit issu de la méthanisation) ⁴	Produit liquide ou solide obtenu par méthanisation du substrat méthanisable. La méthode standard s'appliquant aux installations de méthanisation utilisant au maximum 20 % de cosubstrat, le produit méthanisé peut également être considéré comme du lisier méthanisé.
Fournisseur	Exploitation qui fournit l'engrais de ferme à l'installation de méthanisation ; l'engrais de ferme y est produit et stocké momentanément. L'engrais de ferme peut également être produit directement sur le site de l'installation de méthanisation. La notion de fournisseur englobe donc également le site de l'installation.
SV	Teneur moyenne en matière sèche organique (SV = solides volatils) du substrat méthanisable (exprimée en t de SV/m ³) selon OFAG 2009, tableau 42, ligne «MO» (correspond à la matière sèche moins la teneur en cendres de 7 à 8 %)
B _o	Potentiel méthanogène maximal pour l'engrais de ferme ou le substrat méthanisable selon les tableaux 10A-4 à 10A-9 des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10 (exprimé en m ³ de CH ₄ /kg de SV)
FCM	Facteur de conversion du méthane selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10, tableau 10.17 (p. 10.52ss ⁵). Le FCM reflète la proportion du potentiel maximal B _o exploitée dans les conditions spécifiques du stockage.
PRP CH ₄	Potentiel de réchauffement planétaire du méthane selon l'inventaire suisse de gaz à effet de serre pour l'année concernée (depuis 2013, il est fixé à 25 ; adaptation possible sur la base de décisions au plan international)

⁴ Définition conforme à l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture, module «Installations de méthanisation» (OFEV, OFAG : projet de juillet 2013 mis en consultation) :

- l'engrais de ferme méthanisé contenant moins de 20 % matière d'origine non agricole est appelé *lisier méthanisé*, *lisier méthanisé séparé* ou *fumier méthanisé* ;
- le substrat méthanisé contenant plus de 20 % matière d'origine non agricole est appelé **digestat** (solide ou liquide) ;
- le terme générique pour désigner tous les substrats méthanisés indépendamment des proportions est *produits méthanisés*.

⁵ Les tableaux 10A-4 à 10A-9 des Lignes directrices 2006 du GIEC ne doivent pas être pris en compte car ils ne s'appliquent pas directement à la situation de la Suisse.

Couche flottante	Couche semblable à une croûte (dont l'épaisseur est d'au moins 20 cm ⁶), qui se forme en l'espace d'une semaine à la surface de l'engrais de ferme liquide stocké. La formation et l'épaisseur de la couche dépendent essentiellement de la proportion de matière sèche du lisier (et, par conséquent, de l'espèce animale et de l'alimentation ainsi que du système de stabulation) et de la litière employée. D'autres facteurs ayant une incidence sont la couverture du réservoir à lisier, le dispositif et la fréquence de brassage mécanique, l'utilisation d'eau lors du nettoyage des bâtiments d'élevage, les surfaces situées à l'extérieur des bâtiments d'élevage qui sont raccordées au réservoir (p. ex. les toitures, les aires d'exercice), les eaux usées ménagères éventuellement déversées et les conditions météorologiques.
Litière profonde	Le système de stabulation est considéré comme une litière profonde lorsque plus de 90 % de la litière de l'étable à stabulation libre est ajoutée en continu (OFGAG 2009). Voir aussi «litière accumulée» (tableau 10.18, GIEC 2006)

2.4 Hypothèses

La méthode de calcul se fonde sur les hypothèses suivantes :

- Même s'il n'est pas utilisé dans le cadre du projet, le cosubstrat est épandu en tant qu'engrais sur les champs, après différentes étapes de traitement, comme dans le cas d'un projet. Les émissions générées sont à peu près égales dans les deux cas et ne sont donc pas prises en compte.
- Des émissions de N₂O sont générées aussi bien dans le scénario de référence que dans le scénario du projet ; elles sont toutefois minimes en comparaison des émissions de CH₄. Aussi, les émissions de N₂O ne sont-elles pas prises en compte dans cette méthode à des fins de simplification et pour limiter autant que possible les coûts de transaction lors de l'élaboration du projet et plus particulièrement lors du suivi.
- On part, en outre, du principe que les émissions liées à l'épandage de l'engrais de ferme (évolution de référence) sont similaires à celles liées à l'épandage des produits méthanisés (scénario du projet). Les émissions dues à des fuites (émissions en dehors des marges de fonctionnement du système ; *leakage*) ne sont, par conséquent, pas examinées.
- Les émissions de CH₄ liées au stockage des produits méthanisés en dehors des marges de fonctionnement du système ne sont pas prises en compte.

2.5 Domaines d'application

La méthode standard est applicable uniquement dans les situations suivantes (conditions cumulatives) :

- Il s'agit exclusivement de projets qui collectent de l'engrais de ferme et du cosubstrat dans une installation centrale pour produire du biogaz par méthanisation. Le biogaz peut ensuite être utilisé pour produire de l'électricité, de la chaleur ou les deux. La méthode ne comprend pas cette valorisation du biogaz. Les réductions d'émissions liées à cette dernière peuvent, le cas échéant, être complétées par le requérant.
- Il s'agit d'engrais de ferme provenant d'exploitations pratiquant l'élevage agricole et/ou professionnel, dans lesquelles sont détenus p. ex. des bovins, des buffles, des porcins, des ovins, des caprins ou de la volaille, et où l'engrais de ferme est stocké et traité dans des conditions anaérobies.
- La température annuelle moyenne sur le site de stockage du fournisseur est supérieure à 5 °C.
- Le substrat méthanisable utilisé dans l'installation se compose exclusivement d'engrais de ferme et de cosubstrat. La proportion de cosubstrat d'origine non agricole ne doit pas dépas-

⁶ Cf. Petersen et Ambus (2006)

ser 20 % du substrat méthanisable total introduit dans l'installation de méthanisation.

- Les flux de substances sont traçables. Conditions requises :
 - preuve des livraisons de cosubstrats et d'engrais de ferme (nature, quantité, source et date de livraison) ;
 - preuve des livraisons (reprises) de substrat de méthanisation (bulletins de livraison).
- Dans le cas de référence, l'engrais de ferme est stocké au moins trente jours en moyenne chez les fournisseurs avant d'être épandu sur les champs.
- Le projet remplit l'exigence d'additionnalité conformément à la communication (OFEV 2013a).
- Les paramètres nécessaires pour la méthode de suivi doivent être disponibles pour toutes les années de la période de crédit.
- Le site de l'installation de méthanisation se trouve en Suisse et les engrais de ferme utilisés proviennent de Suisse.
- On utilise uniquement des technologies éprouvées.
- L'installation de méthanisation doit être dotée d'une torche stationnaire pour éviter des émissions de méthane en cas de panne de l'installation ou d'excédents de gaz. Une deuxième installation de valorisation peut être utilisée en complément (p. ex. un deuxième moteur ou une torche mobile destinée à détruire les excédents de gaz).
- Le réservoir de biogaz doit être équipé d'une double membrane ou d'un dispositif analogue pour minimiser les pertes dues aux fuites dans l'installation.
- L'exploitant de l'installation doit s'assurer que le lisier méthanisé est stocké de manière à ce qu'il ne génère pas d'émissions significatives de CH₄. Ceci s'applique aussi bien au stockage sur sa propre exploitation qu'à un éventuel stockage dans des installations. Ce n'est qu'à cette condition que les émissions de CH₄ peuvent être négligées du point de vue méthodologique.
- L'installation n'utilise que des matières figurant sur la liste des intrants pour les installations de compostage et de méthanisation de l'OFAG⁷.
- Les produits méthanisés liquides doivent être épandus avec des systèmes conformes à l'état de la technique décrit dans le module «Éléments fertilisants et utilisation des engrais dans l'agriculture» de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture.
- L'installation ainsi que les preneurs de produits méthanisés respectent les dispositions en matière de protection de l'environnement relatives aux engrais liquides et aux engrais contenant de l'azote :notamment l'utilisation des produits méthanisés comme engrais, l'enregistrement des intrants destinés à être méthanisés, l'enregistrement des livraisons de produits méthanisés, dans HODUFLU, le respect du rayon d'exploitation usuel [REU], un bilan équilibré d'éléments fertilisants, une capacité de stockage suffisante pour les produits méthanisés, des installations de stockage étanches pour ces derniers, la prise en compte des conditions météorologiques et pédologiques, de la topographie, des besoins en nutriments des plantes et des recommandations de fumure en cas d'utilisation de produits méthanisés au sens de l'annexe 2.6 de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques [ORR-Chim].

La Confédération peut définir des prescriptions supplémentaires s'appliquant au projet d'installation de méthanisation.

2.6 Répartition de l'effet en cas d'octroi de la RPC

L'octroi de la RPC doit être pris en compte, conformément au point 2.6.3.2 de la communication (OFEV, 2013a), lors de l'imputation de l'effet obtenu grâce à la réalisation du projet, du fait que le coût climatique du courant renouvelable est indemnisé par la RPC. Aucune attestation ne peut être donc être délivrée pour l'injection d'électricité dans le réseau lorsqu'une RPC est octroyée.

⁷ Liste des intrants pour les installations de compostage et de méthanisation :
<http://www.blw.admin.ch/themen/00011/00076/index.html?lang=fr>

3 Calcul des émissions attendues

3.1 Marges de fonctionnement du système

Les marges de fonctionnement du système comprennent l'installation de méthanisation (méthanisation et production d'électricité), les exploitations des fournisseurs, les installations de stockage ainsi que les voies de transport entre les fournisseurs et l'installation de méthanisation. La figure 1 présente une vue d'ensemble des sources d'émission significatives d'un projet et le tableau 1 liste les gaz à effet de serre devant être pris en compte dans le cadre du projet et dans le scénario de référence.

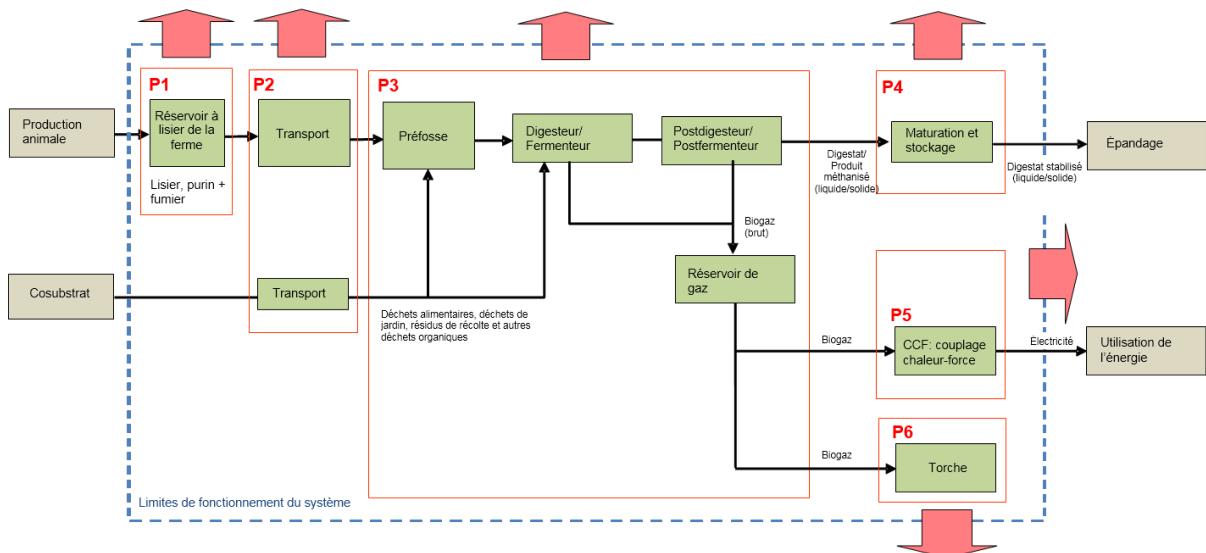


Figure 1 Diagramme des flux de substances et sources d'émission importantes (flèches)

Sources d'émission

- P1 : stockage de l'engrais de ferme chez le fournisseur (fumières comprises)
- P2 : transport de l'engrais de ferme et des cosubstrats vers l'installation de méthanisation
- P3 : pertes de gaz tout au long du processus de méthanisation
- P4 : maturation et stockage des produits liquides et solides issus de la méthanisation
- P5 : valorisation du biogaz dans la centrale CCF
- P6 : émissions du brûlage du biogaz à la torche

Les émissions générées lors de l'épandage du digestat stabilisé sur les champs ne sont pas prises en compte. On admet que le digestat stabilisé est épandu sur les champs en quantités égales et de la même manière dans le cas de référence et dans le projet.

Les émissions de CH₄ générées lors du stockage des produits méthanisés *en dehors* des marges de fonctionnement du système sont négligeables de par les exigences posées au stockage en vue de minimiser ces émissions. Toutes les émissions de CH₄ générées lors du stockage *au sein* des marges de fonctionnement du système sont recensées sous P4.

La fuite est traitée au point 3.5 du présent document.

Scénario de référence	Source	Gaz	Inclusion / exclusion	Justification, explication
Émissions du stockage d'engrais de ferme (P1)	CO ₂	Exclusion	N'est pas prise en compte car il s'agit de CO ₂ biogène	
	CH ₄	Inclusion	Principale source d'émissions dans le scénario de référence	
	N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)	
Activités relatives au projet	Émissions directes du stockage d'engrais de ferme (P1)	CO ₂	Exclusion	N'est pas prise en compte car il s'agit de CO ₂ biogène
		CH ₄	Inclusion	Émissions de méthane, pertes comprises
		N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)
	Transport d'engrais de ferme et de cosubstrats (P2)	CO ₂	Inclusion	Source d'émission importante
		CH ₄	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)
		N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)
	Fuites de gaz pendant la méthanisation (P3)	CO ₂	Exclusion	N'est pas prise en compte car il s'agit de CO ₂ biogène
		CH ₄	Inclusion	Les pertes de gaz au cours du processus de méthanisation peuvent être considérables
		N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte car il s'agit d'émissions minimes
	Émissions issues du traitement des produits méthanisés (P4)	CO ₂	Exclusion	N'est pas prise en compte car il s'agit de CO ₂ biogène
		CH ₄	Inclusion	Peut être une importante source d'émissions
		N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)
	Production d'électricité au moyen de biogaz (P5) ⁸	CO ₂	Exclusion	N'est pas prise en compte, car il s'agit de CO ₂ biogène
		CH ₄	Inclusion	Peut être une importante source d'émission
		N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)
	Brûlage à la torche de l'excédent de biogaz (P6)	CO ₂	Exclusion	N'est pas prise en compte car il s'agit de CO ₂ biogène
		CH ₄	Inclusion	Peut être une importante source d'émission
		N ₂ O	Exclusion	N'est pas prise en compte pour simplifier (émissions faibles)

Tableau 1 Sources d'émission prises en compte ou exclues

⁸ Il est, en principe, également possible de prendre en compte le remplacement de l'électricité du mix électrique suisse par l'électricité neutre en CO₂ produite ici lorsqu'aucune prestation pécuniaire non remboursable (p. ex. RPC) n'est allouée. Cet aspect n'est toutefois pas traité dans le cadre de la présente méthode à des fins de simplification. Lorsque les émissions issues de ce remplacement doivent être prises en compte, il y a lieu d'utiliser le facteur d'émission correspondant figurant à l'annexe 3 de la communication de l'OFEV.

3.2 Détermination du scénario de référence

Tout d'abord, il y a lieu de définir des scénarios alternatifs plausibles, du point de vue des exploitants de l'installation de méthanisation, pour les sites des fournisseurs, conformément à la communication de l'OFEV (OFEV 2013a).

Ensuite, il convient de décrire au moins les scénarios suivants :

- scénario «maintien du statu quo» ;
- scénario alternatif pour la quantité de cosubstrat employée dans le cas du projet ;
- scénario alternatif pour la quantité d'engrais de ferme employée dans le cas du projet, p. ex. gestion conventionnelle des engrais à la ferme.

3.3 Calcul des émissions générées par le scénario de référence

Les émissions totales de l'évolution de référence se composent comme suit :

$$ER_{Tot,y} = PRP_{CH_4} \times \sum_j EM_{j,y} \quad (1)$$

où :

$ER_{Tot,y}$	Émissions de méthane issues de l'engrais de ferme stocké pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂)
PRP_{CH_4}	Potentiel de réchauffement planétaire du méthane selon l'ordonnance sur le CO ₂
j	Fournisseur (et système de stabulation considéré ⁹) j qui livre, selon le scénario du projet, de l'engrais de ferme à l'installation de méthanisation
$EM_{j,y}$	Émissions de méthane du stockage d'engrais de ferme chez un fournisseur j pour l'année y (en t de CH ₄ /an)

Les émissions de méthane issues du stockage de l'engrais de ferme ($EM_{j,y}$) peuvent être déterminées selon deux méthodes. La méthode 1 doit être utilisée dans tous les cas où la quantité d'engrais de ferme par catégorie animale ainsi que la proportion de substance sèche organique méthanisable qu'il renferme peuvent être déterminées avec une précision suffisante. À défaut, elle peut être remplacée par la méthode 2 qui se fonde sur le nombre d'animaux.

Ensuite toutes les émissions de méthane $EM_{j,y}$ sont additionnées conformément à la formule (1), indépendamment du fait que les différents $EM_{j,y}$ aient été déterminés selon la méthode 1 ou selon la méthode 2.

Méthode 1 pour le calcul de $EM_{j,y}$

La somme des quantités de méthane générées chez le fournisseur j par les différentes catégories animales durant une année donnée y est déterminée à partir des quantités de lisier de chaque catégorie animale et de la substance sèche qu'il renferme.

$$EM_{j,y} = \rho_{CH_4,n} \times \sum_{Tj} (0,94 \times FCM_j \times B_{o,T} \times Q_{yT,j} \times SVS_{T,j} \times \%GF_{yT,j}) \quad (2)$$

où :

$\rho_{CH_4,n}$	Densité du méthane à température ambiante (20 °C) et pression atmosphérique de 1 atm ($6,7 \times 10^{-4}$ t/m ³)
-----------------	--

⁹ Lorsque plusieurs systèmes de stabulation sont utilisés chez un même fournisseur, j désigne une combinaison du fournisseur et d'un système de stabulation.

0,94	Facteur de pondération pour tenir compte des incertitudes du calcul du FCM (méthode MDP, AM0073)
<i>j</i>	Fournisseur (et système de stabulation considéré) <i>j</i> . Lorsque plusieurs systèmes de stabulation sont utilisés chez un même fournisseur, <i>j</i> désigne une combinaison d'un fournisseur et d'un système de stabulation.
<i>T</i>	Catégorie animale. On effectue la somme de toutes les catégories animales que l'on trouve chez un fournisseur avec un système de stabulation donné pour une année donnée.
FCM_j	Facteur de conversion annuel du méthane (en %) pour un fournisseur <i>j</i> avec un système de stabulation donné selon la méthode décrite dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre (OFEV 2013b). Actuellement, la méthode est basée sur les valeurs figurant dans le tableau 10.17 (p. 10.52ss) ¹⁰ des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10. Pour le stockage de lisier liquide, il y a lieu d'utiliser le FCM selon le NIR actuel de la Suisse, dont la valeur est fixée à 10 %. Lorsque la valeur standard de 10 % est utilisée pour le FCM, il n'est pas nécessaire de présenter d'autres pièces justificatives concernant le système de stabulation utilisé par les fournisseurs. Suivant le système de stabulation, il est possible de choisir un autre FCM figurant dans le tableau 10.17, mais il faut alors indiquer en détail, pour chaque fournisseur, le type de lisier, le système de stabulation et la température annuelle moyenne qui entrent en ligne de compte pour un site donné (cf. les explications ci-après concernant le choix du FCM).
$B_{0,T}$	Potentiel méthanogène maximal de l'engrais de ferme selon la méthode décrite dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre (OFEV 2013b) pour la catégorie animale <i>T</i> correspondante (en m^3 de CH_4 /kg de SV). Actuellement, l'inventaire des gaz à effet de serre se fonde sur les valeurs figurant dans les tableaux 10A-4 à 10A-9 des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10.
$Q_{y,T,j}$	Quantité d'engrais de ferme (en kg) pour une catégorie animale <i>T</i> et un fournisseur <i>j</i> avec un système de stabulation donné pour l'année <i>y</i>
$SVS_{T,j}$	Teneur spécifique annuelle (%) en matière organique sèche méthanisable ¹¹ de l'engrais de ferme par catégorie animale <i>T</i> et par fournisseur (et système de stabulation) <i>j</i> (méthode de détermination des solides volatils : cf. chap. 4)
$\%GF_{y,T,j}$	Proportion de l'engrais de ferme total ($Q_{y,T,j}$) de la catégorie animale <i>T</i> obtenu chez un fournisseur <i>j</i> avec un système de stabulation donné, qui serait effectivement livrée à l'installation de méthanisation durant l'année <i>y</i>

Commentaire concernant le choix du FCM

Les valeurs des FCM sont listées dans le tableau 10.17 des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10¹². Les définitions des systèmes de stabulation qui y sont mentionnés sont regroupées dans le tableau 10.18. Les tableaux 10A-4 à 10A-9 ne sont pas pris en compte. Lorsque le FCM standard de 10 % du NIR de la Suisse n'est pas utilisé pour un fournisseur, le système de stabulation doit d'abord pouvoir être attribué sans ambiguïté à un système défini dans le tableau 10.18. Par exemple, un FCM de 17 % pourrait être employé pour une partie du substrat méthanisable pour une exploitation avec un système de stabulation à litière profonde (cf. tableau 10.17, p. 10.54, litière accumulée). Les conditions qui y sont mentionnées doivent être remplies et les pièces justificatives ou les documents qui le prouvent doivent être présentés. Le système ou les conditions supplémentaires mentionnées dans le tableau 10.17 (p. ex. absence de croûte flottante) doivent figurer dans la description du projet, être contrôlés durant le suivi et être documentés dans le rapport de suivi.

¹⁰ Les valeurs des tableaux 10A-4 à 10A-9 ne peuvent pas être utilisées ici.

¹¹ Déduction faite de la teneur en cendres (solides volatils)

¹² http://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

Méthode 2 pour le calcul de $EM_{j,y}$

$$EM_{j,y} = \rho_{CH_4,n} \times \sum_{Tj} (0,94 \times FCM_j \times B_{0,T} \times N_{T,y} \times SV_{T,y} \times GF\%_{y,T,j}) \quad (3)$$

où :

$\rho_{CH_4,n}$	Densité du méthane à température ambiante (20° C) et pression atmosphérique de 1 atm ($6,7 \times 10^{-4}$ t/m ³)
j	Fournisseur (et système de stabulation considéré) j. Lorsque plusieurs systèmes de stabulation sont utilisés chez un même fournisseur, j désigne une combinaison d'un fournisseur et d'un système de stabulation.
T	Catégorie animale chez un fournisseur j avec un système de stabulation donné. On effectue la somme toutes les catégories animales que l'on trouve chez un fournisseur j avec un système de stabulation donné pour une année donnée.
FCM_j	Facteur de conversion annuel du méthane (en %) pour un fournisseur j avec un système de stabulation donné selon la méthode décrite dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre (OFEV 2013b). Actuellement, la méthode est basée sur les valeurs figurant dans le tableau 10.17 (p. 10.52ss) des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10 ¹³ . Pour le stockage de lisier liquide, il y a lieu d'utiliser le FCM selon le NIR actuel de la Suisse, dont la valeur est fixée à 10 %. Lorsque la valeur standard de 10 % est utilisée pour le FCM, il n'est pas nécessaire de présenter d'autres pièces justificatives concernant le système de stabulation utilisé par les fournisseurs. Suivant le système de stabulation, il est possible de choisir un autre FCM selon le tableau 10.17, mais il faut alors indiquer en détail, pour chaque fournisseur, le type de lisier, le système de stabulation et la température annuelle moyenne qui entrent en ligne de compte pour chaque site tout au long de l'année (cf. les explications ci-dessus concernant le choix du FCM).
0,94	Facteur de pondération pour tenir compte des incertitudes du calcul du FCM (méthode MDP, AM0073)
$B_{0,T}$	Potentiel méthanogène maximal de l'engrais de ferme selon la méthode décrite dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre (OFEV 2013b) pour la catégorie animale T correspondante (en m ³ de CH ₄ /kg de SV). Actuellement, la méthode est basée sur les valeurs figurant dans les tableaux 10A-4 à 10A-9 des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10.
$N_{T,y}$	Nombre moyen d'animaux de la catégorie animale T chez le fournisseur j pour un système de stabulation donné durant l'année y
$SV_{T,y}$	Quantité annuelle de matière méthanisable dans l'engrais de ferme par catégorie animale pour l'année y (en kg de SV par animal et par an). Le facteur $SV_{T,y}$ est repris du NIR de la Suisse (OFEV 2013b) pour chaque catégorie animale T. Pour la catégorie «vaches laitières», $SV_{T,y}$ est de surcroît redimensionné en fonction du rendement laitier RL (en kg par animal et par an). $SV_{T,y, vaches laitières}$ s'obtient comme suit :
	$SV_{T,y, vaches laitières} = 0,00053959 \times RL + 2,50160227$
	Cette régression repose sur les valeurs prescrites concernant le rendement laitier et l'excrétion de SV (NIR de la Suisse, OFEV 2013b). Une vache laitière a besoin d'un apport d'énergie nette supplémentaire de 3,14 MJ par kg de lait (ENL), ce qui correspond à 9,87 MJ d'énergie brute. Le rendement laitier détermine le besoin en énergie brute des vaches laitières (EB), et par conséquent aussi l'excrétion de SV, selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10, équation 10.16.

¹³ Les valeurs des tableaux 10A-4 à 10A-9 ne peuvent pas être utilisées ici.

$\%GF_{y,T,j}$	Proportion de l'engrais de ferme total de la catégorie animale T obtenu chez un fournisseur j avec un système de stabulation donné, qui serait effectivement livrée à l'installation de méthanisation durant l'année y
----------------	--

3.4 Émissions du scénario du projet

Les émissions attendues pour le projet d'installation agricole de méthanisation se composent des émissions des processus définis ci-dessous (soit P1 à P6). Les données d'activité et les facteurs d'émission doivent être déterminés pour chaque processus.

Formule de base pour le calcul des émissions totales générées par le projet :

$$EP_{Tot,y} = EP_{Stockage,y} + EP_{Tr,y} + EP_{P,y} + EP_{Aer,y} + EP_{El,y} + EP_{B,y} \quad (4)$$

où :

$EP_{Tot,y}$	Émissions attendues pour le projet pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
$EP_{Stockage,y}$	Émissions attendues issues du stockage des engrais de ferme de tous les fournisseurs pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
$EP_{Tr,y}$	Émissions provenant du transport des engrais de ferme et des cosubstrats vers l'installation de méthanisation et du trajet de retour chez le fournisseur/au point de départ attendues pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
$EP_{P,y}$	Émissions provenant des pertes dues aux fuites dans l'installation de méthanisation attendues pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
$EP_{Aer,y}$	Émissions provenant de la maturation du produit méthanisé attendues pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
$EP_{El,y}$	Émissions provenant de la production d'électricité au moyen de biogaz attendues pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
$EP_{B,y}$	Émissions provenant du brûlage à la torche dans l'installation de méthanisation attendues pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)

Une mesure annuelle effectuée par un bureau indépendant certifié est prévue pour les processus 3 à 5 (option 1) ; il est également possible d'utiliser des valeurs par défaut (options 2 et 3). Les mesures et les extrapolations des émissions doivent être prudentes et être consignées dans un rapport séparé. Des pannes peuvent se produire durant la période de suivi au cours des différents processus ci-après. Lors de la détermination des émissions, il y a lieu de tenir compte des éventuels accidents ou pannes survenus (p. ex. une fuite temporaire dans la couverture, le dégagement de biogaz sans torche de secours). L'exploitant de l'installation est tenu de déclarer les défaillances de ce type.

3.4.1 Processus 1 : stockage de l'engrais de ferme pour l'installation de méthanisation

Émissions de méthane issues du stockage de l'engrais de ferme chez les fournisseurs ($EP_{Stockage,y}$) en t d'éq.-CO₂/an. Le calcul de ces émissions est effectué de la même manière que pour le traitement anaérobio de l'engrais de ferme dans l'évolution de référence (formules 1 à 3), mais en fonction de la durée moyenne de stockage de l'engrais de ferme.

Les émissions $EP_{Stockage,y}$ sont calculées à l'aide de l'équation suivante¹⁴ :

$$EP_{Stockage,y} = PRP_{CH_4} \times \sum_j \left[EM_{j,y} \times \left[\frac{14,49 \times (e^{-0,069 \times AI_j} - 1)}{AI_j} + 1 \right] \right] \quad (5)$$

où :

$EP_{Stockage,y}$	Émissions de méthane issues de l'engrais de ferme stocké attendues pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂)
PRP_{CH_4}	Potentiel de réchauffement planétaire selon l'ordonnance sur le CO ₂
$EM_{j,y}$	Émissions de méthane (issues du stockage de l'engrais de ferme chez un fournisseur j avec un système de stabulation donné ¹⁵ attendues pour l'année y en t/an) (cf. formules 2 et 3)
j	Fournisseur (et système de stabulation considéré) qui fournit, selon le scénario du projet, de l'engrais de ferme à l'installation de méthanisation
0,069	Taux de dégradation constant (CCNUCC, formule 15)
AI_j	Durée annuelle moyenne de stockage de l'engrais de ferme chez un fournisseur j avec un système de stabulation donné (en jours d). Cette durée est égale au quotient du volume moyen de la quantité d'engrais de ferme stockée ($Vol_{Stockage}$) par le volume total d'engrais de ferme prélevé (pour être acheminé à l'installation de méthanisation ou épandu directement sur les champs) durant l'année ($Vol_{EF\ tot}$), multiplié par 365 (formule 6). $Vol_{EF\ tot}$ est égal à la masse annuelle de la quantité totale d'engrais de ferme (du système de stabulation considéré) divisée par la densité moyenne de l'engrais de ferme.

$$AI_j = \frac{Vol_{Stockage}}{Vol_{EF\ tot}} \times 365 \quad (6)$$

où :

$Vol_{Stockage}$	Volume moyen de la quantité d'engrais de ferme stockée = volume pour un niveau moyen de lisier dans le réservoir (en m ³)
$Vol_{EF\ tot}$	Volume total de la quantité d'engrais de ferme prélevée (pour être acheminée à l'installation de méthanisation ou épandu directement sur les champs) durant l'année (en m ³)

3.4.2 Processus 2 : Émissions liées au transport

Émissions ($EP_{Tr,y}$) provenant de tous les transports d'engrais de ferme et de cosubstrat vers l'installation de méthanisation (trajets de retour inclus). Si l'engrais de ferme est acheminé vers l'installation de méthanisation par un système de conduites, au moyen d'une pompe électrique, les émissions issues de ce processus sont négligeables. Il est également possible que le transport soit effectué à la fois par le biais de trajets et de conduites. Dans ce cas, seules les émissions générées par les trajets doivent être déterminées.

¹⁴ La formule a été simplifiée par approximation à l'aide de l'intégration suivante sur la durée :

$$\int_0^A \frac{1 - \exp(-0,069(A-x))}{A} dx = \frac{14,4928 e^{-0,069 A} - 14,4928}{A} + 1$$

¹⁵ Lorsque plusieurs systèmes de stabulation sont utilisés chez un même fournisseur, j désigne une combinaison du fournisseur et d'un système de stabulation.

On dispose de trois options pour la détermination de $EP_{Tr,y}$.

Option 1

$EP_{Tr,y}$

Les émissions sont déterminées à partir de la durée des trajets en appliquant un facteur d'émission conformément à la banque de données offroad (OFEV 2015b), selon la formule suivante :

$$EP_{Tr,y} = \sum_j L_{j,y} \times D_j \times FE_t \quad (7)$$

où :

$EP_{Tr,y}$

Émissions liées au transport de tous les trajets effectués pour l'acheminement d'engrais de ferme et de cosubstrats, trajets de retour inclus, durant l'année y (en t d'éq.-CO₂) pour chaque fournisseur j

$L_{j,y}$

Nombre de livraisons d'engrais de ferme et de cosubstrats à l'installation de méthanisation effectuées par un fournisseur j durant l'année y

D_j

Durée d'un trajet de livraison à l'installation de méthanisation et retour effectué par le fournisseur j (en min). Lorsque la durée du trajet n'a pas été relevée, elle peut être estimée à partir des distances parcourues et de la vitesse moyenne.

FE_t

Facteur d'émission par minute d'exploitation. Tracteur : 0,28 kg de CO₂/min (banque de données offroad (OFEV 2015b¹⁶)

Option 2

$EP_{Tr,y}$

Les émissions sont déterminées à partir de la distance parcourue en appliquant un facteur d'émission conformément à la banque de données offroad (OFEV 2015b), selon la formule suivante :

$$EP_{Tr,y} = \sum_j L_{j,y} \times Dist_j \times FE_s \quad (8)$$

où :

$EP_{Tr,y}$

Émissions liées au transport de tous les trajets effectués pour l'acheminement d'engrais de ferme et de cosubstrats, trajets de retour inclus, durant l'année y (en t d'éq.-CO₂) pour chaque fournisseur j

$L_{j,y}$

Nombre de livraisons d'engrais de ferme et de cosubstrats à l'installation de méthanisation effectuées par un fournisseur j durant l'année y

$Dist_j$

Distance parcourue lors d'une livraison à l'installation de méthanisation (et retour) effectuée par le fournisseur j (en min)

FE_s

Facteur d'émission par km parcouru : 0,43 kg de CO₂/km (banque de données offroad (OFEV 2015b¹⁷)

¹⁶ Consultation de la banque de données pour les tracteurs agricoles pour l'année 2015

¹⁷ Consultation de la banque de données pour les tracteurs agricoles pour l'année 2015 : 17 kg de CO₂/h pour une vitesse moyenne de 40 km/h

Option 3

Les émissions sont déterminées par le biais de forfaits en tonnes de CO₂ par livraison d'engrais de ferme fixés de manière conservatrice. Le calcul des forfaits et leur caractère conservateur doivent être compréhensibles et suffisamment documentés par le responsable du projet et contrôlés par l'expert chargé de la validation.

3.4.3 Processus 3 : pertes de gaz pendant les processus de méthanisation

Il s'agit de toutes les pertes de gaz qui peuvent avoir lieu dans la préfosse de l'installation, dans le digesteur, le postdigesteur, le réservoir de gaz et lors d'autres étapes du traitement qui se déroulent dans l'installation. Elles se produisent avant tout aux endroits qui présentent des défauts d'étanchéité (p. ex. raccords de tuyaux, joints d'étanchéité, membranes de caoutchouc, etc.).

On dispose de trois options pour déterminer $EP_{P,y}$.

$EP_{P,y}$

Option 1 : les émissions annuelles de CH₄ sont déterminées par une mesure (effectuée une fois par an) par un bureau indépendant certifié, extrapolées à une année et exprimées en t d'éq.-CO₂/an.

Option 2 : un facteur de perte correspondant à 10 % de la quantité annuelle de méthanisation produite est admis forfaitairement.

Option 3 : lorsque l'installation est incontestablement exploitée selon les prescriptions du manuel «Qualité Biogaz» pour les installations de méthanisation (Biomasse Suisse 2012) (présentation de listes de contrôle et de documents pertinents, et vérification), un facteur de perte forfaitaire de 2 % de la quantité annuelle de biogaz produite est admis. Les exigences définies au chapitre 6 et dans la checkliste 6.7.01 du manuel doivent notamment être remplies si cette option est choisie.

3.4.4 Processus 4 : émissions issues de la maturation et du stockage du produit méthanisé

Après méthanisation et séparation, les produits méthanisés solide et liquide sont conservés dans des emplacements de stockage séparés pour la phase de compostage. Cette dernière sert à la stabilisation biologique du digestat stabilisé qui est ensuite épandu sur les champs, et ce après un stockage supplémentaire pouvant durer plusieurs mois selon la saison, les conditions météorologiques et les besoins en nutriments des cultures.

On dispose de trois options pour déterminer $EP_{Aer,y}$.

$EP_{Aer,y}$

Option 1 : les émissions annuelles de CH₄ sont déterminées par une mesure (effectuée une fois par an) par un bureau indépendant certifié, extrapolées à une année et exprimées en t d'éq.-CO₂/an. Cette mesure doit également inclure les émissions de méthane issues du stockage des cosubstrats (à partir de la livraison à l'installation de méthanisation) avant leur introduction dans le fermenteur ainsi que les émissions d'un éventuel stockage final du produit méthanisé.

Option 2 : lorsque les quantités de digestat stabilisé épandu sont connues, un facteur d'émission de 2,2 kg de CH₄ par tonne de digestat stabilisé peut être utilisé pour le calcul des émissions (OFEV 2015a)¹⁸.

¹⁸ Valeur conservatrice se fondant sur les incertitudes concernant le facteur de 100 % mentionnées dans le commentaire relatif au Système d'information sur les émissions en Suisse (EMIS)

Option 3 : lorsque l'installation est incontestablement exploitée selon les prescriptions du Manuel «Qualité Biogaz» pour les installations de méthanisation (Biomasse Suisse 2012) (présentation de listes de contrôle et de documents pertinents, et vérification), un facteur de perte forfaitaire de 3 % de la quantité annuelle de biogaz produite est admis.

3.4.5 Processus 5 : production d'électricité au moyen de biogaz dans une installation couplage chaleur-force (CCF)

Le biogaz obtenu est utilisé pour alimenter un moteur à combustion qui entraîne un générateur d'énergie électrique.

$EP_{El,y}$ Les émissions de CH₄ dans les gaz d'échappement du moteur à gaz doivent être mesurées une fois par an par un bureau indépendant certifié, extrapolées à une année et exprimées en t d'éq.-CO₂/an. Lorsque les mesures effectuées sur une période de trois ans donnent des résultats similaires, le cycle de mesure peut être ramené à une mesure tous les trois ans.

3.4.6 Processus 6 : émissions provenant du brûlage de biogaz à la torche

Du biogaz est brûlé à la torche, par exemple, lors d'un défaut de fonctionnement ou en cas de surpression. Pour déterminer ces émissions, il faut mesurer la quantité de biogaz brûlé à la torche.

Les émissions de CH₄ provenant du brûlage de biogaz à la torche se calculent comme suit :

$$EP_{B,y} = PRP_{CH4} \times (A_B) \times (FE_{CH4}) \quad (9)$$

où :

$EP_{B,y}$ Émissions annuelles liées au projet dues au brûlage du biogaz excédentaire (en éq.-CO₂)

PRP_{CH4} Potentiel de réchauffement planétaire selon l'ordonnance sur le CO₂

A_B Quantité de biogaz excédentaire brûlé (en TJ)

FE_{CH4} Facteur d'émission pour les émissions de CH₄, par TJ de biogaz brûlé à la torche. On admet, pour le CH₄, un FE de 6 kg de CH₄/TJ de biogaz brûlé (OFEV 2015a).

Le facteur d'émission de 6 kg de CH₄/TJ relève d'une approche conservatrice, les torches de secours devant parfois être exploitées dans des conditions suboptimales (p. ex. elles ne se mettent en route qu'à partir d'une certaine quantité de gaz).

3.5 Fuite

Cosubstrat en tant que facteur limitant de l'additionnalité

Dans une situation de pénurie de cosubstrats à potentiel méthanogène élevé, la réalisation d'une nouvelle installation a pour effet de diminuer les cosubstrats disponibles pour d'autres projets existants, prévus ou possibles, ce qui pourrait empêcher leur réalisation (fuite, *leakage*). La remise d'attestations pour des projets de valorisation de la biomasse a donc uniquement pour effet d'encourager la réalisation de projets de compensation supplémentaires lorsque marché des cosubstrats ne constitue pas un facteur limitant.

Les experts s'accordent sur le fait que la fuite est possible dans le cadre d'un marché de cosubstrats limité, mais qu'elle est difficile à quantifier étant donné que le marché pour des cosubstrats à potentiel méthanogène élevé est régional et par ailleurs aussi très variable dans le temps. L'annexe J de la

communication (Manuel à l'intention des organismes de validation et de vérification) mentionne qu'en cas d'incertitudes, une valeur par défaut déterminée selon une approche conservatrice peut être utilisée^{19).}

Étant donné qu'il est pratiquement impossible de définir un facteur de réduction reposant sur des bases scientifiques pour les incertitudes liées à cette fuite, mais que les experts s'accordent sur le fait que la survenue d'une fuite est possible, le secrétariat Compensation recommande d'utiliser un facteur de réduction général de 10 %, soit

$$f_{CS} = 90 \%$$

f_{CS} Facteur de réduction lorsque les cosubstrats sont limités

Quote-part limitée de la RPC en tant que facteur limitant de l'additionnalité

Le nombre limité d'installations de méthanisation pouvant bénéficier de la RPC est également un facteur limitant. Au vu de la gestion actuelle de la liste d'attente de la RPC et des données limitées disponibles, on renonce à quantifier cet effet de fuite.

3.6 Détermination des réductions d'émissions obtenues

La réduction annuelle des émissions correspond à la différence entre les émissions de l'évolution de référence et les émissions liées au projet, déduction faite de la fuite. La fuite est déterminée en appliquant un facteur de réduction (cf. 3.5).

La réduction d'émissions annuelle imputable est donc obtenue de la manière suivante :

$$RE_y = (ER_y - EP_y) \times f_{CS} \quad (10)$$

où :

RE_y	Réduction annuelle des émissions (en t d'éq.-CO ₂ /an)
ER_y	Émissions du scénario de référence pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
EP_y	Émissions du scénario du projet pour l'année y (en t d'éq.-CO ₂ /an)
f_{CS}	Facteur de réduction lorsque les cosubstrats sont limités : 90 %

3.7 Analyse des obstacles

Les obstacles sont liés à la rentabilité de l'installation agricole de méthanisation et sont examinés dans une analyse de la rentabilité.

3.8 Preuve de l'additionnalité

La preuve de l'additionnalité du projet est décrite dans la communication (OFEV 2013a). Toutefois, s'agissant des projets de type «installations agricoles de méthanisation», il y a également lieu de prendre en considération, lors de la détermination du scénario de base, les explications concernant l'additionnalité données au point 3.2 du présent document.

¹⁹ Cf. Manuel à l'intention des organismes de validation et de vérification, tableau 1, approche conservatrice : <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01724/index.html?lang=fr>

4 Exigences posées à la méthode de suivi

Informations concernant les données et les paramètres mesurés

Données / paramètres	FCM _j
Unité	Proportion
Description	Facteur de conversion annuel du méthane (en %) pour une combinaison j d'un fournisseur et d'un système de stabulation
Source des données	Hypothèses spécifiques pour la Suisse tirées du NIR actuel de la Suisse et des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10, tableau 10.17 (p. 10.52ss)
Procédure de mesure	Archivage électronique pendant le projet ainsi que pendant les cinq années suivantes
Fréquence des mesures	À chaque période de vérification
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	La valeur du FCM reflète la proportion du potentiel maximal B _o exploitée dans les conditions spécifiques du stockage.

Données / paramètres	B _{o,T}
Unité	m ³ de CH ₄ /kg de matière organique par catégorie d'animaux
Description	Potentiel méthanogène maximal de l'engrais de ferme selon les tableaux 10A-4 à 10A-9 des Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10 (m ³ de CH ₄ /kg en SV)
Source des données	Mesure directe ou conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10, tableaux 10A-4 à 10A-9
Procédure de mesure	Archivage électronique pendant le projet ainsi que pendant les cinq années suivantes
Fréquence des mesures	À chaque période de vérification
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	Des détails sur la détermination du paramètre figurent dans les Lignes directrices 2006 du GIEC

Données / paramètres	Q _{y,T,j}
Unité	Kg
Description	Quantité d'engrais de ferme par catégorie animale et par fournisseur j avec un système de stabulation donné pour l'année y
Source des données	Les quantités d'engrais de ferme obtenues par catégorie animale doivent être recensées par l'exploitant.
Procédure de mesure	Archivage électronique des quantités déterminées
Fréquence des mesures	En continu pour chaque année y
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

Données / paramètres	SVS_T
Unités	% en poids
Description	Teneur spécifique de matière organique sèche méthanisable de l'engrais de ferme par catégorie animale T et par fournisseur j pour un système de stabulation donné, déduction faite de la teneur en cendres (en d'autres termes uniquement les solides volatils)
Source des données	La substance sèche totale est déterminée par une analyse en laboratoire des échantillons d'engrais de ferme recueillis pour chaque catégorie animale.
Procédure de mesure	Archivage électronique des résultats pendant le projet ainsi que pendant les cinq années suivantes
Fréquence des mesures	À chaque période de vérification
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	SVS_T de la totalité de l'engrais de ferme livré pour l'année y par fournisseur (et système de stabulation) j est déterminé par le biais d'un échantillonnage de l'engrais de ferme des différentes catégories animales et des quantités obtenues ($Q_{y,T,j}$), également déterminées séparément par catégorie animale. Un échantillon représentatif de l'engrais de ferme obtenu pour chaque catégorie animale chez chaque fournisseur j avec un système de stabulation donné est régulièrement prélevé et conservé au congélateur, chaque échantillon devant pouvoir être clairement identifié quant à la catégorie animale T, la date et le fournisseur (et système de stabulation) j. Le requérant doit élaborer un système d'échantillonnage approprié garantissant la représentativité des échantillons prélevés. Par exemple, un échantillon mixte représentatif peut être prélevé chaque semaine ou l'échantillonnage peut se faire lors de chaque livraison à l'installation de méthanisation ²⁰ . Le plan d'échantillonnage doit être documenté dans le plan de suivi et contrôlé par l'expert chargé de la validation. À la fin de l'année y, tous les échantillons provenant d'une même catégorie animale et d'un même fournisseur sont décongelés, mélangés et analysés en laboratoire, conformément à la méthode MDP AM0073 (CCNUCC 2012, p. 50), afin de déterminer la teneur en matière sèche et les solides volatils. SVS_T correspond à la teneur en matière sèche, déduction faite de la teneur en cendres.

Données / paramètres	$SV_{T,y}$
Unité	Kg de substance organique sèche/animal/an
Description	Quantité de matière méthanisable dans l'engrais de ferme par catégorie animale et par an (en kg de SV par animal et par an)
Source des données	Le facteur $SV_{T,y}$ est repris, pour chaque catégorie animale T, de l'inventaire des gaz à effet de serre actuel (NIR) de la Suisse.
Procédure de mesure	Archivage électronique pendant le projet ainsi que pendant les cinq années suivantes
Fréquence des mesures	À chaque période de vérification
Données sur l'assurance qualité	-

²⁰ On peut citer à titre d'exemple pour l'échantillonnage les instructions figurant à l'annexe 2 de la méthode MDP AM0073 (CCNUCC 2012) et la norme «Standard for sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities» qui y est mentionnée.

Commentaires	Pour la catégorie «vaches laitières», $SV_{T,y}$ est de surcroît redimensionné en fonction du rendement laitier RL ($SV_{T,y,vaches laitières} = 0,00053959 \times RL + 2,50160227$). Les deux constantes résultent de la régression à partir des valeurs prescrites concernant le rendement laitier et l'excrétion de SV. Le rendement laitier détermine le besoin en énergie brute des vaches laitières (EB), et par conséquent aussi l'excrétion de SV, selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 4, chapitre 10, équations 10.16 et 10.24. Une vache laitière a besoin d'un apport d'énergie nette supplémentaire de 3,14 MJ par kg de lait (ENL), ce qui correspond à 9,87 MJ d'énergie brute.
--------------	---

Données / paramètres	$N_{T,y}$
Unité	Nombre
Description	Nombre moyen d'animaux de la catégorie animale T chez le fournisseur j pour un système de stabulation donné durant l'année y
Source des données	Exploitant de l'installation
Procédure de mesure	Archivage électronique pendant le projet ainsi que pendant les cinq années suivantes
Fréquence des mesures	Annuelle
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	La description du projet doit mentionner la manière dont N_T est recensé.

Données / paramètres	$\%GF_{y,T,j}$
Unité	%
Description	Proportion de l'engrais de ferme total de la catégorie animale T obtenu chez un fournisseur j avec un système de stabulation donné, qui serait effectivement livrée à l'installation de méthanisation durant l'année y
Source des données	Exploitant de l'installation
Procédure de mesure	Les pourcentages annuels de l'engrais de ferme obtenu livré à l'installation de méthanisation sont déterminés une seule fois la première année, par catégorie animale. Ensuite, la proportion de la quantité d'engrais de ferme livrée à l'installation de méthanisation est estimée pour chaque catégorie animale (sur la base des résultats de la première mesure et du nombre actuel d'animaux détenus par catégorie animale). Archivage électronique pendant le projet ainsi que pendant les cinq années suivantes
Fréquence des mesures	Annuelle, déterminée par une estimation basée sur le nombre d'animaux effectivement détenus par catégorie animale et sur la première mesure
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	Si la totalité de l'engrais de ferme obtenu est livré à l'installation de méthanisation, la proportion équivaut à 100 %.

Données / paramètres	AI_j
Unités	Jours
Description	Durée annuelle moyenne de stockage de l'engrais de ferme chez le fournisseur j avec un système de stabulation donné (en jours) (cf. formule 6)
Source des données	Données consignées par le fournisseur

Procédure de mesure	Détermination en continu de la quantité d'engrais de ferme qui passe par le réservoir de stockage
Fréquence des mesures	Chaque fois que de l'engrais de ferme est prélevé du réservoir de stockage
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	Al _j est égal au quotient du volume moyen d'engrais de ferme stocké ($Vol_{Stockage}$) par le volume annuel total d'engrais de ferme prélevé (pour être acheminé à l'installation de méthanisation ou pour être épandu directement sur les champs) ($Vol_{EF\ tot}$), multiplié par 365 (formule 6). Le volume $Vol_{EF\ tot}$ est égal à la masse de la quantité annuelle totale d'engrais de ferme (du système de stabulation considéré) divisée par la densité moyenne de l'engrais de ferme.

Données / paramètres	L_{j,y}
Unité	Nombre
Description	Nombre de livraisons à l'installation de méthanisation effectuées par un fournisseur j durant l'année y
Source des données	Exploitant de l'installation
Procédure de mesure	Saisie électronique des transports dans une liste
Fréquence des mesures	À chaque livraison
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

Données / paramètres	D_j
Unités	Minutes (min)
Description	Durée d'un trajet de livraison à l'installation, et retour, effectué par un fournisseur j
Source des données	Exploitant de l'installation (ou personne effectuant les transports)
Procédure de mesure	Relevé de l'heure de départ et d'arrivée en déduisant, si nécessaire, les longues pauses de la durée du trajet.
Fréquence des mesures	À chaque période de vérification
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

Données / paramètres	FE_t
Unités	kg de CO ₂ /min
Description	Facteur d'émission par minute d'exploitation pour les tracteurs : 0,28 kg de CO ₂ /min
Source des données	Banque de données offroad de l'OFEV en ligne (OFEV 2015b)
Procédure de mesure	-
Fréquence des mesures	-
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

Données / paramètres	Dist_j
Unités	Km
Description	Distance parcourue lors d'une livraison à l'installation de méthanisation (et retour) effectuée par le fournisseur j

Source des données	Exploitant de l'installation (ou personne effectuant le transport)
Procédure de mesure	Relevé du compteur kilométrique ou calcul des trajets à l'aide d'un logiciel en ligne (p.ex. Google Maps).
Fréquence des mesures	À chaque période de vérification
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

Données / paramètres	FE_s
Unités	kg de CO ₂ /km
Description	Facteur d'émission par km parcouru : 0,430 kg de CO ₂ /km ²¹ .
Source des données	Consultation de la banque de données offroad de l'OFEV en ligne pour les tracteurs pour l'année 2015 (OFEV 2015b)
Procédure de mesure	-
Fréquence des mesures	-
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

Données / paramètres	A_B
Unités	TJ
Description	Quantité mesurée de biogaz brûlé à la torche
Source des données	Appareil de mesure sur la torche ou estimation de la quantité par le biais de la durée d'utilisation de la torche (heures de fonctionnement)
Procédure de mesure	Compte rendu électronique des activités de brûlage
Fréquence des mesures	À chaque opération de brûlage
Données sur l'assurance qualité	-
Commentaires	-

²¹ Consultation de la banque de données pour les tracteurs agricoles pour l'année 2015 : 17 kg de CO₂/h pour une vitesse moyenne de 40 km/h

5 Récapitulatif des valeurs standard pour les paramètres fixes

Point concerné	Paramètre fixe	Valeur standard	Source	Actualisé le
3.3	Densité du CH ₄ à température ambiante (20 °C) et pression atmosphérique de 1 atm	6.7*10 ⁻⁴ t/m ³	CCNUCC 2012	27.05.2015
3.3	FCM pour le stockage de lisier liquide	10 %	OFEV 2013b	27.05.2015
3.3	Facteur de pondération pour tenir compte d'incertitudes du calcul du FCM	0,94	CCNUCC 2012	27.05.2015
3.3	SV _{T,y,vaches laitières}	0,00053959 ; 2,50160227	OFEV 2013b	27.05.2015
3.4	Taux de dégradation lors du stockage de l'engrais de ferme	0,069 ; 14,49	CCNUCC 2012 (formule 15)	27.05.2015
3.4	Facteurs d'émission pour les livraisons en fonction de la durée des trajets	Tracteur : 0,28 kg de CO ₂ /min	OFEV 2015b (consultation en ligne de la banque de données offroad de l'OFEV)	27.05.2015
3.4	Facteurs d'émission pour les livraisons en fonction de la distance parcourue	0,43 kg de CO ₂ /km	OFEV 2015b (consultation en ligne de la banque de données offroad de l'OFEV)	12.05.2015
3.4	Pertes de gaz forfaitaires pendant les processus de méthanisation	10 %	Estimation de l'OFEV ²²	27.05.2015
		2 % selon Biomasse Suisse	Biomasse Suisse 2012	
3.4	Émissions issues de la maturation et du stockage du produit méthanisé	2,2 kg de CH ₄ /t de digestat stabilisé	OFEV 2015a	27.05.2015
		3%	Biomasse Suisse 2012	
3.4	Facteur d'émission pour les émissions de CH ₄ par TJ de biogaz brûlé à la torche	6 kg de CH ₄ /TJ	OFEV 2015a	27.05.2015
3.5	Facteur de réduction pour la fuite liée à un marché de cosubstrats limité	10 %	Secrétariat Compensation	17.04.2015

²² À partir de la méthode MDP AM0073, p.9 : lorsque les fuites ne sont pas déterminées, il y a lieu d'utiliser une valeur de 15 % (CCNUCC 2012).

6 Bibliographie

OFEV 2013a : Projets et programmes de réduction des émissions réalisés en Suisse. Un module de la Communication de l'OFEV en sa qualité d'autorité d'exécution de l'ordonnance sur le CO₂. Berne. État en janvier 2015. www.bafu.admin.ch/UV-1315-F [25.08.15]

OFEV 2013b : Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2011 : National Inventory Report, CRF tables, Kyoto Protocol LULUCF tables 2008-2011, SEF and SIAR tables from the National Registry. Submission of 15 April 2013 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern. <http://www.bafu.admin.ch/klima/13879/13880/14577/index.html?lang=en> [25.8.15]

OFEV 2015a: Fermentation in agricultural biogas installations. Commentaire relatif au système d'information sur les émissions en Suisse (EMIS), non rendu public. OFEV, Berne

OFEV 2015b : Banque de données offroad de l'OFEV comportant les facteurs d'émission du secteur non routier. Consultation de la base de données concernant les tracteurs agricoles (valeurs pour l'année 2015).

www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten/index.html?lang=fr [15.06.2015]

OFEV/OFAG 2012 : Éléments fertilisants et utilisation des engrains dans l'agriculture. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture. Berne. <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01695/index.html?lang=fr>

OFEN 2011: CH4-Emissionen bei EPDM-Gasspeichern und deren wirtschaftlichen und ökologischen Folgen (Émissions de CH4 des dépôts de stockage de gaz EPDM et leurs conséquences économiques et écologiques). OFEN, Berne.

Biomasse Suisse 2012 : QM Biogaz. Gestion de la qualité pour les installations de méthanisation. Biomasse Schweiz, SuisseEnergie.

<http://www.biomasseschweiz.ch/index.php/de/qm-biogas> (en allemand)

OFAG 2009 : DBF-GCH 2009. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbes. Revue suisse d'Agric. 41(1), 2009.

GIEC 2000 : Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux.

<http://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/public/gp/french/> [23.01.2012]

GIEC 2006 : Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Préparé par le Programme du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Vol. 4, chap. 10.

<http://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol4.html> [21.03.2014]

Nova Energie 2010 : Vergärbare Abfälle in der Schweiz. Axpo Kompogas AG. Aadorf. <http://www.biogas.ch/images/stories/pdf/Vergaerbares.pdf> [22.11.2013]

Petersen, S., Ambus, P., 2006 : Methane Oxidation in Pig and Cattle Slurry Storages, and Effects of Surface Crust Moisture and Methane Availability. Nutrient Cycling in Agroecosystems 74(1) : 1-11.

CCNUCC 2009 : Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-Scale CDM Project Activity Categories. General guidance on leakage in biomass project activities (Version 3). Attachment C to Appendix B. EB 47, Report, Annex 28. UNFCCC.

https://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved/history/c_leak_biomass/guid_biomass_v03.pdf [22.11.2013]

CCNUCC 2012 : Approved baseline and monitoring methodology AM0073. GHG emission reductions through multi-site manure collection and treatment in a central plant. AM0073 / Version 01. Sectoral Scope 13 and 15. EB 44.

http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_8CTM5MFZLTD07SZK1A6D7AK3YPIG7S [23.01.2012]

CCNUCC 2013 : Approved small scale baseline and monitoring methodology AMS-III.D./Version 19.0. Methane recovery in animal manure management systems.

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/3EN93QE1QXUOEVRVV0DRT1EF3Z5SDH> [02.02.2013]