



LABEL BAS CARBONE

Méthode spécifique aux projets de réduction des
émissions de méthane d'origine digestive par
l'alimentation des bovins laitiers

Version du 05 mai 2021



Table des matières

1. Présentation de la méthode	4
1.1. Objet de la méthode et applicabilité	4
1.2. Le porteur de la méthode	4
1.3. Périmètre d'application de la méthode	5
1.4. Articulation avec les méthodes existantes déjà approuvées	5
1.5. Mise à jour des référentiels et de la méthode	6
2. Les bénéfices des projets pour l'économie bas-carbone et la nature des réductions d'émissions	6
3. Les critères d'éligibilité des projets	8
3.1 Les productions agricoles couvertes par la méthode	8
3.2 Eligibilité conditionnée par des effets collatéraux positifs	8
3.3 Evaluation des co-bénéfices associés aux projets	9
4. Le scénario de référence	10
4.1 Scénario de référence spécifique	11
4.2 Scénario de référence générique	11
5. Démonstration de l'additionnalité	12
6. La méthode d'évaluation des réductions d'émissions	13
6.1 Les leviers à actionner pour réduire ces émissions	13
6.2 La méthode d'évaluation des réductions d'émissions des bovins laitiers	14
6.3 Evaluation des incertitudes	16
7. Vie d'un projet et modalités de vérification des réductions d'émissions	17
7.1 Durée maximale de labellisation d'un projet	17
7.2 Vie d'un projet	17
7.3 Suivi du projet	17
7.4 Modalités	18
7.5 Récapitulatif des rabais	19
8. Formulaires	19
9. Annexes	20
9.1 Annexe 1 : Scénarii de référence en Bovin Lait	20
9.2 Annexe 2 : Formulaire de notification de projet	Erreur ! Signet non défini.
9.3 Annexe 3 : Formulaire de dossier descriptif de projet	Erreur ! Signet non défini.
9.4 Annexe 4 : Formulaire de rapport de suivi	25
9.5 Annexe 5 : Liste négative des additifs interdits	30
10. Annexes confidentielles	Erreur ! Signet non défini.

10.1 Annexe 1 : Validité des équations de prédiction du méthane entérique en Bovin Lait	Erreur ! Signet non défini.
10.2 Annexe 2 : Incertitudes des modèles prédictifs en Lait	Erreur ! Signet non défini.
1- Approche sur la variabilité des données d'entrée des modèles	Erreur ! Signet non défini.
2- Approche sur l'incertitude des modèles	Erreur ! Signet non défini.
3- Conclusion générale	Erreur ! Signet non défini.
11. Bibliographie	31

1. Présentation de la méthode

1.1. Objet de la méthode et applicabilité

La présente méthode vise à comptabiliser les réductions d'émissions permises par la mise en œuvre d'une alimentation spécifique permettant l'atténuation des émissions de méthane (CH₄) entérique d'origine digestive chez les bovins laitiers.

La méthode proposée repose sur des données scientifiques qui démontrent qu'une alimentation spécifique (caractérisée par des composants végétaux spécifiques) permet une réduction des émissions de méthane (CH₄) d'origine digestive sans effet néfaste sur les performances zootechniques. L'apport d'acide alpha linolénique (C18:3n-3, ALA) sous forme de fourrages (type ray gras, herbe pâturée...) ou sous forme de graine de lin extrudée à des ruminants est un exemple et a dans ce sens démontré son efficacité sur les bovins laitiers (Martin et al., 2006 ; Martin et al., 2008 ; Quinlan et al., 2010).

Cette méthode s'appuie sur deux points :

- d'une part, une technique de réduction des émissions de méthane par l'apport dans la ration des bovins laitiers des aliments permettant cette baisse tels que des composants riches en acide alpha linolénique (C18:3n-3, ALA apporté par le pâturage, la luzerne, la graine de lin ...) ;
- d'autre part, une méthode de mesure indirecte de cette réduction d'émission de CH₄ à partir des profils en Acides Gras (AG) du lait de ces bovins laitiers ;

La méthode donne la possibilité aux exploitations agricoles, via un porteur de projet, de faire reconnaître par l'Etat français ses réductions d'émissions, destinées à intégrer des mécanismes de compensation volontaire. Les porteurs de projet pourront se faire rémunérer par un partenaire volontaire, qui pourra faire reconnaître ces réductions d'émission, à la suite d'une vérification.

1.2. Le porteur de la méthode

Le porteur de la méthode est l'Association Bleu-Blanc-Cœur. Créée en 2000, l'association (à but non lucratif) Bleu-Blanc-Cœur organise depuis presque 20 ans une « Agriculture à vocation santé » qui regroupe tous les acteurs des filières agricoles (végétales et animales), depuis les agriculteurs (éleveurs et cultivateurs), jusqu'aux consommateurs, autour d'objectifs étayés et mesurés de santé publique et d'accessibilité au plus grand nombre. C'est aujourd'hui une démarche collective à vocation de rassembler tous les acteurs des filières agricoles, depuis l'amont à l'aval des filières, pour redonner une place et une image positive à nos aliments.

L'association et ses membres militent pour une amélioration des modes de productions agricoles en privilégiant le retour des végétaux d'intérêt nutritionnel tels que l'herbe, la luzerne, le lin... dans le régime des animaux d'élevage. Ces végétaux et graines sont en effet naturellement pourvus en nutriments d'intérêts variés et complémentaires. Veiller à l'alimentation des animaux d'élevage, c'est produire des produits alimentaires de meilleure qualité nutritionnelle pour les consommateurs et développer des modes de production vertueux qui rémunèrent les producteurs et qui respectent la santé des animaux et des sols.

Chaque jour, de nouvelles preuves scientifiques soulignent le lien entre mode de production agricole, densité nutritionnelle des produits et développement des maladies de civilisation. Bleu-Blanc-Cœur s'est construit sur

ce lien et impose ainsi dans la mise en place de ses cahiers des charges le respect d'une double obligation : l'obligation de moyens et l'obligation de résultats. Cette démarche de double obligation est unique et garantie la supériorité nutritionnelle tout au long de la chaîne alimentaire et le lien au mode de production.

L'association a pour mission de promouvoir et de contrôler la qualité des produits alimentaires issus de ces filières pour offrir aux consommateurs des aliments avec des promesses de qualité, de traçabilité, de plaisir et de durabilité.

Les travaux de recherche de Bleu-Blanc-Cœur portant sur les bénéfices des Hommes ont mis en évidence une corrélation entre l'alimentation des animaux, la qualité nutritionnelle des produits plus particulièrement, les acides gras et la baisse des émissions de méthane chez les ruminants. Ces travaux sont les fondements de la présente méthode (Giger Reverdin et al., 2003).

1.3. Périmètre d'application de la méthode

La présente méthode est destinée aux exploitations agricoles localisées en France comprenant un atelier bovin lait.

L'agriculture est un émetteur prépondérant pour le N_2O et le CH_4 avec, respectivement 87% et 67% des émissions de la France au périmètre Kyoto, ce qui place ce secteur au premier rang pour ces deux gaz à effet de serre ([CITEPA, 2016](#)).

La fermentation entérique est une source très importante de CH_4 en France en raison du cheptel bovin très présent sur une grande partie du territoire. En effet les bovins engendrent la majeure partie des émissions avec 92% des émissions de CH_4 (environ 30% pour les vaches laitières) devant celui des ovins et le cheptel porcin ([CITEPA, 2016](#)).

Le périmètre de la méthode prend en compte les émissions de méthane d'origine digestive, aussi appelées les émissions de méthane entérique, des bovins laitiers durant la production laitière ; ce sont donc des réductions d'émissions directes.

1.4. Articulation avec les méthodes existantes déjà approuvées

En 2011, une première méthodologie carbone a été référencée dans le cadre du dispositif de projets domestiques. La méthode décrite dans le présent document, reprend pour partie, notamment la méthode destinée aux bovins laitiers, les éléments approuvés en 2011 dans ce cadre.

La présente méthode recoupe le périmètre d'une autre méthode Label Bas Carbone approuvée :

- La méthode CARBON AGRI, référencée par le Label Bas Carbone en 2019 et portée par l'Institut de l'Élevage. Elle s'adresse aux exploitations d'élevages bovins qui mettent en œuvre un ensemble de leviers pour améliorer le bilan GES de leurs exploitations.

Cette présente méthode cible, quant à elle, uniquement le levier de l'alimentation par l'ajout de composants riches en acide alpha-linolénique (non intégré à ce jour dans la méthode CARBON AGRI). Elle se focalise sur les réductions d'émissions directes permises par ce levier et est ainsi plus simple et rapide à mettre en œuvre.

Interopérabilité :

Le porteur de projet qui exploitera la présente méthode devra s'assurer que l'exploitation n'est pas ou plus engagée dans la méthode Carbon Agri dont le périmètre inclut les émissions de méthane entérique. Ce point permettra d'éviter la double comptabilisation.

- Dans le cas où une exploitation a déjà mis en œuvre un projet Carbon Agri sur son exploitation : elle ne pourra pas, sur la même période, mettre en œuvre de projet en lien avec cette présente méthode.
- Dans le cas où une exploitation a déjà mis en œuvre un projet en lien avec cette méthode sur son exploitation et qu'elle souhaite mettre en œuvre un projet Carbon Agri afin de valoriser d'autres leviers que le levier alimentation – méthane : les réductions d'émissions calculées dans le cadre du projet sur la période de chevauchement des deux projets devront être retranchées des émissions calculées sur les projets Carbon Agri.

1.5. Mise à jour des référentiels et de la méthode

Le porteur de la méthode assurera une veille scientifique qui permettra de mettre à jour la comptabilité des réductions d'émissions de CH₄ entérique.

Cette veille scientifique sera essentiellement axée sur :

- La mise à jour de l'équation de prédiction du méthane entérique par les acides gras du lait, en lien avec les travaux du Consortium GES piloté par INRAE ;
- Les facteurs d'émissions.
- Les mises à jour des scénarii de référence générique (si de nouvelles données techniques sont mises à jour) ;
- La mise à jour de la liste négative des matières premières interdites explicitée dans les critères d'éligibilité.

2. Les bénéfices des projets pour l'économie bas-carbone et la nature des réductions d'émissions

La méthode proposée est spécifique et applicable uniquement au méthane produit par les fermentations entériques des bovins laitiers.

Le méthane entérique représente sur les exploitations bovines à minima 50% des gaz à effet de serre. C'est le 1^{er} poste d'émissions de gaz à effet de serre en élevage (Moreau et al., 2013a et Dollé et al., 2013b).

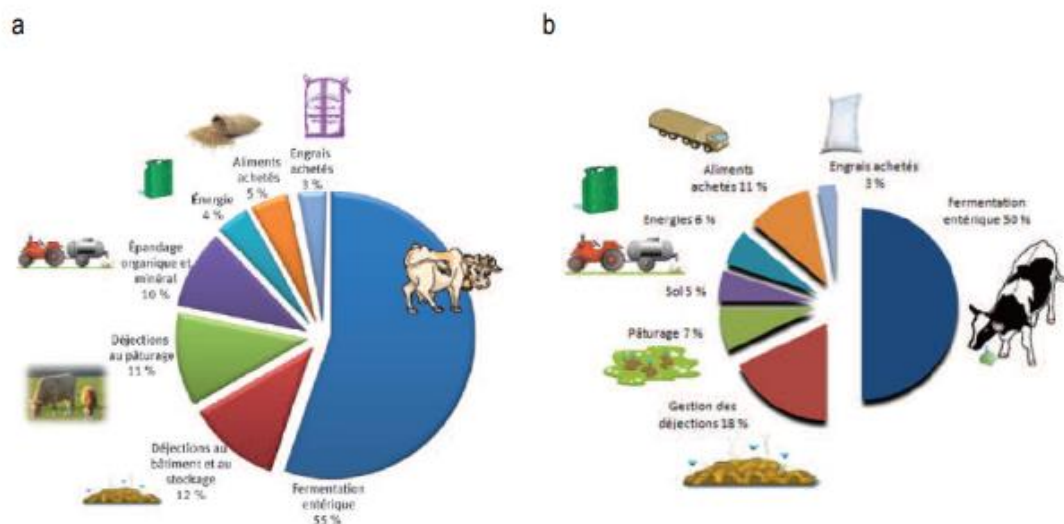


FIGURE 1 : CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS POSTES D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN ÉLEVAGE BOVIN ALLAITANT (A) ET BOVIN LAITIER (B) (MOREAU ET AL., 2013A ET DOLLE ET AL., 2013B).

La méthode proposée est basée sur le lien entre :

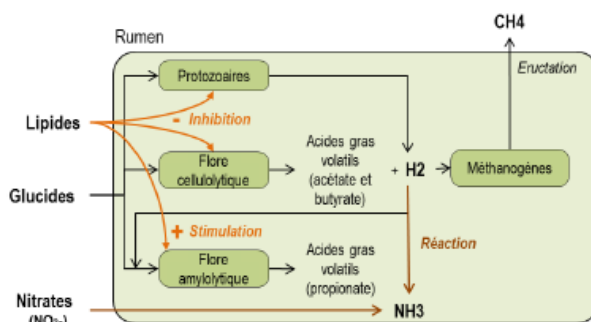
- la production de méthane et la production des différents Acides Gras Volatils (AGV) lors de la rumination ([Martin et al., 2006](#) ; [Martin et al., 2010](#)) ;
- la nature des AGV produits dans le rumen et la nature des acides gras ingérés dans les rations ([Patra, 2013](#) ; [Doreau et al., 2015](#))
- la nature des acides gras ingérés et ceux déposés dans les produits issus de ces ruminants (lait) ([ANSES, 2011a](#) ; [McNiven et al., 2011](#) ; [Sretenovic et al., 2011](#)).

La réorientation des fermentations ruminales par un changement de la composition de l'alimentation des ruminants telle qu'un apport d'ALA (AG dominant du lin et de l'herbe) provoque une diminution de la production de méthane largement démontré ([Doreau et al., 2009](#) ; [Eugène et al., 2009](#) ; [Doreau et al., 2011](#) ; [Hammond et al., 2015](#)), qui persiste sur le long terme contrairement à d'autres solutions ([Martin et al., 2011](#)).

Les mécanismes d'action des lipides sur les émissions de méthane entérique sont synthétisés par Doreau et al. (2011), qui précise :

« La fermentation des glucides dans le rumen est réalisée par un écosystème complexe de bactéries et de protozoaires. Elle produit des acides gras volatils, qui sont la principale source énergétique des ruminants, et également du gaz carbonique et de l'hydrogène. Le méthane est normalement produit dans le rumen par des archaea méthanogènes, micro-organismes qui convertissent l'hydrogène en méthane. La conversion de glucides en acides gras volatils se fait selon deux voies concomitantes : la première conduit à la formation de l'acétate (C2) et du butyrate (C4) et produit de l'hydrogène, la seconde conduit à la formation du propionate (C3) et consomme de l'hydrogène. Il y a production nette d'hydrogène, car la voie de l'acétate et du butyrate est plus importante que la voie du propionate. La production d'hydrogène dépend donc d'une part de la quantité de glucides digestibles, d'autre part de l'orientation des fermentations vers l'un ou l'autre des acides gras volatils. Cette orientation est liée à l'équilibre de la population bactérienne du rumen (flore cellulolytique ou amylolytique) et à la population de protozoaires. Les rations riches en cellulose (herbe, sous-produits riches en parois végétales) produisent préférentiellement de l'acétate, les rations riches en amidon (céréales) produisent préférentiellement du propionate. En outre, les protozoaires sont de gros producteurs

d'hydrogène. Les lipides insaturés (surtout polyinsaturés) réduisent les populations bactériennes cellulolytiques et/ou les protozoaires, et donc la production d'hydrogène. »



La fermentation des glucides par la flore cellulolytique et les protozoaires produit du H₂, alors que cette fermentation par la flore amylolytique en utilise. Le H₂ restant est transformé en CH₄ par les méthanogènes.

A. Les populations de bactéries cellulolytiques et de protozoaires sont réduites par la présence de **lipides insaturés**, ce qui diminue la production de H₂ et favorise son utilisation dans les voies biochimiques privilégiées par la flore amylolytique.

FIGURE 2 : FONCTIONNEMENT DU RUMEN ET MODIFICATIONS INDUITES PAR L'AJOUT DE LIPIDES DANS LA RATION (D'APRES DOREAU ET AL., 2011)

L'ajout d'ALA dans la ration des ruminants permet donc de réduire les émissions de CH₄ entérique.

3. Les critères d'éligibilité des projets

3.1 Les productions agricoles couvertes par la méthode

La méthode proposée est applicable aux exploitations comprenant un atelier d'élevages de bovins laitiers.

Seuls les ateliers présents en année de projet, et toujours présents en fin de projet, sont comptabilisés dans le calcul des réductions d'émissions de méthane entérique.

3.2 Éligibilité conditionnée par des effets collatéraux positifs

Cette méthode n'est pas applicable aux activités de projet qui reposeraient exclusivement sur l'emploi dans les rations des bovins laitiers de produits non végétaux et/ou d'additifs chimiques (Cf. Tableau 1: Les critères d'éligibilité et leur méthode de suivi). En effet, leur utilisation est contraire aux attentes sociétales.

Par ailleurs, la méthode proposée exclut la présence dans les rations d'huiles végétales ajoutées et contenant majoritairement des acides gras de type C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n-9, C18:2n-6 (AG traditionnellement absents des rations fourragères habituelles des bovins laitiers) telles que les huiles de palme, de coprah, de colza, de soja ainsi que les huiles d'origine animale comme les huiles de poisson. En effet, ces huiles entraînent une modification de la composition lipidique des produits (lait) n'allant pas dans le sens des recommandations nutritionnelles (comme l'huile de soja apportant du C18:2n-6 ou l'huile de colza

apportant du C18 :1 trans10) ([ANSES, 2011a, b](#)) et/ou possède une empreinte environnementale élevée (comme l'huile de soja par exemple) ([Mosnier et al., 2011](#); [Nguyen et al., 2012](#)) (Cf. Tableau 1: Les critères d'éligibilité et leur méthode de suivi).

Aussi, pour permettre de répondre à ces conditions d'éligibilité, le porteur de projet devra rapporter ces critères dans le rapport de suivi selon les modalités décrites ci-après dans le Tableau 1.

TABLEAU 1 : LES CRITERES D'ELIGIBILITE ET LEUR METHODE DE SUIVI

Critères d'éligibilité	Mode de suivi et de contrôle
<i>Interdiction de matières premières</i>	<i>Validation des attentes sociétales et recommandations nutritionnelles</i>
Interdiction dans la ration des bovins laitiers des matières premières suivantes : - toute source de matière grasse animale (Ex. Huile de poisson ou huile de foie de morue) - les acides gras de synthèse et/ou les matières grasses hydrogénées et/ou saponifiées - toute source de palme (huile, tourteaux et dérivés) - toute source de coprah/coco (huile, tourteaux et dérivés) - tout additif qui impacterait la linéarité naturelle entre la méthanogenèse et la lipogenèse¹.	Ces points seront contrôlés à 2 étapes : - Étape 1 : lors du dépôt de dossier pour demande de labellisation, l'exploitation s'engage sur l'honneur aux respects de ces points. - Etape 2 : Contrôle par audit (relevé des rations, étiquettes aliments composés) lors de chaque vérification de $0,5\sqrt{n}$ exploitations engagées.
<i>Limitation de matières premières</i>	<i>Validation du périmètre d'applicabilité de la présente méthode</i>
Autorisation des matières premières suivantes dans la ration des bovins laitiers, dans la limite de 150g de matières grasses totales apportées par jour par ruminant : - soja ; - colza / canola ; - tournesol.	Ces points seront contrôlés à 2 étapes : - Étape 1 : lors du dépôt de dossier pour demande de labellisation, l'exploitation s'engage sur l'honneur aux respects de ces points. - Etape 2 : Contrôle par audit (relevé des rations, étiquettes et formulation des aliments composés) lors de chaque vérification de $0,5\sqrt{n}$ exploitations engagées.

3.3 Evaluation des co-bénéfices associés aux projets

Au-delà des enjeux sur la réduction du méthane entérique, la mise en place de certaines pratiques peut avoir des bénéfices ou des impacts négatifs sur l'environnement. Afin de suivre et de maîtriser les effets sur ces autres enjeux, les porteurs de projet feront état des indicateurs de co-bénéfices et d'impacts en début et en fin de projet.

¹ Liste négative en [Annexe 6 : Liste négative des additifs interdits](#)

L'évolution de ces indicateurs n'est pas contraignante mais toute évolution positive pourra être valorisée par le porteur de projet. Ceux-ci seront reportés dans le rapport de suivi et feront l'objet d'une vérification.

La liste énoncée ci-dessous n'est pas exhaustive. D'autres indicateurs de co-bénéfices pourront être ajoutés par le porteur de projet sous réserve que ces derniers puissent être suivis et vérifiés.

TABEAU 2 : GRILLE D'ÉVALUATION DES IMPACTS ET CO-BÉNÉFICES ASSOCIÉS AU PROJET

Indicateur	Description	Echelle	Unité	Méthode de suivi et fréquence
<u>Autonomie Protéique</u>				
Diminution de la part de soja d'importation dans la ration	Quantifier la part de soja d'importation (huile, tourteaux et autres dérivés) entre la ration avant et après projet	Exploitation	% de la ration	Étape 1 : lors du dépôt de dossier pour demande de labellisation, l'exploitation déclare l'ensemble des éléments de la ration et de la production sur l'exploitation (part de soja, part de légumineuses produites, part d'herbe produite). Etape 2 : Contrôle par audit (relevé des rations, % ha de légumineuses, % ha d'herbe) lors de chaque vérification de $0,5\sqrt{n}$ exploitations engagées.
Augmentation de la part de légumineuses fourragères et à graines (pâturée et conservée) produites sur l'exploitation	Quantifier la part de légumineuses fourragères et à graines, produites sur l'exploitation, entre la situation avant et après projet	Exploitation	ha	
Augmentation de la part d'herbe produite sur l'exploitation (pâturée et conservée)	Quantifier la part d'herbe produite sur l'exploitation (pâturée ou conservée) entre la situation avant et après projet	Exploitation	ha	
<u>Circuit Court</u>				
Part d'exploitation avec une activité de vente directe	Nombre d'exploitations faisant de la vente directe par rapport au nombre d'exploitations engagées	Projet	%	Étape 1 : lors du dépôt de dossier pour demande de labellisation, l'exploitation déclare son activité. Etape 2 : Contrôle par audit lors de chaque vérification de $0,5\sqrt{n}$ exploitations engagées.

4. Le scénario de référence

Les porteurs de projet auront la possibilité de choisir entre deux scénarii qui serviront de référence pour le calcul des réductions d'émissions : un scénario de référence spécifique ou un scénario de référence générique. Ce choix est défini par le porteur de projet, lors de l'inscription des exploitations agricoles dans le projet. Dans le cadre d'un projet collectif, il sera possible de choisir à l'échelle de l'exploitation, l'une ou l'autre des options, sous réserve d'effectuer ce choix au démarrage du projet.

4.1 Scénario de référence spécifique

Le choix d'un scénario de référence spécifique au projet pourra se faire dès lors que l'accès aux données avant l'entrée dans le projet est possible et cela sur une durée de 12 mois, afin d'être représentatif d'un système moyen annuel intégrant les effets saisons (exemple : intégration du pâturage en amont de la mise en place du projet).

Ce scénario de référence spécifique correspondra aux émissions de méthane historique du projet ; celui-ci sera estimé à partir des profils en Acides Gras historiques (12 mois minimum précédant l'entrée au projet) et des données de production laitière historique.

Les données nécessaires à l'élaboration de ce scénario de référence spécifique sont des données issues de mesure en laboratoire (acides gras), de données suivies dans les élevages par les organismes laitiers ou de conseils (production laitière) ; aucun rabais n'est appliqué lors de l'application d'un scénario de référence spécifique.

4.2 Scénario de référence générique

L'utilisation d'une référence générique peut se justifier si une exploitation intègre des changements de système au moment où elle rentre dans le projet (changement d'un système herbe-maïs à un système herbe, ...). Alors, ces données historiques ne correspondent plus à son scénario de référence.

De même, cette option peut être envisagée pour faciliter le démarrage d'un projet, sans attendre un an pour obtenir les données nécessaires à l'élaboration d'un scénario de référence spécifique.

Ce scénario de référence générique correspondra aux émissions de méthane de référence selon les références nationales par type de systèmes alimentaires issu de la bibliographie pour chaque type de ruminants ; et ce sur une année également (12 mois représentatifs d'une année par système alimentaire connu : variation des données AG si présence de pâturage dans le système alimentaire de référence par exemple)

Concernant les bovins laitiers, les travaux les plus récents permettant d'une part de caractériser les profils Acides Gras des principaux fourrages (Paccard et al., 2006) et d'autre part de caractériser les différents systèmes alimentaires mois après mois (CNIEL ; Picard et al., 2007) permettant ainsi de prédire les émissions de méthane mois par mois pour chaque système alimentaire connu (*Cf. Annexe 5 : Scénarii de référence en Lait pour plus d'informations*).

TABEAU 3 : SCENARI DE REFERENCE POUR LES EXPLOITATIONS BOVINS LAIT

Scénario	Nom des systèmes laitiers spécialisés français (Picard et Ballot, 2007)	
1		avec plus de 30% de maïs dans la surface fourragère hors Grand-Ouest
2	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec plus de 30% de maïs dans la surface fourragère du Grand-Ouest
3		avec 10 à 30% de maïs dans la surface fourragère hors Grand-Ouest
4		avec 10 à 30% de maïs dans la surface fourragère du Grand-Ouest
5		avec moins de 10% de maïs dans la surface fourragère hors Grand-Ouest
6		avec moins de 10% de maïs dans la surface fourragère Grand-Ouest
7	Elevages spécialisés lait de Montagne et Piémont	avec du maïs dans la surface fourragère
8		herbagers du Massif Central
9		herbagers des Alpes du Nord
10		herbagers de Franche Comté
11		herbagers des autres montagnes

Ces références basées sur des données bibliographiques et/ou des données certes, représentatives des systèmes français ; un rabais de 10% dans le cas du choix d'une référence générique sera appliqué.

5. Démonstration de l'additionnalité

Compte tenu de la réglementation et des pratiques actuelles, sans valorisation des réductions d'émissions, l'apport de composants source de lipides de type ALA dans les rations des bovins laitiers, ne sera pas mis en place de façon significative par les éleveurs.

Périmètre réglementaire

La modification de l'alimentation des ruminants visant à diminuer les émissions de méthane entérique n'est pas une mesure figurant dans le plan climat 2010, ni dans aucune autre réglementation en vigueur au moment du dépôt de la méthode (aucune mesure n'est apportée non plus dans la Politique Agricole Commune à ce jour). Réduire les émissions de gaz à effets de serre par l'alimentation des ruminants a pourtant été mis en exergue dans différentes publications et notamment dans le cadre d'une expertise réalisée par l'INRA en 2013 ([Pellerin et al., 2013](#)). Ainsi, les travaux de Doreau ([Doreau et al., 2014](#)) explorent les différentes techniques permettant de réduire les émissions de GES notamment le méthane entérique et la modification de l'alimentation au travers de l'apport de matières premières sources d'ALA des ruminants apparaît comme un projet potentiel réducteur d'émission.

Pénétration actuelle des apports en ALA dans l'alimentation des bovins laitiers

L'apport en ALA dans les rations des bovins laitiers est aujourd'hui une méthode de réduction connue mais peu présente à l'échelle nationale. Le taux de pénétration actuel de la solution proposée dans la présente méthode est mineur.

Les graphiques ci-dessous présente respectivement l'évolution de la production de lait de vache Bleu-Blanc-Cœur. Ces productions imposent un apport minimum en ALA équivalent à environ 1,5% de matières grasses de type ALA, dans la ration des animaux.

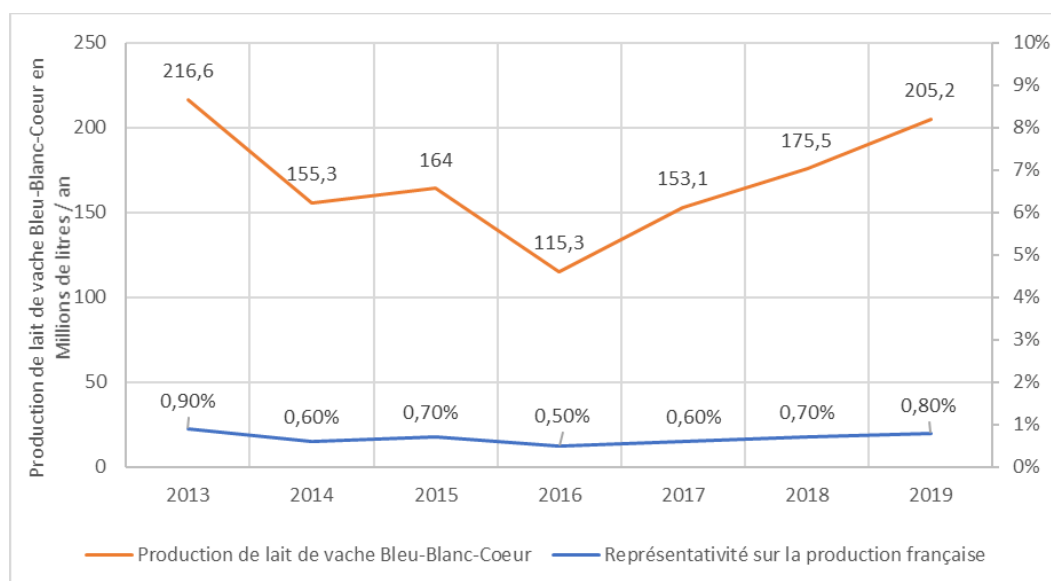


FIGURE 3 : PRODUCTION LAIT DE VACHE BLEU-BLANC-CŒUR ET REPRESENTATIVITE SUR LA PRODUCTION FRANÇAISE

En 2018, la production de lait de vache sous cahier des charges Bleu-Blanc-Cœur, représentait un peu plus de 170 millions de litres de lait, soit 0,7% de la production française. Les apports d'ALA à des niveaux significatifs d'ALA (>1,5%) dans l'alimentation des bovins ne sont donc pas des pratiques courantes.

En effet, le déploiement de ces pratiques en ruminants est complexe. L'évolution de ces pratiques dans les autres productions est beaucoup plus significative (la production de porc Bleu-Blanc-Cœur représente ainsi 10% de la production française). Sans projet, la mise en place de la solution proposée dans la présente méthode ne sera pas significative et ne permettra pas une baisse significative des émissions de méthane entérique, 1^{er} poste d'émission des gaz à effet de serre en élevage.

De même, malgré une première reconnaissance obtenue en 2011 pour la méthodologie spécifique aux émissions de méthane entérique chez les ruminants laitiers dans le cadre du dispositif de projets domestiques, la solution proposée n'a pas connu un déploiement massif. En effet, sans valorisation des réductions, l'apport de composants source de lipides de type ALA dans les rations des ruminants laitiers, ne sera pas mis en place de façon significative par les éleveurs. Ce précédant conforte qu'il n'y pas d'effet d'aubaine massif autour de la solution proposée.

Néanmoins, les éleveurs, engagés dans la filière Bleu-Blanc-Cœur, ont déjà activés un ou plusieurs leviers de réduction. C'est pourquoi, leur sera attribué leur propre scénario de référence spécifique sur au minimum les 12 mois précédents l'entrée dans le projet.

6. La méthode d'évaluation des réductions d'émissions

6.1 Les leviers à actionner pour réduire ces émissions

Cette présente méthode cible le levier de l'alimentation par l'ajout de sources alimentaires riches en acide alpha-linolénique (ALA).

L'ajout d'ALA dans la ration des ruminants, levier qui permet de réduire les émissions de CH₄ entérique, peut être apporté par diverses sources végétales telles que :

- Introduction et/ou augmentation de la part de pâturage ;
- Introduction et/ou augmentation de la part des fourrages à base d'herbe (quel que soit le mode de conservation) ;
- Amélioration de la qualité des fourrages de la ration ;
- Introduction et/ou augmentation de la part de luzerne, sous ces différentes formes (fourrage, déshydraté, concentré) ;
- Introduction et/ou augmentation de la part de graines riches en ALA, tel que le lin, la cameline.

Cette liste n'est pas exhaustive ; et de manière plus globale, tout levier qui permet de mieux valoriser la ration des animaux, permet de réduire les émissions de méthane.

6.2 La méthode d'évaluation des réductions d'émissions des bovins laitiers

La quantité de méthane produite par litre de lait est fonction :

- D'une part, de la production laitière annuelle de l'animal. Plus une vache laitière produit de lait et plus la production de méthane par litre de lait diminue. Certains auteurs [Vermorel et al., 2008] proposent l'équation (1) suivante : *Quantité de méthane produite (en kg par vache et par an) = 55,7 + 0,0098 * production laitière (en kg par vache et par an)*
- D'autre part, de la composition du lait sous la forme du ratio entre la somme des acides gras du lait à moins de 16 atomes de carbone et la somme de tous les acides gras, influencée par la ration digérée dans le rumen.

La quantité de méthane produite par bovin laitier peut donc se calculer en fonction de la production laitière et de la composition en acides gras du lait de cet animal suivant l'équation de prédiction suivante :

$$CH_4 \text{ produit} = \frac{AG \leq C16}{AG \text{ totaux}} * (a * \text{production de lait}^b)$$

Avec « $\frac{AG \leq C16}{AG \text{ totaux}}$ » exprimé en pourcentage (%) et représentant le rapport entre la somme des acides gras avec 16 atomes de carbone et moins et la quantité totale en acides gras (analyse des acides gras par Chromatographie en phase gazeuse ; méthode de mesure référence) ;

Ou avec « $\frac{AG \leq C16}{AG \text{ totaux}}$ » exprimé en pourcentage (%) et calculé selon l'équation (analyse des acides gras par moyen infrarouge (MIR) ; méthode de mesure alternative) :

$$1,0316 * \left(\frac{AGS}{AG \text{ totaux}} - \frac{C18:0}{AG \text{ totaux}} \right) - 0,6072$$

Avec « *production de lait* » exprimé en kg par vache et par an et représentant la quantité totale de lait produite par animal et par année ;

Avec « *CH₄ produit* » exprimé en g par litre de lait et représentant la quantité de CH₄ produite ;

Avec « *a* » et « *b* » comme paramètres numériques, *a* compris entre 10 et 13 et *b* compris entre -0,40 et -0,45. Les travaux menés en 2009 par l'équipe de l'INRA de Theix – Clermont (Y. Chilliard, M. Doreau et C. Martin) en collaboration avec l'équipe de Valorex (P. Weill et G. Chesneau) ont mis en évidence que, dans l'état actuel des connaissances et dans le cadre de la méthodologie exposée ci-dessus, *a* et *b* valent respectivement 11,368 et -0,4274. Ces paramètres sont évolutifs et pourront ainsi être modifiés en fonction des connaissances scientifiques et des sources végétales employées.

L'élaboration de cette équation fait l'objet d'un brevet (« Procédé d'évaluation de la quantité de méthane produite par un ruminant laitier et procédé pour diminuer et contrôler cette quantité », dépôt de brevet priorité France 08 54230 du 25 juin 2008 et dépôt PCT/EP2009/057919 du 24 juin 2009), co-inventé par les équipes de Valorex (P. Weill et G. Chesneau) et de l'INRA de Theix – Clermont (Y. Chilliard, M. Doreau et C. Martin), et est construite telle qu'expliquée ci-dessus.

Dans le cadre de la méthode une licence gratuite d'utilisation de ce brevet est concédée. Les porteurs de projets et/ou agrégateurs sont cependant tenus lorsqu'ils communiquent sur leurs Projets d'indiquer clairement le titre et la provenance du brevet.

Cette relation a été validée par des données bibliographiques et par des résultats expérimentaux [Weill et al., 2008] [Chilliard et al., 2009] [Martin et al., 2008] [Martin et al., 2009] [Martin et al., 2010].

La méthode permet donc de calculer les réductions d'émissions de méthane en utilisant une équation qui utilise deux paramètres faciles à mesurer en exploitation : la production laitière par vache et le profil en Acides Gras du lait.

Calcul des émissions de méthane entérique du projet :

$$CH_4 \text{ projet} = \frac{AG \leq C16}{AG \text{ totaux}} * (a * \text{production de lait}^b)$$

Avec une valeur CH₄ projet exprimée en grammes/litre de lait du mois *m* considéré.

Calcul des émissions de méthane entérique du scénario de référence :

$$CH_4 \text{ référence} = \frac{AG \leq C16}{AG \text{ totaux}} * (a * \text{production de lait}^b)$$

Avec une valeur CH₄ référence exprimée en grammes/litre du mois *m* considéré (selon un scénario de référence générique ou selon un scénario de référence spécifique issu des données d'analyses acides gras et données de production du mois *m* considéré du système alimentaire type considéré)

Calcul des réductions d'émissions :

$$rCH_4 = \frac{\sum_{m=1}^{60} (CH_{4\text{référence}} * PL * VL * \text{Jours du mois } m) - (CH_{4\text{projet}} * PL * VL * \text{Jours du mois } m)}{\mu}$$

Avec :

rCH₄ : réduction totale de méthane sur la durée du projet (exprimé ici sur 5 ans, soit 60 mois)

μ : masse volumique du lait, égale à 1031 g/L

CH₄ référence : valeur de méthane de référence exprimé en grammes/litre de lait du mois m considéré

CH₄ projet : valeur de méthane projet exprimé en grammes/litre de lait du mois m considéré

PL : production laitière en kg/vache/jour du mois m considéré

VL : nombre de vaches laitières en production du mois m considéré

Jours du mois m : nombre de jours du mois m considéré

Les réductions d'émissions du projet sont initialement exprimées en kg de méthane (*rCH₄*) ; celles-ci sont par la suite converties en équivalent CO₂ par la multiplication des tonnes de méthane au pouvoir de réchauffement global du méthane.

$$rCO_2e = rCH_4/1000 \times 25$$

Avec :

rCH₄ : réduction de méthane sur l'ensemble du projet (en kg)

rCO₂e : réduction exprimée en équivalent CO₂ (en tCO₂eq)

6.3 Evaluation des incertitudes

Afin d'évaluer le degré d'incertitudes du modèle d'évaluation de la présente méthode, 2 parties ont été mises en avant :

- 1) L'approche sur la variabilité des données d'entrée des modèles ;
- 2) L'approche sur l'incertitude des modèles ;

En effet, il est difficile d'utiliser des approches classiques de détermination d'incertitudes de modèle pour évaluer le modèle Bleu-Blanc-Cœur, modèle mécanistique et non modèle statistique.

En effet, le modèle Bleu-Blanc-Cœur est un modèle construit en 2008 selon la connaissance physiologique du ruminant laitier, et validé sur une base de données externe, recensant l'ensemble des mesures de référence faites dans le cadre de travaux de recherche.

Cette démonstration est détaillée en Annexe 10.2 : Incertitudes des modèles prédictifs en lait.

De plus, la représentativité des variables utilisées pour calculer les réductions d'émissions est la suivante :

TABEAU 4 : INCERTITUDE DES VARIABLES UTILISEES EN RUMINANT LAITIER

Variables	Mode de suivi	Degré d'incertitude sur la représentativité	Commentaires
Pouvoir de réchauffement global du méthane (CH ₄)	Pas de suivi. Facteur par défaut.	Faible	Facteur par défaut (GIEC) (Coefficient de 25 sur le CO ₂)

Production de CH4 historique par quantité de lait	Pas de suivi. Valeur par défaut.	Moyenne	Valeur par défaut du scénario de référence générique, définie par typologie de rations et issue des références nationales (Paccard et al., 2006 et CNIEL, 2007).
	Enregistrement Inventaire éleveur	Faible	Valeur calculée à partir de l'enregistrement des profils en acides gras en exploitations.
Production de CH4 par quantité de lait produite du Projet	Enregistrement Inventaire éleveur	Faible	
Nombre de vaches laitières traites	Enregistrement Inventaire éleveur	Faible	Valeur déterminée à partir de l'enregistrement des animaux en exploitation.
Quantité de lait produite	Enregistrement Inventaire éleveur	Faible	Valeur déterminée à partir de l'enregistrement de la production de lait en exploitation.

L'incertitude des variables influençant sur le calcul des émissions est très majoritairement faible. Dans ce sens, et après les éléments de démonstration ci-dessus ; aucun rabais ne sera appliqué.

7. Vie d'un projet et modalités de vérification des réductions d'émissions

7.1 Durée maximale de labellisation d'un projet

La durée maximale d'un projet est de 5 ans, renouvelable.

7.2 Vie d'un projet

Seules les réductions d'émissions résultant d'actions engagées postérieurement à la date de réception de la notification du projet par l'autorité sont reconnues par le label. Toutefois, si un porteur labellisé lors de la phase de notification n'a pas réduit ses émissions au terme des 5 ans, celui-ci perd sa labellisation.

Un projet labellisé arrivant au terme des 5 ans est renouvelable sous réserve de démontrer de nouveau l'additionnalité.

Dans ce cas, le scénario de référence sera recalculé sur les 5 ans du projet précédent.

7.3 Suivi du projet

Le suivi est assuré par le porteur de projet, pour chaque exploitation agricole, selon les modalités retenues pour le scénario de référence spécifique ou générique.

TABLEAU 5 : LES PARAMETRES A SUIVRE DANS LE CAS DES BOVINS LAITIERS

Paramètres	Unité	Fréquence de suivi	Source utilisée	Valeur appliquée	Procédure de mesure
Facteur émission du CH ₄	g CH ₄ /litre de lait	A chaque dépôt de Projet	CNIEL, 2007 et Paccard et al., 2006	Par défaut	Estimé
Production Laitière	Kg par vache par jour	Par mois	Donnée Elevage	Propre au Projet	Mesurée
Nombre de vaches laitières	Nombre de vaches laitières traites	Par mois	Donnée Elevage	Propre au Projet	Mesurée
Profil en Acides gras	% des AG totaux	Par mois	Analyses laboratoires	Propre au Projet	Mesuré

L'ensemble des paramètres à suivre au cours du Projet doivent être enregistrés et traités de manière informatique. Chaque porteur de projet devra tenir à disposition des autorités les paramètres nécessaires à la bonne mise en œuvre de la méthode.

Ces données seront à renseigner dans le rapport de suivi.

7.4 Modalités

La vérification des réductions d'émissions est nécessaire pour que l'autorité puisse reconnaître les réductions effectuées. La demande de reconnaissance est faite par le porteur de projet. Pour ce faire, le porteur de projet (projet individuel ou collectif) envoie à l'autorité, conformément à l'arrêté du 28 novembre 2018, un rapport de suivi et un rapport de vérification, élaboré par un auditeur externe, qui collecte un ensemble de pièces justificatives.

Afin de limiter les coûts dans le cas d'un projet collectif, l'audit externe sera réalisé sur un échantillon d'exploitations choisi par l'auditeur selon la règle $0,5\sqrt{n}$ avec un minimum de 5 exploitations.

Dans tous les cas, l'ensemble des documents justificatifs de chaque projet individuel, ainsi que les calculs de réduction seront transmis à l'auditeur.

Les vérifications étaient réalisées par un auditeur externe sur la base de documents officiels, aucun rabais ne sera appliqué.

TABLEAU 6 : ECHANTILLON POUR LA VERIFICATION EN FONCTION DU NOMBRE D'EXPLOITATION DU PROJET

n = nombre d'exploitations du projet	Echantillon pour la vérification $0,5\sqrt{n}$	Taux échantillonnage correspondant
--------------------------------------	---	------------------------------------

100	5	5%
250	8	3%
500	11	2%
1000	16	2%

7.5 Récapitulatif des rabais

TABLEAU 7 : RECAPITULATIF DES RABAIS

Type de rabais	Taux de rabais	Commentaires
Scénario de référence spécifique	0%	
Scénario de référence générique	10%	
Vérification externe	0%	
Incertitudes des données faibles	0%	
Risque de non permanence	Non concerné	Les émissions de méthane entérique sont des émissions diffuses. Les réductions de ces émissions permises par l'application de la présente méthode sont acquises.

8. Formulaires

Trois formulaires sont nécessaires aux porteurs de projet :

- Le formulaire de notification de projet , disponible sur la page internet du Ministère de la Transition Ecologique
- Le document descriptif de projet, disponible sur la page internet du Ministère de la Transition Ecologique
- Le formulaire de rapport de suivi, disponible en [Annexe 3 : Formulaire de rapport suivi](#).

9. Annexes

9.1 Annexe 1 : Scénarii de référence en Bovin Lait

1- Scénarii de référence génériques

a- Les caractéristiques des rations :

D'après Picard et Ballot (2007), « les catégories des différents systèmes laitiers spécialisés permettent à eux seuls d'apprécier correctement la variété des systèmes fourragers des élevages bovins laitiers français ».

<u>N°</u>	<u>Nom des systèmes fourrages</u>	
Fiche n°1	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec plus de 30% de maïs dans la surface fourragère hors Grand-Ouest
Fiche n°2	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec plus de 30% de maïs dans la surface fourragère du Grand-Ouest
Fiche n°3	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec 10 à 30% de maïs dans la surface fourragère hors Grand-Ouest
Fiche n°4	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec 10 à 30% de maïs dans la surface fourragère du Grand-Ouest
Fiche n°5	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec moins de 10% de maïs dans la surface fourragère hors Grand-Ouest
Fiche n°6	Elevages spécialisés lait de Plaine	avec moins de 10% de maïs dans la surface fourragère Grand-Ouest
Fiche n°7	Elevages spécialisés lait de Montagne et Piémont	avec du maïs dans la surface fourragère
Fiche n°8	Elevages spécialisés lait de Montagne et Piémont	herbagers du Massif Central
Fiche n°9	Elevages spécialisés lait de Montagne et Piémont	herbagers des Alpes du Nord
Fiche n°10	Elevages spécialisés lait de Montagne et Piémont	herbagers de Franche Comté
Fiche n°11	Elevages spécialisés lait de Montagne et Piémont	herbagers des autres montagnes

Pour chacun des 11 systèmes ci-dessus, la part des fourrages est connue mois après mois.

Exemple de la Fiche 1 : Elevages spécialisés lait de Plaine :

Du 15/03 au 05/04 : 52,5% Pâturage et 47,5% Ensilage Maïs

Du 5/04 au 01/09 : 80% Pâturage et 20% Ensilage Maïs

Du 01/09 au 25/10 : 40% Pâturage et 60% Ensilage Maïs

Du 25/10 au 15/03 : 100% Ensilage Maïs

Ce sont ces 11 systèmes qui sont répertoriés pour les scénarii de référence génériques. Le porteur de projet qui souhaitera utiliser la méthode Bleu-Blanc-Cœur devra donc communiquer sa ration à l'entrée dans le projet pour que son scénario de référence lui soit attribué.

b- Les Profils en Acides Gras (PAG) de référence :

D'après la publication de Paccard et al., 2006, « Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières », la composition de la ration est le principal levier à la disposition des éleveurs pour agir sur la matière grasse du lait. De même, la composition du lait dépend en grande partie de l'alimentation de l'animal.

D'après les travaux publiés, voici donc un tableau répertoriant les effets de la nature du régime alimentaire sur la composition en acides gras du lait (en % des acides gras totaux, %AGT)

	AGS (% AG ttx)	C18:0 (% AG ttx)	Σ AG ≤ C16
pâturage	65,1	11,8	54,38
foin	71,7	8,6	64,49
EH	73,1	10,8	63,66
EM	75,1	8,4	68,20
hivernal (ensilage maïs, d'herbe ou les 2)	73,8	9,3	65,93
pâturage seule	65,9	11,8	55,20
pâturage + ensilage (hb ou maïs) : mixte	69,7	10,4	60,57

Pour rappel, la méthode de prédiction des émissions de méthane est notamment fonction des AG De Novo (= somme des AG ≤ C16 :0).

Or, cette somme des AG ≤ C16 :0 est très corrélée à (AGS-C18 :0).

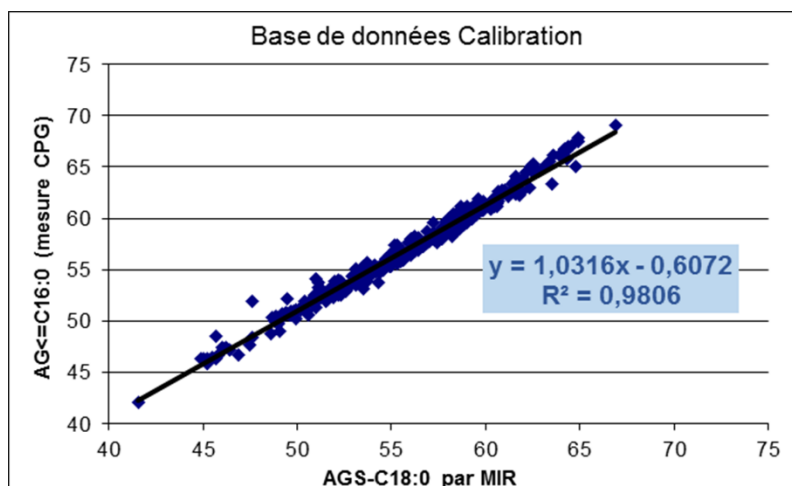
De plus, (AGS-C18 :0) est accessible depuis la méthode de mesure MIR permettant un suivi en routine, contrairement à la somme des AG De Novo.

Une équation a donc été construite pour calculer la somme des AG De Novo à partir de (AGS-C18 :0) ; cette équation est la suivante :

$$1,0316 * (AGS - C18:0) - 0,6072$$

Cette équation a été construite et validée sur une base de données de PAG mesurés par méthode de référence (Chromatographie en Phase Gazeuse, CPG) où la somme des AG De Novo est mesurée.

Sur cette base de données recensant 350 profils AG de systèmes variés et représentatifs des systèmes alimentaires français, la somme des AG De Novo mesurés par CPG (méthode de référence) a été mise en corrélation avec (AGS-C18 :0) dans le but de définir l'équation de prédiction des AG De Novo.



L'équation de prédiction étant très corrélée ($r^2=0,98$), l'équation est retenue dans le modèle de prédiction des émissions de méthane de la méthode Bleu-Blanc-Cœur.

De part le rapprochement entre ces 2 types de données ; les caractéristiques de la ration et les profils AG associés à ces systèmes, les Profils AG de chaque système alimentaire sur un mois donné peut-être calculé.

Exemple de la Fiche 1 – mois de Mars : Elevages spécialisés lait de Plaine :

Du 01/03 au 15/03 : 100% Ensilage Maïs

Du 15/03 au 05/04 : 52,5% Pâturage et 47,5% Ensilage Maïs

Soit AG De Novo Fiche 1 – Mois de Mars = $((15 \cdot 68,2) + (15 \cdot (68,2 \cdot 0,475 + 54,38 \cdot 0,525))) / 30$

Soit AG De Novo Fiche 1 – Mois de Mars = **64,57**

c- Les PAG par systèmes alimentaires :

L'ensemble des profils AG sont répertoriés dans le tableau ci-dessous en intégrant pour chaque mois la répartition des fourrages :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Fiche n°1	68,20	68,20	64,57	57,78	57,78	57,78	57,78	57,78	62,67	63,59	68,20	68,20
Fiche n°2	68,20	68,20	60,14	57,14	57,14	61,29	61,29	61,29	64,74	64,74	68,20	68,20
Fiche n°3	66,14	66,14	66,14	58,51	57,55	57,55	57,55	60,29	63,54	66,14	66,14	66,14
Fiche n°4	66,14	66,14	60,25	58,75	55,76	55,76	58,52	58,52	62,56	65,21	66,14	66,14
Fiche n°5	64,24	64,24	64,24	61,28	54,38	54,38	54,38	57,41	60,44	61,71	64,24	64,24
Fiche n°6	64,24	64,24	60,36	57,92	55,39	55,39	55,39	56,90	59,94	62,81	64,24	64,24
Fiche n°7	66,14	66,14	63,88	57,46	55,55	55,55	56,34	56,73	60,65	63,00	66,14	66,14
Fiche n°8	64,21	64,21	64,21	64,21	58,02	55,36	55,36	55,36	59,25	62,82	64,21	64,21
Fiche n°9	64,49	64,49	64,49	63,52	58,67	54,38	54,38	54,38	54,38	60,91	64,49	64,49
Fiche n°10	64,49	64,49	64,49	60,61	54,38	54,38	54,38	54,38	57,16	59,94	63,73	64,49
Fiche n°11	64,49	64,49	64,49	59,43	54,38	54,38	54,71	56,40	59,77	61,12	64,49	64,49

d- Les productivités laitières par systèmes alimentaires :

D'après Picard et Ballot (2007), les productions laitières propres à chaque système sont les suivantes :

Fiche n°1	7710,00	L / VL	7477,93	kg / VL
Fiche n°2	7710,00	L / VL	7477,93	kg / VL
Fiche n°3	7605,00	L / VL	7376,09	kg / VL
Fiche n°4	6715,00	L / VL	6512,88	kg / VL
Fiche n°5	6295,00	L / VL	6105,52	kg / VL
Fiche n°6	5540,00	L / VL	5373,25	kg / VL
Fiche n°7	7050,00	L / VL	6837,80	kg / VL
Fiche n°8	5930,00	L / VL	5751,51	kg / VL
Fiche n°9	5260,00	L / VL	5101,67	kg / VL
Fiche n°10	6430,00	L / VL	6236,46	kg / VL
Fiche n°11	5705,00	L / VL	5533,28	kg / VL

e- Les productions de méthane entérique par systèmes alimentaires :

Ainsi, en intégrant les calculs des AG De novo pour chaque mois et pour chaque système (fiche), les émissions de méthane de référence peuvent se calculer pour chaque système alimentaire et selon chacun des mois de l'année selon l'équation de la méthode Bleu-Blanc-cœur :

$$CH_4 \text{ produit} = \frac{AG \leq C16}{AG \text{ totaux}} * (a * \text{production de lait}^b)$$

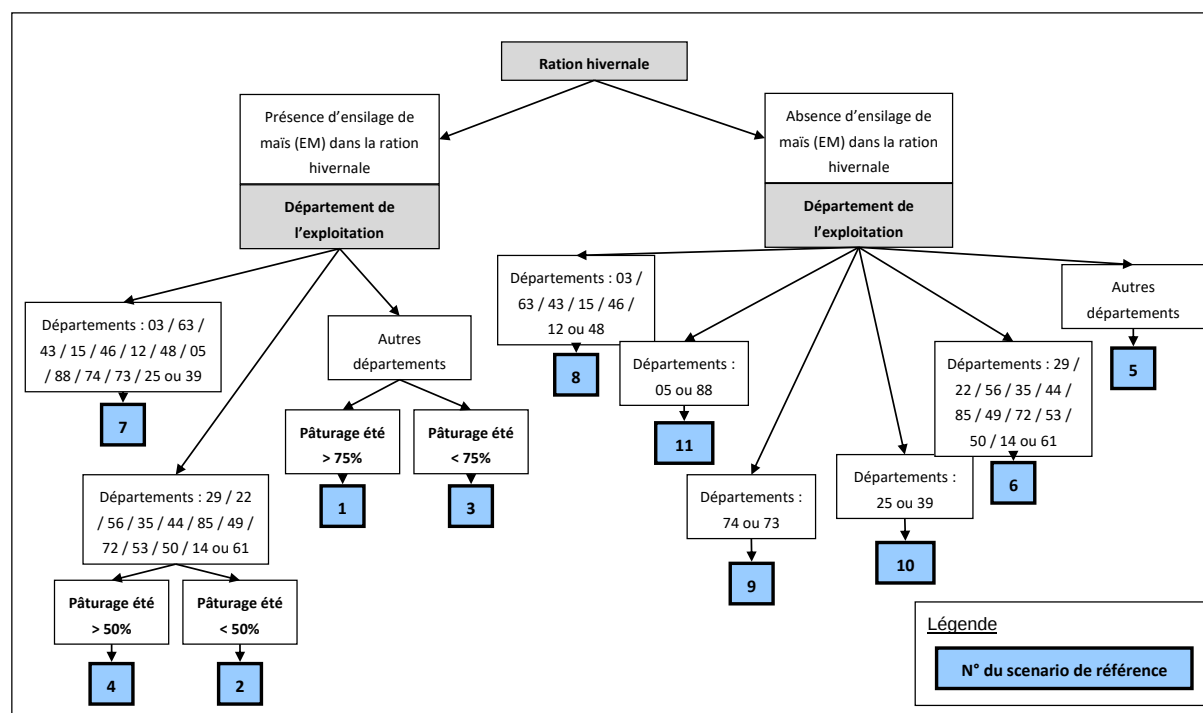
Le tableau récapitulatif des émissions de méthane de référence est ainsi présenté ci-dessous :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Fiche n°1	17,13	17,13	16,22	14,51	14,51	14,51	14,51	14,51	15,74	15,97	17,13	17,13
Fiche n°2	17,13	17,13	15,11	14,35	14,35	15,40	15,40	15,40	16,26	16,26	17,13	17,13
Fiche n°3	16,71	16,71	16,71	14,78	14,54	14,54	14,54	15,23	16,05	16,71	16,71	16,71
Fiche n°4	17,62	17,62	16,06	15,66	14,86	14,86	15,60	15,60	16,67	17,38	17,62	17,62
Fiche n°5	17,60	17,60	17,60	16,79	14,90	14,90	14,90	15,73	16,56	16,90	17,60	17,60
Fiche n°6	18,59	18,59	17,46	16,76	16,02	16,02	16,02	16,46	17,34	18,17	18,59	18,59
Fiche n°7	17,26	17,26	16,67	15,00	14,50	14,50	14,70	14,81	15,83	16,44	17,26	17,26
Fiche n°8	18,05	18,05	18,05	18,05	16,31	15,56	15,56	15,56	16,65	17,65	18,05	18,05
Fiche n°9	19,08	19,08	19,08	18,79	17,36	16,09	16,09	16,09	16,09	18,02	19,08	19,08
Fiche n°10	17,51	17,51	17,51	16,45	14,76	14,76	14,76	14,76	15,52	16,27	17,30	17,51
Fiche n°11	18,42	18,42	18,42	16,98	15,54	15,54	15,63	16,11	17,08	17,46	18,42	18,42

f- Identification du scénario de référence générique pour chacun des Projets :

Les rations distribuées aux vaches laitières dépendent en grande partie du lieu d'exploitation. En effet, l'herbe ne pousse pas en permanence et au même rythme selon les régions considérées. Les conditions pédoclimatiques orientent donc la nature des fourrages servant à la constitution des stocks (Piccard et Ballot, 2007).

Un arbre de décision permet aux différents porteurs de projet d'identifier le scénario de référence adapté aux caractéristiques (ration et département) des différents projets.



2- Scénario de référence spécifique

Dans le cas où le porteur de projet possède un historique des données nécessaires au calcul du scénario de référence ; à savoir les profils en acides gras des 12 derniers mois ainsi que ces données de performances laitières moyennes de son troupeau sur les 12 derniers mois ; alors le porteur de projet pourra bénéficier de la possibilité de construire son propre scénario de référence en calculant mois après mois chacune de ces valeurs de méthane entérique.

9.2 Annexe 2 : Rapport de suivi

RAPPORT DE SUIVI DES REDUCTIONS D'EMISSIONS EN ELEVAGE BOVINS LAITIERS

1- NOM DU PROJET

2- LE PORTEUR DU PROJET

N° SIRET (14 chiffres) :

Statut juridique du porteur de projet :

Identité du porteur de projet :

☐ **Le porteur de projet est une personne physique**

Civilité :

Nom de naissance du demandeur :

Nom d'usage du propriétaire :

Prénom :

Date de naissance :

☐ **Le porteur de projet est une personne morale**

Raison sociale :

Appellation commerciale :

Nom et prénom du représentant légal :

Qualité :

Coordonnées du porteur de projet (physique ou morale) :

Adresse :

Code Postal :

Commune :

Téléphone fixe :

Courriel :

3- LES EXPLOITATIONS AGRICOLES AYANT PARTICIPE AU PROJET

Nombre d'exploitations concernées par le projet, à la fin de la durée du projet :-----

Identification des exploitations ayant participé au projet

Le porteur de projet identifie les exploitations agricoles ayant effectivement participé au projet :

Nom de l'exploitation	Nom du Chef de l'exploitation	N° EDE	Adresse Postale	Code Postal	Commune

4- VERIFICATION DES CONDITIONS D'ELIGIBILITE ET DEMONSTRATION DE L'ADDITIONNALITE EN FIN DE PROJET

Eligibilité des exploitations du projet :

Le porteur de projet vérifie les critères d'éligibilité pour l'ensemble des exploitations engagées dans le projet :

Nom de l'exploitation	Interdiction de certaines matières premières	Limitation de certaines matières premières	Traçabilité, Santé et Bien-être animal
-----------------------	--	--	--

	OUI/NON	Document de vérification ¹	OUI/NON	Document de vérification ²	OUI/NON	Document de vérification ³

1 : Toute exploitation s'engage à fournir au porteur de projet à minima au moment de la vérification les éléments de traçabilité justifiant la composition de la ration (ration et étiquettes des aliments achetés)

2 : Toute exploitation s'engage à fournir au porteur de projet à minima au moment de la vérification les éléments de traçabilité justifiant la composition de la ration (ration et étiquettes des aliments achetés)

3 : Toute exploitation s'engage à fournir au minimum 1 fois tous les 2 ans une copie de son attestation prouvant son adhésion à la Charte des Bonnes Pratiques d'Elevage

5- QUANTIFICATION DES REDUCTIONS D'EMISSIONS GENEREES PAR LE PROJET

Tonnes de CO2 totales économisées : -----

Quantité de réductions générées par les exploitations du projet

Nom Exploitation	N° EDE	Date analyse	Choix Scénario Référence (générique /spécifique)	Quantité totale lait produite VL/jr	Quantité totale lait produite VL/an	Nombre de vaches laitières (VL)	Somme AG <= C16 :0 (%AG ttx)	Production CH4 référence (g/L lait)	Production CH4 cas réel (g/L lait)	Réduction CH4 (kg)	Réduction CO2 économisées (tonnes)

6- INTEGRITE ENVIRONNEMENTALE

Indicateur	Unité	Valeur début à l'échelle du projet	Valeur fin à l'échelle du projet
------------	-------	------------------------------------	----------------------------------

Part de soja d'import	% de la ration		
Part d'herbe dans la ration	% de la ration		
Part de matières premières sources oméga 3	% de la ration		
Part d'exploitations avec activités vente directe	%		
Autres co-bénéfices : (à préciser)			

7- PIECES JUSTIFICATIVES

Les pièces justificatives à prévoir sont :

- Liste des projets individuels ;
- Document attestant du mandat détenu et comportant les mentions obligatoires.

Puis, pour chaque exploitation du projet, pouvant être présenté à l'auditeur lors de la vérification :

- Détails des données d'entrée nécessaires aux calculs des réductions d'émissions de CH4.

Signature

☐ Je reconnais que toutes les informations renseignées dans le présent formulaire sont exactes

☐ Je reconnais avoir pris connaissance de la méthode des réductions des émissions en élevages bovins du Label Bas Carbone ainsi que du référentiel paru au Journal officiel de la République Française du 28 novembre 2018.

☐ J'ai connaissance que ce projet, s'il est validé par l'Autorité, vise la certification des réductions d'émissions susmentionnées auprès du Label Bas Carbone, réductions qui seront attribuées après une vérification documentaire qui sera à ma charge.

☐ Je m'engage à accepter les contrôles aléatoires éventuels de l'Autorité à tous les stades de son projet ainsi que leurs résultats.

Pour les projets collectifs :

☐ En tant que Mandataire, je reconnais être l'unique interlocuteur de l'Autorité et que les rapports existants entre moi et les propriétaires ne relève pas de la responsabilité de l'Autorité.

☐ En tant que Mandataire, je m'engage à ce que la conformité des projets individuels au projet collectif soit contrôlée au préalable de son ajout par celui-ci, sans préjudice des résultats de l'instruction par l'Autorité.

Lieu, date

Signature

9.3 Annexe 3 : Liste négative des additifs interdits

Telle que précisé dans la présente méthode en paragraphe 3.2. *Eligibilité conditionnée par des effets collatéraux positifs*, la méthode n'est pas applicable aux activités de projet qui reposeraient exclusivement sur l'emploi dans les rations des bovins laitiers de produits non végétaux et/ou d'additifs chimiques. En effet, leur utilisation est contraire aux attentes sociétales.

Dans l'état des connaissances au moment du dépôt de la présente méthode, les produits de synthèse suivants sont interdits :

- Analogues de coenzyme M
- Halogéné aliphatique en C 1 -C 2 hydrocarboné (bromochlorométhane)
- Composés nitrooxy (3NOP)
- Composés de ptérine
- Inhibiteurs de l'hydroxyméthylglutaryl-CoA (HMG-S-CoA) réductase
- Vaccins anti-méthanogènes
- Nitrate et sulfate
- Nitrocomposés
- Amplificateurs de propionate et de butyrate
- Inhibiteurs des bactéries productrices d'hydrogène : les ionophores

Cette liste pourra être mise à jour par le porteur de la méthode en fonction des avancées scientifiques et commerciales spécifiques aux produits de synthèse impactant les émissions de méthane entérique.

10. Bibliographie

ANSES (2011). Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras - Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort, Agence Nationale de Sécurité Sanitaire Alimentation, Environnement, Travail: 327.

Besnier, E., Rouillé, B. et al. (2016). « Quelle(s) méthode(s) de prédiction du méthane entérique pour inciter les éleveurs laitiers à réduire leurs émissions GES ? » Rencontres Recherche Ruminants 2016, 23.

Brevet « Procédé d'évaluation de la quantité de méthane produite par un ruminant laitier et procédé pour diminuer et contrôler cette quantité », dépôt de brevet priorité France 0854230 du 25 juin 2008 et dépôt PCT/EP 2009/057919 du 24 juin 2009.

Chilliard, Y., C. Martin, et al. (2009). "Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output." *Journal of Dairy Science* 92(10): 5199-5211.

CITEPA (2016). Rapport CCNUCC.

CNIEL, (2007). « Observatoire de l'alimentation des vaches laitières, 15 des principaux systèmes d'élevages décrits sous forme de fiches. » Etude conçue et organisée par le CNIEL en collaboration avec P. Brunschwig de l'Institut de l'Élevage.

Dollé J-B., Faverdin, P. et al. (2013). « Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production. » Journées AFPP, p.16

Doreau, M., S. Laverroux, et al. (2009). "Effect of linseed fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on fatty acid rumen metabolism and intestinal digestibility in cows." *Lipids* 44(1): 53-62.

Doreau, M., H. M. G. van der Werf, et al. (2011). "Enteric methane production and greenhouse gases balance of diets differing in concentrate in the fattening phase of a beef production system." *Journal of Animal Science* 89(8): 2518-2528.

Doreau, M., L. Bamière, et al. (2014). "Mitigation of enteric methane for French cattle: potential extent and cost of selected actions." *Animal Production Science*.

Eugène, M., C. Martin, et al. (2009). Methane production by growing bulls fed diets supplemented or not with extruded linseed. 11th International Symposium on Ruminant Physiology, Clermont-Ferrand, France, Wageningen Academic Publishers.

Eugène, M., C. Martin, et al. (2009). "Réduction des émissions de méthane en début d'engraissement chez le taurillon alimenté avec des rations riches en concentrés et supplémentées en graine de lin." *Rencontres Recherches Ruminants* 16: 246-246.

Giger-Reverdin S., Duvaux-Ponter C., et al. (2003). « Les graines de lin : un atout pour gérer les risques en alimentation animale ? » Les 2ème rencontres de l'INA.

Hammond, K. J., D. J. Humphries, et al. (2015). "Effects of forage source and extruded linseed supplementation on methane emissions from growing dairy cattle of differing body weights." *Journal of Dairy Science* 98: 1-12.

IPCC. (2006). IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories :volume 4 : Agriculture, forestry and other land use. Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, IPCC.

INRA. (2018). INRA Feeding System for Ruminants. INRA

Koch, P. and T. Salou (2015). AGRIBALYSE®: Rapport Méthodologique – Version 1.2. Angers, France, ADEME.

Martin, C., D. Morgavi, et al. (2006). "Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ?" *Fourrages* 187: 283-300.

Martin, C., J. Rouel, et al. (2008). "Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed or linseed oil." *Journal of Animal Science* 2008 Oct;86(10):2642-50.

Martin, B., S. Lerch, et al. (2009). Extruded linseed and antioxidant supplementation of dairy cows diets: What are the influences on the milk and cheese sensory quality? 9th International meeting on mountain cheeses. INRA. Sainte-Eulalie. 9: 14-15.

Martin, C., D. P. Morgavi, et al. (2010). "Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale." *Animal* 4(03): 351-365.

Martin, C., D. Pomies, et al. (2011). "Methane output and rumen microbiota in dairy cows in response to long-term supplementation with linseed or rapeseed of grass silage- or pasture-based diets." *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 2011. Vol 71.

McNiven, M. A., J. L. Duynisveld, et al. (2011). "Ratio of n-6/n-3 in the diets of beef cattle: Effect on growth, fatty acid composition, and taste of beef." *Animal Feed Science and Technology* 170(3-4): 171-181.

Moreau, S., Devun, J. et al. (2013). "Concilier production et environnement en système bovin allaitant : état des lieux et pistes de progrès." *Collection L'Essentiel*, Institut de l'Elevage, Paris.

Mosnier, E., H. M. G. van der Werf, et al. (2011). "Evaluation of the environmental implications of the incorporation of feed-use amino acids in the manufacturing of pig and broiler feeds using Life Cycle Assessment." *Animal*: 1-12.

Nguyen, T. T. H., M. Doreau, et al. (2012). « Effect of farming practices and alternative land uses on greenhouse gas emissions of beef production systems. » 63rd Annual Meeting EAAP, August 27-3, Bratislava, Slovakia.

Paccard, P., F. Chenais, et al. (2006). « Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières. » *Etude bibliographique et simulations technico-économiques*. Institut de l'Elevage: 36.

Patra, A. K. (2013). "The effect of dietary fats on methane emissions, and its other effects on digestibility, rumen fermentation and lactation performance in cattle: A meta-analysis." *Livestock Science* 155(2-3): 244-254.

Pellerin, S., L. Bamière, et al. (2013). « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. » France : INRA – Rapport d'étude – 454p.

Popova, M., C. Martin, et al. (2011). "Effect of fibre- and starch-rich finishing diets on methanogenic Archaea diversity and activity in the rumen of feedlot bulls." *Animal Feed Science and Technology* 166-167: 113-121.

Quinlan, C., A. K. Kelly, et al. (2010). Relationship between fatty acid content of perennial ryegrass and i vitro methane production. Greenhouse gases and animal agriculture conference. Banff, Canada: 119.

Sauvant, D., S. Giger-Reverdin, et al. (2011). "Influences des régimes et de leur fermentation dans le rumen sur la production de méthane par les ruminants." *INRA Productions Animales* 24(5): 433-446.

Sauvant, D. and P. Noziere (2011). "Évaluation de la synthèse microbienne dans le rumen et du système PDI pour prédire les apports protéiques." *Rencontres Recherches Ruminants* 18: 113-116.

Sretenovic, L., V. Pantelic, et al. (2011). "Production of beef meat with fonctional food properties." *Biotechnology in Animal Husbandry* 27(3): 373-385.

Vermorel, M., J. P. Jouany, et al. (2008). "Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France." *Productions Animales* 21(5): 403-418.

Weill, P., N. Kerhoas, et al. (2008). "Existe-t-il un lien entre production de méthane par les vaches laitières et profil en acides gras des laits ?" *Nutrition Clinique et Métabolisme* 22(Supplement 1): S71-S72.