



**Méthodologie spécifique aux projets de réduction des émissions de méthane d'origine digestive par l'alimentation des ruminants laitiers**



## **Méthodologie spécifique aux projets de réduction des émissions de méthane d'origine digestive par l'alimentation des ruminants laitiers**



**L'élaboration de cette méthodologie a bénéficié du concours du Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), en particulier pour les points relatifs à la quantification des émissions, le suivi et la prise en compte dans les inventaires d'émissions nationaux de gaz à effet de serre.**

<b>Secteur</b>	<b>Agriculture</b>
<b>Projets types</b>	Réduction des émissions de méthane d'origine digestive par l'alimentation des ruminants laitiers

## Table des matières

1.	RESUME DE LA METHODOLOGIE.....	4
2.	APPLICABILITE.....	4
3.	PERIMETRE DU PROJET.....	6
4.	SELECTION DU SCENARIO DE REFERENCE.....	6
	41. Définition de la situation actuelle.....	6
	42. Définition du scénario de référence.....	7
5.	ADDITIONNALITE.....	8
6.	CALCUL DES REDUCTIONS D'EMISSIONS : METHODE DE MESURE INDIRECTE DES EMISSIONS DE METHANE PAR LES ACIDES GRAS DU LAIT.....	11
7.	SUIVI.....	13
8.	VISIBILITE DE LA REDUCTION DES EMISSIONS DE GES DANS L'INVENTAIRE NATIONAL.....	15
9.	PLAN DE SURVEILLANCE.....	15
10.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	17
	ANNEXE 1 – EXEMPLE D'APPLICATION DE LA METHODOLOGIE POUR UN AGREGATEUR.....	19
	ANNEXE 2 – EXEMPLE D'APPLICATION DE LA METHODOLOGIE POUR UN ELEVEUR.....	31



# Méthodologie spécifique aux projets de réduction des émissions de méthane d'origine digestive par l'alimentation des ruminants laitiers

## 1. Résumé de la méthodologie.

La méthode proposée repose sur de nombreuses données scientifiques qui démontrent qu'une alimentation spécifique (caractérisée par des composants végétaux spécifiques) permet une réduction des émissions de méthane ( $\text{CH}_4$ ) d'origine digestive sans effet néfaste sur la production de lait ni d'autres paramètres des rations ou des systèmes d'élevage. L'apport d'acide alpha linoléique (ALA) sous forme de graine de lin extrudée ou sous forme de fourrages (type ray gras) à des vaches laitières en est un exemple et a dans ce sens démontré son efficacité [Giger-Reverdin et al., 2003] [INRA, 2006] [Martin et al., 2006] [Martin et al., 2008] [Doreau et al., 2008] [Quinlan et al., 2010].

Cette méthodologie s'appuie sur deux points :

- D'une part, une technique de réduction des émissions de méthane en introduisant dans la ration des ruminants laitiers des aliments permettant cette baisse tels que des composants riches en Acides Gras PolyInsaturés (AGPI) oméga 3 comme les graines de lin et les fourrages verts.
- D'autre part, une méthode de mesure indirecte de cette réduction d'émission de  $\text{CH}_4$  à partir des profils en Acides Gras (AG) du lait des ruminants laitiers.

## 2. Applicabilité.

La méthodologie proposée est applicable au méthane produit par les fermentations entériques des ruminants laitiers.

Elle est basée sur le lien entre :

- la production de méthane et la production des différents Acides Gras Volatils (AGV) lors de la rumination [Moss et al., 2000] [Gworgwor et al., 2006] [Martin et al., 2006] ;
- la nature des acides gras volatils et le profil en acides gras de la fraction lipidique du lait [Chilliard et al., 2000] [Chilliard et al. 2001] [Schmidely et Sauvart, 2001] [Couvreur et Hurtaud, 2007].

Dans des conditions physiologiques standards (alimentation végétale à base de fourrages (herbe et dérivés, luzerne et dérivés, ensilage de maïs...) et de matières premières végétales (céréales, betteraves et dérivés, tourteaux...), la lipogenèse mammaire et la méthanogenèse ruminale évoluent linéairement [Weill et al., 2008] [Chilliard et al., 2009].

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 [Czerkowski et al., 1966] [Bauchart et al., 1985] [Giger-Reverdin et al., 2003] [Martin et al., 2006] [Martin et al., 2007 cité par Doreau, 2008] [Beauchemin et al., 2008] [Martin et al., 2008] [Chilliard et al., 2009].

Cette méthode n'est pas applicable aux activités de projet qui entraîneraient des effets collatéraux négatifs tels que l'augmentation des autres émissions, la détérioration de la qualité nutritionnelle des produits ou la détérioration des performances techniques en élevage.

De même, cette méthode n'est pas applicable aux activités de projet qui reposeraient exclusivement sur l'emploi dans les rations des ruminants laitiers de produits non végétaux et/ou d'additifs chimiques. En effet, leur utilisation est contraire aux attentes sociétales.

La méthodologie présentée ne s'applique pas aux projets ne respectant pas la linéarité<sup>1</sup> entre la méthanogenèse et la lipogenèse. A titre d'exemple, les techniques permettant de diminuer le méthane telles que l'implantation des bactéries du kangourou dans le rumen de la vache (utilisation autre du dihydrogène formé lors des fermentations de acétate et du butyrate) [Ouwkerk et al., 2005], ou l'apport de nitrate (NO<sub>3</sub>) dans le régime des ruminants [Hulshof et al., 2010] ne sont pas applicables à la méthodologie proposée.

Pour ces mêmes raisons, la méthodologie proposée exclut la présence dans les rations d'huiles végétales ajoutée à plus de 2% de la ration et contenant majoritairement des acides gras de type C12:0, C14:0 C16:0, C18:1 n-9, C18:2 n-6 (AG traditionnellement absents des rations fourragères habituelles des ruminants) telles que les huiles de palme, de coprah, de colza, de soja ainsi que les huiles d'origine animale comme les huiles de poisson. Ces huiles exogènes affectent fortement le profil en acides gras du lait (élévation du niveau de certains acides gras trans) sans affecter les émissions de méthane, leur usage éventuel au-delà des doses prescrites, sera détecté par l'analyse du profil en acides gras du lait [Sauer et al., 1998] [Johnson et al., 2002] [Laurain et al., 2010] [Martin et al., 2010].

### Définitions :

*Fermentation entérique* : transformation / décomposition de la matière organique sous l'action de microorganismes dans le milieu intestinal et digestif, en anaérobie.

*Rumen* : premier compartiment du système digestif chez les ruminants. Très volumineux, appelé aussi la panse ; ce pré estomac contient une importante population de microorganismes.

*Lipogenèse mammaire* : désigne l'ensemble des processus biochimiques permettant la synthèse des acides gras du lait dans la mamelle

*Méthanogenèse ruminale* : désigne la production de méthane assurée par des bactéries méthanogènes dans le rumen en milieu anaérobie

---

<sup>1</sup>La linéarité existant entre la méthanogenèse et la lipogenèse est explicité ci après en partie 6 (page 11).

### 3. Périmètre du projet.

Le périmètre du projet prend en compte les émissions de méthane d'origine digestive des animaux d'élevage durant toutes les étapes de la production laitière. Les sources d'émission du projet sont résumées dans le Tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Sources d'émissions incluses et exclues du périmètre du projet

	Source	Gaz	Inclus	Justification / Explication
Scénario de référence	Fermentations entériques	CO <sub>2</sub>	Non	Non applicable
		CH <sub>4</sub>	Oui	Source principale
		N <sub>2</sub> O	Non	Non applicable
		Autres	Non	Non applicable
Scénario de projet	Fermentations entériques	CO <sub>2</sub>	Non	Non applicable
		CH <sub>4</sub>	Oui	Source principale
		N <sub>2</sub> O	Non	Non applicable
		Autres	Non	Non applicable

En 2007, la seule fermentation entérique était responsable de l'émission de 1 357 milliers de tonnes de CH<sub>4</sub>, soit environ 67% des émissions de méthane du secteur agricole français [CITEPA, 2009].

Les étapes de fabrication des aliments des animaux considérés (vaches laitières, autres ruminants laitiers, ruminants destinés à la production de viande) intégrant la production végétale agricole et la fabrication des aliments sont également émetteurs de N<sub>2</sub>O et de CO<sub>2</sub>. Dans chaque projet, il devra donc être démontré que ces émissions sont comparables (et dans tout les cas, non supérieures) aux émissions engendrées par la production agricole du scénario de référence.

Ceux-ci devront respecter au minima le code des bonnes pratiques agricoles (BPA).

### 4. Sélection du scénario de référence.

#### 4.1. Définition de la situation actuelle

Les systèmes actuellement dominants d'alimentation des animaux laitiers sont basés sur deux phases successives :

- la phase dite « hivernale » où les vaches consomment des fourrages conservés (principalement de l'ensilage de maïs) et reçoivent une complémentation concentrée à base de céréales (blé principalement) et de tourteaux protéiques (soja et colza principalement). Cette phase dure en moyenne 7 mois par an [CNIEL, 2007].
- la phase dite « estivale » où les vaches pâturent de l'herbe et reçoivent une complémentation concentrée à base de céréales (blé principalement). Cette phase dure en moyenne 5 mois par an [CNIEL, 2007].

## **42. Définition du scénario de référence**

D'après l'article 9, paragraphe 1 de l'arrêté du 2 mars 2007 relatif à l'agrément des activités de projet relevant des articles 6 et 12 des activités du protocole de Kyoto, « *le scénario de référence d'une activité de projet mentionné au 3° du II de l'article 3 du décret du 29 mai 2006 correspond au niveau des émissions de gaz à effet de serre qui aurait été vraisemblablement atteint par une activité s'exerçant conformément aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur applicables à l'activité de projet concernée à la date du dépôt du dossier, et faisant usage des incitations économiques en vigueur à cette même date. Ces incitations notamment du plan climat mentionné à l'article 2 de la loi du 13 juillet 2005 susvisée ainsi que des articles 14 et 15 de la loi précitée* ».

La sélection du scénario de référence implique l'identification préalable des différents scénarii de référence possibles pour le projet et l'élimination de ceux qui ne sont pas viables. Cette analyse s'effectue en trois étapes.

### **Étape 1 : Identifier les scénarii de référence techniquement réalisables dans le cadre de l'activité de projet.**

La première étape consiste à identifier les scénarii de références possibles dans le cadre de l'activité de projet décrite (production de lait de ruminant). Les options possibles pour la détermination du scénario de référence incluent :

- la continuité de la situation actuelle ;
- la mise en place du projet de réduction de la méthanogenèse ruminale par l'alimentation, sans URE ;
- la réduction de la méthanogenèse ruminale par l'adjonction d'additifs autorisés (Cf. Partie 2);
- l'orientation de la sélection génétique vers des animaux « moins méthanogènes » ;

### **Étape 2 : Eliminer les alternatives au scénario de référence qui ne répondraient pas aux réglementations nationales et locales.**

La seconde étape consiste à éliminer les scénarii de références possibles qui ne répondraient pas aux réglementations nationales et internationales.

Dans la définition du scénario de référence, il devra également être tenu compte des évolutions de la Politique Agricole Commune (PAC), de la Loi de Modernisation Agricole (LMA) et de toute autre évolution administrative et/ou législative.

### **Étape 3 : Eliminer les alternatives au scénario de référence qui feraient face à des barrières prohibitives.**

La troisième et dernière étape consiste à éliminer les alternatives au scénario de référence qui feraient face à des barrières prohibitives. Le porteur de projet doit établir une liste complète des barrières qui empêcheraient les différents scénarii possibles d'être réalisables. Les barrières concernent :

- les barrières à l'investissement ;
- les barrières technologiques ;
  - l'efficacité technique des alternatives ;
  - le manque de savoir faire pour mettre en place la technique ;

- les barrières liées aux pratiques dominantes :
  - pratiques pour lesquelles les développeurs du projet ne sont pas familiers.
  - il n'existe aucun projet similaire dans la zone géographique considérée.

Dans le cadre des évolutions actuelles de la législation et au vu des attentes sociétales, l'utilisation des additifs chimiques et des antibiotiques est à proscrire [Martin et al., 2006] [Doreau, 2008]. De plus, leur emploi est contraire à la présente méthodologie. En outre, dans l'état actuel des connaissances, les biotechnologies et les additifs alimentaires autorisés n'ont pas démontré leur efficacité à long terme, ni leur sécurité pour l'animal et le consommateur [Boadi et al., 2004] [Martin et al., 2006]. En effet, leur utilisation se limite aujourd'hui à des conditions expérimentales, le plus souvent in-vitro et loin des conditions réelles d'élevage. Leur application sur le plan pratique est donc prématurée [André, 2008].

De même, la sélection génétique vers des animaux « moins méthanogènes » reste, elle, à un sujet d'étude, sans aucune donnée de faisabilité [Boadi et al., 2004] [Martin et al., 2006].

Le scénario de référence retenu est donc celui de la continuation de la situation actuelle (Cf. Analyse Etape 3, Paragraphe 4.2), il devra être fixé de la manière suivante. Le scénario de référence correspondra aux émissions historiques de méthane entérique des 12 derniers mois de/des élevage/s considéré/s. Le porteur de projet devra également décrire les modalités du programme alimentaire des vaches laitières précisées dans la charte appliquée sur la zone de collecte considérée. Dans le cas où le porteur de projet serait dans l'impossibilité de calculer les émissions historiques de méthane entérique des 12 derniers mois de/des élevage/s considéré/s (profils en acides gras des 12 dernières mois non disponibles par exemple), le porteur de projet devra alors caractériser de manière conservative les émissions historiques à l'aide d'une bibliographie qu'il conviendra de préciser et qui devra être validée par le point focal désigné.

A titre d'exemple, le scénario d'un projet basé sur l'apport d'acide alpha-linolénique sous forme de graine de lin extrudée est présenté respectivement en Annexe 1 et en Annexe 2.

## ***5. Additionnalité.***

Conformément à l'Annexe 3 de l'Arrêté du 2 mars 2007, différentes étapes seront présentées afin de démontrer l'additionnalité du projet, c'est-à-dire que les résultats du projet en termes d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sont différents du scénario de référence.

La modification de l'alimentation des bovins 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. Réduire les émissions de gaz à effets de serre par l'alimentation des bovins a pourtant été mis en exergue dans différentes publications et notamment lors d'une publication réalisée en 2006 par l'association SAF – Agriculteurs de France en partenariat avec l'ADEME et la Caisse des Dépôts [Leseur, 2006]. Ce rapport explore les différentes techniques permettant de réduire les émissions de GES de l'agriculture et la modification de l'alimentation des bovins apparaît comme un projet potentiel réducteur d'émission. En effet, le méthane entérique représente 45% des émissions totales de méthane en France et serait responsable d'environ 5% du réchauffement global du pays [Vermorel et al., 2008].

Les différentes étapes à respecter pour le porteur de projet sont détaillées ci-dessous (conformément à l'Annexe 3 de l'Arrêté du 2 mars 2007).

### **Etape 1 (obligatoire)**

Le demandeur identifie et caractérise les différentes options qui s'offrent à lui, après avoir analysé, comme expliqué ci avant en partie 42, la sélection du scénario de référence :

- la mise en œuvre de l'activité de projet (1) ;
- la réalisation d'investissements alternatifs aboutissant à une production comparable de biens ou à une fourniture comparable de services (si encore applicable après l'analyse de la section 4) (2) ;
- la poursuite de la situation préexistante à la mise en œuvre de l'activité de projet proposée (3).

Le demandeur démontre que l'activité de projet (1) aboutit à des réductions d'émissions de gaz à effet de serre supérieures aux réductions d'émission qui auraient été obtenues dans les scénarii alternatifs (2) et (3).

Le demandeur doit ensuite établir que l'activité de projet ne peut être réalisée :

- soit parce que les incitations économiques existantes à la date du dépôt du dossier sont insuffisantes pour garantir une rentabilité de l'investissement conforme à celle des investissements alternatifs ou le cas échéant aux standards du secteur considéré (étape 2) ;
- soit que seul le produit de la cession des unités de réduction des émissions (URE) permet de surmonter les barrières qui empêchent la réalisation de l'investissement (étape 3).

Les étapes 2 et 3 sont alternatives. Le choix de l'étape 3 ne dispense pas de l'obligation prévue au deuxième paragraphe de l'article 10.

### **Etape 2**

Le demandeur démontre que, en l'absence d'URE, le niveau de rentabilité de l'activité de projet est inférieur à celui des investissements alternatifs. Il réalise une analyse financière comparant la rentabilité relative de l'activité de projet à celle des investissements alternatifs, en tenant compte de l'impact financier prévisionnel lié au bénéfice des URE. Il sélectionne l'indicateur financier le plus pertinent pour refléter la rentabilité comparée de l'activité de projet et des investissements alternatifs (taux de rentabilité interne, valeur actuelle nette, ratio coût/bénéfice, coût unitaire du service...), en tenant compte pour chacun des scénarii, de toutes les incitations publiques dont ils peuvent bénéficier (notamment subventions directes, avantages fiscaux...), ainsi que des coûts et bénéfices non marchands dans le cas d'investissements publics. Une analyse de sensibilité est réalisée pour tenir compte des variations possibles des hypothèses technico-économiques retenues (notamment taux d'actualisation, prix des combustibles fossiles, durée d'amortissement, coût du capital et de la main d'œuvre...). A titre d'exemple, l'analyse financière d'un scénario de projet est présentée en Annexe 1 et en Annexe 2.

Par exception :

- les activités de projet pour lesquelles il est démontré que les unités de réduction des émissions constituent une partie majoritaire des recettes attendues sont dispensées des obligations prévues aux paragraphes précédents. Pour ces activités, une analyse simple, détaillant les coûts associés à l'activité

et démontrant qu'aucun autre bénéfice important n'est attendu en dehors de la valorisation des URE, suffit ;

- lorsque l'activité de projet et les scénarii alternatifs ne reposent pas sur des niveaux d'investissement comparables, la rentabilité financière de l'activité de projet pourra être comparée à une valeur standard sectorielle correspondant au retour financier attendu du type de projet considéré, eu égard à ses risques spécifiques. Le choix et la justification de cette valeur standard reviennent au demandeur. Le demandeur démontre alors que l'indicateur financier pertinent retenu calculé pour le projet présenté pour agrément a une valeur plus faible que le standard sectoriel de comparaison retenu.

### **Etape 3**

Dans le cas où le demandeur n'opte pas pour l'étape 2, il réalise une analyse complète et documentée des « barrières » de toute nature, en démontrant qu'elles limitent ou empêchent la réalisation à grande échelle de l'activité de projet, notamment :

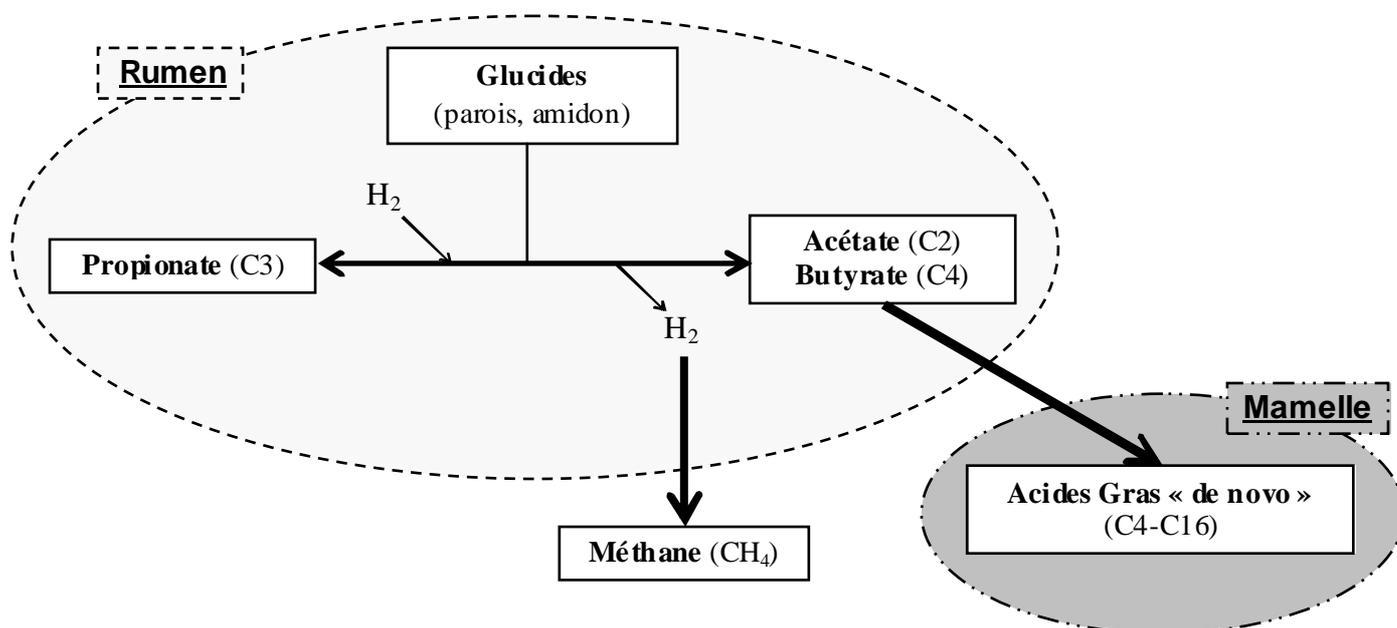
- les barrières à l'investissement : innovation présentant un risque trop élevé pour attirer les investisseurs en capital ou obtenir un prêt bancaire ;
- les barrières technologiques : manque de main-d'œuvre qualifiée, manque d'infrastructures pour mettre en œuvre la technologie ;
- les barrières liées aux pratiques dominantes : technologie peu connue des investisseurs, absence de projet similaire dans la zone géographique considérée.

Le porteur de projet devra également démontrer que les effets collatéraux du projet notamment sur la qualité nutritionnelle des produits, les performances techniques et environnementales des productions sont comparables (et dans tous les cas non moindres) aux effets collatéraux du scénario de la situation actuelle.

En cas de regroupement d'activités de projets ou de mise en place d'un programme d'activités, l'agrégateur de ces dernières doit présenter un plan de valorisation des URE qui doit être au bénéfice direct ou indirect des participants au projet. Dans ce cas, les coûts de fonctionnement et de réalisation autres que l'alimentation des vaches laitières ne seront pas supportés par les éleveurs mais par l'agrégateur lui-même.

## 6. Calcul des réductions d'émissions : méthode de mesure indirecte des émissions de méthane par les acides gras du lait.

Plus du tiers des acides gras du lait sont issus d'une synthèse *de novo*. Celle-ci se déroule dans la mamelle à partir des acides gras volatils produits lors de la fermentation des glucides alimentaires par les microbes du rumen. Ainsi, une modification du profil en acides gras volatils aura donc, pour effet, de modifier le profil en acides gras des lipides du lait. Parmi ces acides gras volatils, l'acide acétique (C2) et l'acide butyrique (C4), sont à l'origine des acides gras courts et moyens (AG à moins de 16 atomes de carbone) [Chilliard et al., 2000] [Chilliard et al., 2001] [Schmidely et Sauvant, 2001] [Couvreur et Hurtaud, 2007]. Ces mêmes acides gras volatils sont également liés à la production de méthane dans le rumen [Moss et al., 2000] [Martin et al., 2006] [Doreau et al., 2008].



De ce fait, par la quantité des acides gras courts et moyens du lait, la production de méthane est indirectement connue.

Cette relation est linéaire dans le cadre du périmètre du projet défini en partie 3.

C'est par ce lien biologique qu'une méthode a été mise au point pour déterminer indirectement les émissions de méthane par lecture des profils en acides gras des lipides du lait.

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<sup>2</sup> : *Quantité de méthane produite (en kg par vache et par an) = 55,7 + 0,0098 \* production laitière (en kg par vache et par an)*

<sup>2</sup>Cette équation est notamment utilisée par le CITEPA pour les inventaires d'émissions nationaux.

- D'autre part, de la composition de la ration digérée dans le rumen, qui influence directement le ratio en acides gras volatils (C2+C4)/C3. Ce ratio se lit avec une causalité biologique forte dans 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 du lait.

La quantité de méthane produite par ruminant 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 (2) de prédiction suivante :

$$\text{CH}_4 \text{ produit} = (\text{AG}_{\leq \text{C16}} / \text{AG totaux}) * (\text{a} * \text{Production de lait}^{\text{b}})$$

- Avec « *AG<sub>≤C16</sub>/AG 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 ;
- 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 « *CH<sub>4</sub> produit* » exprimé en g par litre de lait et représentant la quantité de CH<sub>4</sub> 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 domestiques 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 : la production laitière par vache et le profil d'Acides Gras du lait.

## 7. Suivi.

### Facteurs par défaut

Paramètre :	Pouvoir de réchauffement global du méthane (CH <sub>4</sub> )
Symbole :	PRG <sub>CH<sub>4</sub></sub>
Unité :	tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub>
Source à utiliser :	CCNUCC
Valeur à appliquer :	21 (définition du GIEC de 1995 selon les décisions prises à ce jour par la conférence des parties).

### Paramètres à suivre au cours du projet

Trois paramètres seront à suivre :

- Les quantités des différents composants de la ration utilisées dans les élevages laitiers du projet ;
- Le profil d'Acides Gras des laits collectés par les laiteries ou groupes d'éleveurs situés dans le périmètre du projet ;
- Le rendement laitier des vaches laitières , ceci afin de faciliter l'intégration des réductions démissions du projet dans l'inventaire national réalisé par le CITEPA.

Paramètre :	Quantité des composants Ci
Symbole :	Qté Ci
Unité :	g par vache et par jour
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ces paramètres sont récupérés en élevage pour chaque composant de la ration i, d'après les données de rationnement mesurées ou le cas échéant estimées.

Paramètre :	Quantité d'ALA
Symbole :	Qté ALA
Unité :	g par vache et par jour
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ces paramètres sont récupérés en élevage pour chaque composant de la ration i, d'après les données de rationnement mesurées ou le cas échéant estimées.

Paramètre :	Production laitière moyenne par vache et par lactation
Symbole :	PL
Unité :	Kg/lactation
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ce paramètre est récupéré en élevage d'après les données de production et de collecte et le nombre de vaches laitières présentes. Ces données sont mesurées ou calculées.

Paramètre :	Nombre de vaches laitières impliquées
Symbole :	nVL
Unité :	Vaches laitières
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ce paramètre est récupéré en élevage à partir du nombre de vaches laitières présentes mesurées.

Paramètre :	Quantité totale de lait produite
Symbole :	QtéL
Unité :	Kg
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Il s'agit de la somme des quantités de lait produites (en kg) dans chaque élevage concerné par le projet. Ces quantités sont mesurées et calculées à partir des données de production et de collecte.

Paramètre :	Somme des AG inférieurs ou égaux à C16 (acide palmitique)
Symbole :	$\Sigma$ AG < et = C16
Unité :	% des AG totaux
Fréquence de suivi :	Bi-mensuelle (2 analyses par mois)
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Mesuré par CPG <sup>3</sup> à partir d'un échantillon de lait afin de déterminer la quantité d'acide gras < et = C16 ou le cas échéant estimé à partir de l'équation suivante : $1,242 * (AGS-C18:0) - 0,7142$ avec AGS représentant la somme des acides gras saturés et le C18:0 représentant l'acide stéarique exprimés en % AG totaux et mesurés par infraliseur (IR).

Paramètre :	Production de CH <sub>4</sub> par quantité de lait produite
Symbole :	CH <sub>4</sub>
Unité :	g CH <sub>4</sub> /L de lait
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Grâce à l'équation de prédiction, calculer la production de méthane par litre de lait à partir d'une moyenne des profils en Acides Gras des produits animaux, du nombre de vaches impliquées et de la production de lait par animal et par an ou de la quantité de lait collectée par mois.

Paramètre :	Réduction de CH <sub>4</sub>
Symbole :	rCH <sub>4</sub>
Unité :	Kg CH <sub>4</sub> par vache et par an
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ce paramètre doit être déterminé par soustraction entre la quantité de méthane produite dans le cadre du scénario de référence et la quantité de méthane produite dans le cadre du projet.

Paramètre :	Réduction de CH <sub>4</sub> en équivalent CO <sub>2</sub>
Symbole :	r'CH <sub>4</sub>
Unité :	Kg équivalent CO <sub>2</sub> par vache et par an
Fréquence de suivi :	Trimestrielle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ce paramètre doit être déterminé en convertissant le paramètre rCH <sub>4</sub> en unité équivalent CO <sub>2</sub> .

<sup>3</sup>

CPG = Chromatographie en Phase Gazeuse

## ***8. Visibilité de la réduction des émissions de GES dans l'inventaire national.***

La méthode d'estimation utilisée par le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), au titre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto, est définie dans le rapport d'inventaire national Ominea (5<sup>ème</sup> édition, 2008). La méthode de calcul des émissions dues aux phénomènes de fermentations entériques relatives à l'élevage est présentée dans la section B.2.3.2.1. Celle-ci est issue des travaux de Vermorel [et al., 2008]. Le rapport Ominea la présente comme une méthode de niveau (« tier » en anglais) 2+.

Selon ce rapport, le facteur d'émission du méthane entérique s'élève à 117 kg par vache laitière en 2007, pour une production laitière annuelle de 6289 L par tête. L'équation (1) de référence utilisée pour le calcul de ce facteur d'émission est présentée ci-avant en partie 6 [Vermorel et al., 2008].

Pour que les réductions d'émissions du projet soient visibles dans l'inventaire, il est impératif que les paramètres suivants (Cf. Partie 7, page 13) soient communiqués à l'organisme en charge des inventaires d'émissions nationaux :

- nombre de vaches laitières concernées par le projet,
- production totale de lait,
- quantités des composants de la ration utilisées en élevage laitier dans le périmètre du projet,
- profil en Acides Gras du lait pour le cheptel laitier concerné par le projet.

## ***9. Plan de surveillance.***

Un plan de surveillance indiquant les responsabilités des différents acteurs du projet et les paramètres à suivre et à vérifier au cours du projet est produit.

De même, un plan de contrôle analytique devra être mis en place afin de vérifier le respect du périmètre du projet défini ci avant en partie 3. Par exemple, la présence dans le lait en quantités anormales – non physiologiques – de certains AG, tel que le DHA à plus de 0,2% des AG du lait traduit la présence importante d'AG issus des huiles de poisson.

L'ensemble des paramètres à suivre et à vérifier au cours du projet devront être collectés conformément au tableau ci-dessous.

Paramètre	Symbole	Unité	Fréquence d'enregistrement	Mesuré (m), calculé (c), estimé (e)	Méthode de collecte	Collecteur
Quantité d'ALA ingérée	Qté ALA	g par vache et par jour	Trimestrielle	m ou e	Récupéré en élevage	À définir
Somme des AG inférieurs ou égaux à C16 (acide palmitique)	$\Sigma AG < \text{et} = C16$	% des AG totaux	Bi-mensuelle	m ou e	Echantillon récupéré en élevage puis analysé au laboratoire	À définir
Production de CH <sub>4</sub> par quantité de lait produite	CH <sub>4</sub>	g CH <sub>4</sub> / L lait	Trimestrielle	e	A partir de l'équation (2)	À définir
Production laitière moyenne par vache et par lactation	PL	Kg/lactation	Trimestrielle	m ou c	Récupéré en élevage	À définir
Nombre de vaches laitières impliquées	nVL	Vaches laitières	Trimestrielle	m	Récupéré en élevage	À définir
Quantité de lait totale	QtéL	kg	Trimestrielle	m ou c	Récupéré dans chaque élevage	À définir
Réduction de CH <sub>4</sub>	rCH <sub>4</sub>	Kg CH <sub>4</sub> par vache et par an	Trimestrielle	e	Comparaison de la quantité de méthane produite entre le scénario de référence et le projet	À définir
Réduction de CH <sub>4</sub> en équivalent CO <sub>2</sub>	r' CH <sub>4</sub>	Kg équivalent CO <sub>2</sub> par vache et par an	Trimestrielle	e	Convertir en unité équivalent CO <sub>2</sub>	À définir

Dans le cadre de la mise en place de ce projet, le suivi des paramètres ci-dessus permet de connaître avec certitude le nombre de vaches concernées et les réductions d'émissions de méthane permises par le contrôle des quantités ingérées pour chaque composant de la ration dans les conditions précisées et les profils en acides gras des laits ainsi produits.

## 10. *Références bibliographiques*

- Bauchat D., Doreau M., Legay-Carmier F., 1985. « Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant », INRA Theix, Bull. Tech. CRZV, 61, 65-77
- Beauchemin K.A., Kreuzer M., O'Mara F., McAllister T.A., 2008. Nutritional management for enteric methane abatement : a review, Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 21-27.
- Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M., 2001. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué, INRA, Productions Animales, 14 (5), 323-335
- Chilliard Y., Ferlay A., Mansbridge R.M., Doreau M., 2000. « Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids », Ann. Zootech., 49, 181-205
- Chilliard Y., Martin C., Rouel J., Doreau M., 2009. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output, J. Dairy Sci., 92, 5199-5211.
- 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. Brunshwig de l'Institut de l'Elevage.
- Couvreur S. et Hurtaud C., 2007. Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation, INRA, Productions Animales, 20(5), 369-382.
- Czerkawski B.J.W., Blaxter K.L., Wainman F.W., 1966. The metabolism of oleic, linoleic and linolenic acids by sheep with reference to their effects on methane production, British Journal of Nutrition, 20, 349-494
- Doreau M., Martin C., Morgavi, Jouany J.P., 2008. Emissions de gaz à effet de serre chez le ruminant. Comment les réduire ?, Présentation INRA Clermont-Theix.
- Giger-Reverdin S., Duvaux-Ponter C., Weill P., Sauvant D., 2003. Les graines de lin : un atout pour gérer les risques en alimentation animale ?, Les 2ème rencontre de l'INA
- Gworgwor Z.A., Mbahi T.F., Yakubu B., 2006. « Environmental implications of methane production by ruminants : a review », J. Sustainable Development in Agri. And Environment, vol 2(1).
- Hulshof R.B.A., Berndt A., Demarchi J.J.A.A., Gerrits W.J.J., Perdok H.B., 2010. Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane-based diets. 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture (GGAA 2010), Banff, Canada, October 2010, p81.
- INRA, 2006. Contrôle de l'alimentation et de l'écosystème microbien du rumen pour réduire la production de méthane chez le ruminant, Résultats marquants de nos recherches, Zoom2006, n°2, Centre INRA de Clermont Ferrand Theix.
- Johnson, K. A., R. L. Kincaid, H. H. Westberg, C. T. Gaskins, B. K. Lamb, and J. D. Cronrath. 2002. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. J. Dairy Sci. 85:1509-1515.
- Laurain J., Chesneau G., Mairesse G., Guillevic M., Hirshberg N., Weill P., 2010. Improving milk nutritional and environmental value with flaxseed supplemented diets. 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture (GGAA 2010), Banff, Canada, October 2010, p102.
- Martin C., Morgavi D., Doreau M., Jouany J.P., 2006. Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ? Fourrages, 187, 283-300.
- Martin C., Rouel J., Jouany J.P., Doreau M. and Chilliard Y., 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, J. Anim. Sci., 86, 2642-2650.
- Martin C., Pomiès D., Ferlay A., Rochette Y., Eugène M., Martin B., Doreau M., Chilliard Y., 2010. Methane output in dairy cows in response to long-term feeding of grass-based diets supplemented with linseed or rapeseed. 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture (GGAA 2010), Banff, Canada, October 2010, p105.
- Moss A., Jouany J.P., Newbold C.J., 2000. Methane production by ruminants : its contribution to global warming , Ann. Zootech., 49, 231-253.
- Quinlan C., Kelly A.K., Cristilli M., Lynch M.B., Boland T.M.. Relationship between fatty acid content of perennial ryegrass and in vitro methane production. 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture (GGAA 2010), Banff, Canada, October 2010, p119.

Sauer, F. D., V. Fellner, R. Kinsman, J. K. G. Kramer, H. A. Jackson, A. J. Lee, and S. Chen. 1998. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. *J. Anim. Sci.* 76:906-914.

Schmidely P., Sauvant D., 2001. « Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré », *INRA, Prod. Animales*, 14 (5), 337-354

Vermorel M., Jouany J.P., Eugène M., Dauvant D., Noblet J., Dourmad J.Y., 2008. Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France, *INRA, Productions Animales*, 21(5), 403-418.

Weill 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(S1) 71-72

## **Annexe 1 – Exemple d'application de la méthodologie pour un agrégateur**

### **A - Faisabilité du projet présenté**

Dans l'exemple suivant, l'association Bleu-Blanc-Cœur, qui propose cette méthodologie, s'appuie sur l'expertise de ses membres. Cette association regroupe différents acteurs de la production laitière et comporte notamment un collège d'éleveurs, un collège d'entreprises de la nutrition animale et un collège d'entreprises agro-alimentaires. Des laiteries françaises collectant les 2/3 du lait français y sont représentées.

Le projet présenté ci-dessous, correspond donc au type de projet que pourrait proposer l'association Bleu-Blanc-Cœur.

### **B - Préambule : Description des *scenarii***

#### Scénario de la situation actuelle

Les systèmes d'alimentation des animaux laitiers actuellement dominants sont basés sur deux phases successives :

- la phase dite « hivernale » où les vaches consomment des fourrages conservés (principalement de l'ensilage de maïs) et reçoivent une complémentation concentrée à base de céréale (blé principalement) et de tourteaux protéiques (soja et colza principalement). Cette phase dure en moyenne 7 mois par an.
- la phase dite « estivale » où les vaches pâturent de l'herbe et reçoivent une complémentation concentrée à base de céréale (blé principalement). Cette phase dure en moyenne 5 mois par an.

#### Scénario de référence

Le scénario de référence correspond aux émissions de méthane produites sur l'ensemble des exploitations considérées au cours des 12 derniers mois. L'ensemble de ces élevages ne disposant pas de ces analyses, les émissions historiques seront calculées à partir des données issues de la bibliographie.

Le tableau ci-dessous présente quelques paramètres lipidiques des laits rencontrés dans pour différents régimes [Paccard et al., 2006] [Kerhoas et al., 2008]. Ces sources présentent les profils en acides gras des laits produits à l'ensilage de maïs, à l'herbe et pour des vaches recevant 155 g minimum d'ALA d'origine végétale par jour [Paccard et al., 2006] [Kerhoas et al., 2008]. Les résultats en AGS et en C18:0 sont ensuite pondérés en fonction du scénario considéré.

		AGS (% AG tx)	C18:0 (% AG tx)	$\Sigma$ AG $\leq$ C16 (d'après la relation présentée ci-dessus) (% AG tx)
Scénario de référence	7 mois Ensilage de maïs + 5 mois Herbe	70.51	10.34	74.02
Scénario de projet	155g ALA d'origine végétale par vache et par jour	65	11	66.35

## Scénario de projet

Par rapport au scénario de référence, le projet fictif exposé propose un changement du type de complémentation concentrée sur une base iso-énergétique et iso-protéique durant la période dite « hivernale ». La graine de lin extrudée par exemple remplace alors en partie le concentré distribué durant la phase hivernale à base de blé et de tourteau de soja sur cette base iso-énergétique et iso-protéique.

Ce projet propose d'intervenir uniquement pendant la période dite « hivernale » puisque durant la période dite « estivale », où l'aliment dominant les rations des ruminants laitiers est l'herbe dans nos systèmes actuels de production, la production de méthane est minimisée en raison de la composition de l'herbe (riche en ALA).

L'apport d'Acide Alpha-Linolénique (ALA) dans les régimes des vaches permet une modification du profil fermentaire du rumen. Ce profil est caractérisé par les rapports entre les Acides Gras Volatils (AGV) produits par les différentes populations de microorganismes du rumen. Cette modification en présence d'Acide Alpha-Linolénique (ALA) a pour corollaire une réduction de la production de méthane dans le système digestif des ruminants. Cette réduction s'explique par des mécanismes biologiques désormais connus et expliqués dans diverses publications [Bauchart et al., 1985] [Gworgwor et al., 2006]. Il en résulte une baisse de méthane proportionnelle à la dose d'Acide Alpha-Linolénique (ALA) incorporée dans le régime des ruminants, mais dont l'ampleur dépend de la forme d'apport utilisé (à titre d'exemple : différentes forme d'apport : graine de lin crue, huile de lin, graine de lin extrudée...) [Martin et al., 2007 cité par Doreau et al., 2008] [Martin et al., 2008]. L'introduction de graines de lin extrudée réduit les émissions de méthane, sans effet sur la production laitière et modifie le profil en Acides Gras (AG) du lait [Giger – Reverdin et al., 2003].

### **C - Description du projet fictif**

Imaginons plusieurs coopératives de transformation laitière représentées par le porteur de projet qui envisagent de répondre aux exigences du dit projet progressivement. La première année, ces entreprises collectent 500 millions de litres de lait provenant d'environ 79 000 vaches de 2 000 élevages (soit une production moyenne par vache laitière d'environ 6 500 kg). Ces entreprises doublent chaque année la quantité de lait collectée et donc les élevages collectés (Cf. Tableau ci-dessous).

*Scénario du projet fictif*

<b>Année</b>	<b>N</b>	<b>N+1</b>
Quantité de lait collecté (litres)	<b>500 000 000</b>	<b>1 000 000 000</b>
Production moyenne par vache (kg par vache et par an)	<b>6 500</b>	<b>6 500</b>
Nombre de vaches	<b>79 000</b>	<b>158 000</b>
Nombre de vaches par troupeau	<b>40</b>	<b>40</b>
Nombre de troupeaux	<b>2 000</b>	<b>4 000</b>

## D - Conditions d'applicabilité à respecter

Le projet peut bénéficier d'URE s'il remplit les conditions d'éligibilité de la méthodologie. Le projet présenté s'applique, conformément au périmètre de la méthodologie utilisée, aux émissions de méthane d'origine digestive.

### Condition d'applicabilité 1 : Effets collatéraux

Pour mémoire, la méthode utilisée n'est pas applicable aux activités de projet qui entraîneraient des effets collatéraux négatifs tels que l'augmentation des autres émissions, la détérioration de la qualité nutritionnelle des produits ou la détérioration des performances techniques en élevage.

Dans le projet présenté, il est intéressant de constater que la réduction de la quantité de CH<sub>4</sub> produit, permise par l'apport d'ALA sous forme de graine de lin extrudée, est corrélée à une amélioration de la qualité nutritionnelle des laits produits. En effet, les recommandations nutritionnelles les plus courantes proposent de réduire la quantité d'AG saturés consommée dans la population française [Legrand et al., 2001] [PNNS, 2003]. Hors, les lipides laitiers constituent la première source d'acides gras saturés dans l'alimentation des français. La mise en œuvre de la méthode a ainsi des conséquences positives sur les plans de la nutrition et de la santé publique.

De même, cette méthode a des effets positifs sur les paramètres de santé et de zootechnie pour l'animal [Ponter et al., 2001] [Giger Reverdin et al., 2003] [Hurtaud, 2006] [Ponter et al., 2006] [Mathieu et al., 2008] et va dans le sens des préoccupations sociétales actuelles en matière de bien être animal. En effet, des essais zootechniques démontrent qu'une ration riche en ALA apportée à des ruminants laitiers permet une hausse des performances laitières, telles que la production de lait, tout en préservant la santé et la reproduction des animaux.

La mise en place de cultures sources d'oméga 3 tel que le lin à de nombreux intérêts agronomiques. L'Institut Technique du Lin (ITL) en collaboration avec le CETIOM émet des recommandations culturales suivant le code des BPA. Utilisé en tête de rotation, la culture du lin permet une diversification des cultures sur les exploitations. Cette culture ne modifie pas l'affectation des terres puisqu'elle remplace l'implantation de céréales mais pas celle de prairies [ITL, 2006] [ITL, 2007]. Le lin d'hiver permet de couvrir les sols en hiver et réduit les risques d'érosion [ITL, 2007]. Cette culture est également peu exigeante en fertilisation azotée [ITL, 2006] [ITL, 2007].

Concernant les émissions de gaz à effet de serre liées à la production végétale des cultures et à leur transformation industrielle, nous avons comparé les émissions liées à l'implantation et la transformation industrielle du lin comparé à un mélange de tourteau de soja et de blé.

	<i>Blé</i>	<i>Soja</i>	<b>Mélange Blé Soja</b>	<b>Lin</b>
<b>Mélange</b>	84,69%	15,31%	<b>1kg</b>	<b>1kg</b>
<i>kg CO<sub>2</sub>e / t MB</i>	331,0	1393,0	493,6	200,0
<i>Source des données</i>	<i>GESTIM, 2009</i>	<i>GESTIM, 2009</i>		Turunen et Van der Werf, 2006

Il apparaît que d'après ces premiers calculs, les émissions de gaz à effet de serre au cours des phases d'exploitations végétales et industrielles sont équivalentes et dans tous les cas non supérieures, conformément aux conditions d'éligibilité de la méthodologie proposée. La réduction des émissions entériques constitue donc en ce sens un réel gain.

L'application de cette méthode intègre donc l'économie de la filière, la santé humaine, la santé animale et l'environnement.

#### Condition d'applicabilité 2 : Emploi de matières premières végétales

Pour mémoire, la méthode utilisée n'est pas applicable aux activités de projet qui reposeraient sur l'emploi de produits non végétaux et/ou d'additifs chimiques.

Le présent projet s'appuie sur l'emploi dans les rations des ruminants laitiers d'une matière première végétale riche en ALA : la graine de lin, conformément aux conditions d'applicabilité de la méthodologie. Le projet respecte donc cette condition d'éligibilité.

#### Condition d'applicabilité 3 : Linéarité entre le lipogénèse et la méthanogénèse

Pour mémoire, la méthodologie utilisée ne s'applique pas aux projets ne respectant pas la linéarité entre la méthanogénèse et la lipogénèse. Comme il a été présenté ci avant dans le scénario de projet, le projet respecte cette condition d'éligibilité.

### **E - Additionnalité**

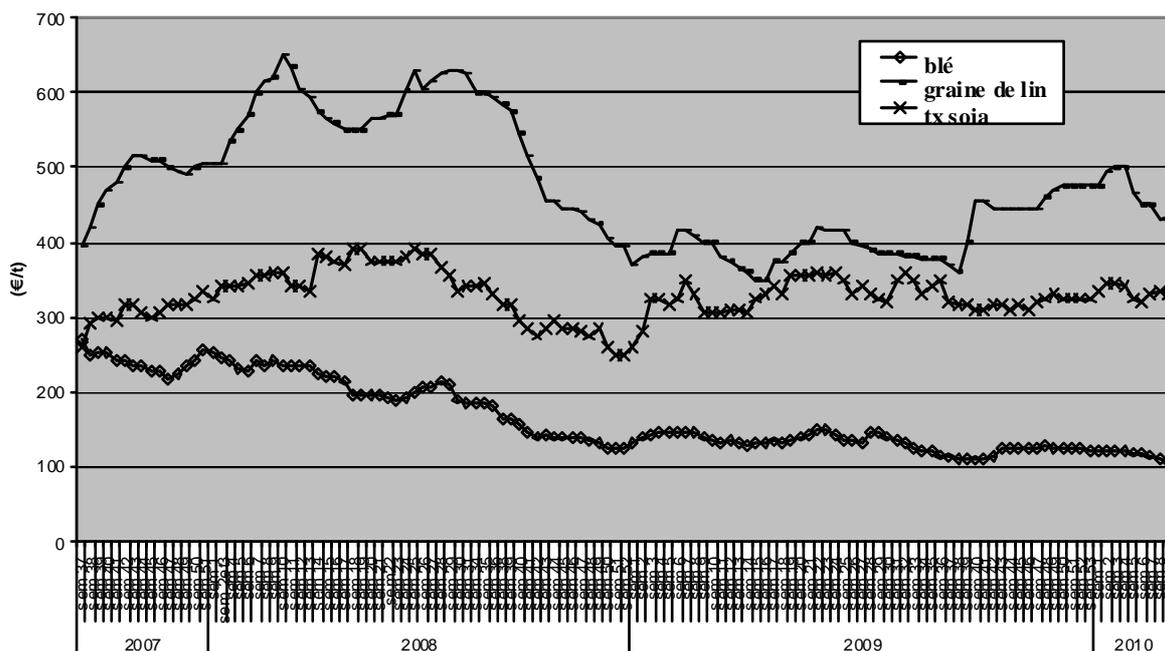
#### Détails du coût de l'alimentation du projet

Le graphique ci-dessous présente les cotations françaises rendus en Ille et Vilaine pour le blé et le tourteau de soja et les cotations mondiales départ Gand pour la graine de lin (La Dépêche 2008 et 2009<sup>4</sup>). Le prix de la graine de lin française est indexé sur cette cotation mondiale et est généralement supérieur de 35€ car doit inclure les frais de transport déjà pris en compte dans les cotations françaises rendus pour le blé et le tourteau de soja.

---

<sup>4</sup> Les cotations présentées dans La Dépêche sont des cotations validées par des courtiers assermentés. Ces cotations sont des références dans le milieu de la nutrition animale et sont utilisées par de nombreuses entreprises pour définir leurs tarifs.

### Cotations des Matières Premières (MP) (2007 à 2010)



(D'après les cotations de La Dépêche, mi 2007-mi 2010)

En moyenne, sur la période présentée (2008-2009), le blé rendu Ile et Vilaine était à 183€, le tourteau de soja rendu Ile et Vilaine à 332€ et la graine de lin rendu Ile et Vilaine à 560€.

Le lin est une matière première plus chère comparée au blé. Ce coût supérieur, du lin par rapport au blé, est en partie lié au rendement, moindre sur une culture de lin par rapport à la culture du blé (2.5t/Ha vs 7t/Ha) (Agrreste, 2008).

L'extrusion des graines de lin permet une meilleure valorisation des oméga 3, rendus alors plus digestibles pour les ruminants. Son coût est d'environ 80€ par tonne. La graine de lin extrudée revient donc à 640€ par tonne.

Dans des conditions iso-énergétiques et iso-protéiques pour un ruminant laitier, 1 kg d'aliment à base de lin est équivalent à 1.4 kg d'aliment composé à 84% de blé et 16% de soja. De plus, pour une production de lait équivalente, la substitution de cet aliment composé par un aliment lin, entraîne une moindre ingestion d'environ 1 kg de Matière Sèche (MS) d'ensilage de maïs.

Process	Charges en moins		Charges en plus	Surcoût alimentaire du projet		
	Mélange (84% Blé + 16% Tourteau de Soja)	Ensilage de Maïs	Lin	€ (par vache et par jour) (3)	€ (par vache et par mois)	€ (par vache et par an (6 mois hiver)) (4)
Process	Granulation		Extrusion			
Coût process (€/tonne)	60		80			
Équivalence en conditions isoénergétiques et isoazotés (kg)	1.4 kg	1kg	1kg			
Apport pour PAG Projet (kg/vache/jr) (1)	0.98 kg	0.7 kg	0.7 kg			
Coût MP (€/kg)	0.207	0.138	0.560			
Coût par aliment (€/vache/jr) (2)	0.261	0.097	0.448	<b>0.090</b>	<b>2.729</b>	<b>16.376</b>

(1) : Pour atteindre les objectifs de réductions d'émissions visées dans ce projet fictif, l'apport de 0,7kg de graines de lin extrudées par vache est nécessaire. Cette ligne reprend donc les quantités réellement apportées et équivalentes du mélange blé-soja en fonction des conditions iso-énergétiques et iso-protéiques.

(2) : Le coût par aliment représente le coût par vache et par jour de l'aliment considéré.

(3) : 0,090€ représente le surcoût de l'apport de graine de lin extrudée dans le cadre du projet par rapport à une alimentation traditionnelle dans des conditions iso-énergétiques et iso-azotées.

(4) : 16,376€ représente le coût alimentaire annuel du projet par vache.

#### Tableau des charges globales du projet

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<u>Investissement matériel</u>			
Calibration pour infraliseur (1)	0,00 €	20 000,00 €	20 000,00 €
<b>Total investissements</b>	<b>0,00 €</b>	<b>20 000 €</b>	<b>20 000 €</b>
<u>Coût alimentation</u>			
Par vache et par an (2)	0,00 €	16,38 €	16,38 €
Par 1 000 litres de lait (2)		<b>2,59 €</b>	<b>2,59 €</b>
Total par an (3)	0,00 €	<b>1 293 668 €</b>	<b>2 587 336 €</b>
<u>Frais analyse</u>			
Par analyse (4)	0,00 €	2,00 €	2,00 €
Total par an (5)	0,00 €	<b>96 000 €</b>	<b>192 000 €</b>
<b>Total charges</b>		<b>1 389 668 €</b>	<b>2 779 336 €</b>

(1) : Les 20 000€ investis correspondent à l'installation dans le laboratoire interprofessionnel ou dans la laiterie des calibrations pour l'infraliseur. Ces calibrations permettent d'identifier le profil en acides gras par lecture infrarouge des échantillons de lait. L'investissement en année 1 de 20 000€ correspond à l'achat de ces calibrations. Les 20 000€ dépensés les années suivantes correspondent aux frais engagés pour l'entretien de ces calibrations.

(2) : Le coût de la mise en place de ce projet en élevage représenté 16,38€ par vache et par an (Cf. calcul de ce coût alimentaire) et 2,59€ par 1 000 litres de lait produit (= 1 293 668€ de coût global lié à l'alimentation / (500 000 000 litres de lait / 1 000 litres)).

(3) : Le coût d'alimentation total par an représente le coût total d'alimentation pour l'ensemble des VL du projet soit 16,38 \* par 79 000 VL en année 1.

(4) : Les 2€ par analyse représentent les frais engagés pour la réalisation de l'échantillon et de l'analyse (coûts des salariés, des contenants ...).

(5) : Le coût total des analyses correspond au coût de l'ensemble des analyses effectués dans le cadre du projet soit en année 1 :  $2\text{€} * 2 \text{ par mois} * 12 \text{ mois dans une année} * 2\ 000 \text{ exploitations}$ .

Les coûts de fonctionnement et de réalisation autres que l'alimentation des vaches laitières (investissement matériel, frais analyse) ne sont, dans ce projet, pas supportés par les éleveurs mais par le porteur de projet lui-même conformément aux précisions apportées dans la méthodologie.

### Tableau des produits du projet

#### Gains nutritionnels

La mise en place du projet entraîne une amélioration de la qualité nutritionnelle des laits produits. Certaines laiteries attribuent aux producteurs une plus value en récompense des efforts des producteurs pour améliorer la qualité nutritionnelle du lait. Cette plus value est aujourd'hui propre à chaque laiterie et est fonction des négociations commerciales entre la laiterie considérée et les producteurs.

(6) : Dans le cadre de ce projet, nous avons défini arbitrairement et de façon fictive qu'une plus value de 2,00€/1000L de lait produit serait attribuée aux producteurs du projet.

	Scénario de référence	Scénario de projet	
<u>Gains nutritionnels</u>		Année N	Année N+1
Pour 1 000L de lait (6)	0,00 €	2,00 €	2,00 €
Total par an (7)	0,00 €	1 000 000 €	2 000 000 €

(7) : Ces gains nutritionnels totaux représentent le montant total que représente la plus value sur l'ensemble du litrage du projet, soit en année  $[(500\ 000\ 000 \text{ litres} / 1000\text{litres}) * 2,00\text{€}]$ .

#### Gains zootechniques

Est considéré dans ce projet, un prix de base du lait standard à 300€/1000litres de lait, une prime de 2,5€ par point de TB au dessus de 38 g/l et une prime de 6€ par point de TP au dessus de 32g/l.

Les gains zootechniques moyens considérés sont :

- une perte de 3 points de TB (de 41 à 39),
- une perte de 1 point de TP (de 32 à 3) ;
- une hausse de production laitière est de 4,7% (de 6500 à 6810kg).

Ces gains zootechniques sont comparables aux observations rencontrées lors des essais expérimentaux à des doses comparables dans des conditions iso-énergétiques et iso-azotées.

	Scénario de référence	Scénario de projet	
Gains zootechniques			
Par vache et par an (8)	0,00 €	2,91 €	2,91 €
Total par an (9)	0,00 €	229 791 €	459 582 €

(8) : Correspond à la différence du produit lait entre le scénario de référence et le scénario de projet par vache et par an c'est-à-dire :  $(6500\text{kg} * 6.5\% \text{ de hausse} + 6500\text{kg}) * (0.300\text{€} - (1\text{pt TB} * 0.0025\text{€}) - (1\text{pt TP} * 0,006\text{€})) - (6500\text{kg} * (0,300\text{€} + (4\text{pt de TB} * 0,0025\text{€})))$

(9) : Correspond aux gains zootechniques pour l'ensemble des vaches concernées par le projet.

#### Tableau du solde du projet

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<b>Solde (sans URE) (10)</b>	<b>0 €</b>	<b>-179 877 €</b>	<b>-339 753 €</b>

(10) : Le solde pour chaque année du projet et présenté dans le tableau ci-dessous a été calculé à partir de la différence entre les charges totales et les produits totaux.

Dans le tableau présenté ci-dessous, nous constatons que financièrement le projet, sans les URE, n'est pas viable. En effet, quelque soient les années, le solde est négatif.

#### Tableau du calcul des réductions d'émissions

Pour mémoire, le tableau ci-dessous, présente le calcul des réductions d'émissions en CH<sub>4</sub> puis en CO<sub>2</sub> équivalent. Les émissions de méthane ont été calculées à l'aide de l'équation présentée en partie 6 de la méthodologie de réduction d'émission de méthane d'origine digestive fonction du profil en acides gras du lait et de la production laitière.

	$\Sigma \text{AG} \leq \text{C16}$ (%AG tx)	CH <sub>4</sub> (g/l lait)	rCH <sub>4</sub> (kg/vache/ an)	rCH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/vache/an)
Scénario de référence	74,02	19,74	-	-
Scénario de projet	66,35	17,70	13,30	279,24

La réduction d'émission calculée pour le scénario de projet correspond à la différence d'émissions entre le scénario de référence et le scénario de projet.

### Tableau récapitulatif des réductions d'émissions

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<b>Réduction d'émission de CH4</b>			
Par vache et par an (kg CH4) (11)	-	13,30	13,30
Total par an (t CH4) (12)	-	1 050	2 101
<b>Réduction d'émission en tCO2e</b>			
Total par an (t) (13)	-	22 060	44 119

(11) : Réduction du scénario de référence calculée entre les émissions du scénario de la situation actuelle et celles du scénario de référence. Réduction du scénario de projet calculée entre les émissions du scénario de projet et celles du scénario de référence.

(12) : Réduction totale des émissions de CH<sub>4</sub> de l'ensemble des vaches du projet soit pour le scénario de projet en année 1 : 13,30kg \* 79 000 vaches.

(13) : Réduction totale des émissions de CH<sub>4</sub> exprimées en CO<sub>2</sub> équivalent (PRG CH<sub>4</sub> = 21 PRG CO<sub>2</sub>).

### Tableau des URE

En prenant l'hypothèse que l'Etat octroierait 10€ par tonne de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> équivalent vérifiée, nous avons calculé, le solde avec attribution de ces URE de ce projet fictif.

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<b>URE (€)</b>			
Par tCO2e	-	10 €	10 €
Par 1 000 litres de lait	-	0,441 €	0,441 €
Total par an (14)	-	220 597 €	441 194 €
<b>Solde (avec URE) (15)</b>	<b>0 €</b>	<b>40 721 €</b>	<b>101 441 €</b>

(14) : Il s'agit de la somme totale des URE attribués pour 22 060 tonnes de réduction d'émissions vérifiées.

(15) : Le solde présenté dans le tableau ci-dessus pour chaque année du projet a été calculé en additionnant le montant total des URE accordé (12) au solde du projet sans URE (8 : Tableau E).

L'attribution d'URE entraîne la viabilité financière du projet présenté dans cette annexe. En effet, le solde avec URE est positif.

## Equilibre du projet

	<b>Scénario de référence</b>	<b>Scénario de projet</b>
VAN (sans URE) (16)	-	-516 267€
VAN (avec URE) (16)	-	141 156€
<u>TRI (sans URE) (17)</u>	-	-3,04%
TRI (avec URE) (17)	-	0,694%

(16) : La Valeur Actuelle Nette (VAN) permet de considérer la valeur temporelle de l'argent. Elle correspond à la somme des charges et produits actualisées de la manière décrite ci après.  
$$VAN = \sum \text{charges et produits Année } N + \sum [(\text{charges et produits Année } N+1) * ((1 + \text{Taux d'Actualisation})^{-1})]$$

Pour calculer la VAN, nous avons choisit est un taux d'actualisation équivalent au taux d'inflation moyen des produit de consommation. Celui-ci qui oscille entre 0,5% et 1%.

(17) : Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) correspond au taux d'actualisation qui annule la VAN d'une série de charges et de produits. Outil de décision à l'investissement, il permet de déterminer la rentabilité d'un projet. Le TRI est égal au taux d'actualisation permettant de résoudre l'équation  $VAN = 0$ .  $TRI = VAN_0$

Ce projet est porté par une association. Celle-ci ne cherche pas à faire de profits mais à équilibrer son budget. L'apport d'URE permet d'équilibrer le bilan financier du projet. En effet, le TRI (avec URE) est égal à 0,694%. Le bilan financier de ce projet est juste à l'équilibre.

### Utilisation des URE

Les URE, directement remis aux éleveurs du projet, représenteraient 0,441€ par 1000 litres de lait soit 0,1% du prix du lait payé aux éleveurs. Pour mémoire, le prix du lait payé aux éleveurs retenus dans le projet présenté est de 300€ par 1000 litres de lait. Dans ce cas, la rétribution des URE aux éleveurs, est peu voire pas du tout incitative à l'engagement des éleveurs dans le projet. Les URE doivent permettre de mettre en place des pratiques vertueuses sur le long terme. La rétribution des URE vers les éleveurs uniquement ne suffirait pas à atteindre cet objectif.

A l'inverse, la promesse de retours techniques en élevage et d'une meilleure valorisation du produit lait est quand à elle beaucoup plus incitative.

Dans le projet présenté, les URE pourraient être employés à communiquer vers les consommateurs en revendiquant pour ces laits à la fois une plus valeur nutritionnelle reconnue par l'engagement Programme National de Nutrition Santé (PNNS) (démarche de progrès nutritionnel encouragée par l'état) et une plus valeur environnemental liée à la mise en œuvre de la méthode de réduction des émissions de méthane entérique.

Les URE serviraient donc dans ce cas, d'amorçage à un cercle vertueux qui s'auto-entretiendrait ensuite grâce à une meilleure information et une meilleure communication.

Grâce à un fléchage approprié mis en œuvre par le porteur de projet, dans ce cas l'association Bleu-Blanc-Cœur, les consommateurs responsables peuvent accepter de payer 5% de plus (4 centimes par litre). Ainsi, les producteurs bénéficieraient du retour de cette valeur ajoutée et s'enracineraient logiquement dans cette démarche vertueuse. Indirectement, cette valeur ajoutée bénéficiera aux producteurs de lait et permettra de fidéliser ainsi un cercle vertueux durable et de pérenniser la démarche à grande échelle.

De nombreux producteurs ou groupes de producteurs adhèrent à l'association Bleu-Blanc-Cœur avec le souhait de mieux valoriser leur production auprès du consommateur. Ces éleveurs sont aujourd'hui hésitants à se lancer dans cette politique volontariste d'amélioration de la qualité nutritionnelle et environnementale de leur production. Ce projet et la mise en place des URE permettraient à ces éleveurs de faire « le premier pas ».

Au bout de quelques années, l'objectif de ce projet est de faire connaître et revendiqué auprès du consommateur ce mode de production. Les URE ne seraient alors plus nécessaires. Elles auront permis de financer une reconversion des pratiques agricoles sur le long terme plus vertueuses en termes de nutrition et d'environnement tout en rendant les produits laitiers accessibles à tous.

## E - Références bibliographiques

Agrilait, 2003. Charte adhérent. Niveau CBPE, niveau CHE.

Bauchat D., Doreau M., Legay-Carmier F., 1985. « Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant », INRA Theix, Bull. Tech. CRZV, 61, 65-77

Doreau M., Martin C., Morgavi, Jouany J.P., 2008. Emissions de gaz à effet de serre chez le ruminant. Comment les réduire ?, Présentation INRA Clermont-Theix.

Giger-Reverdin S., Duvaux-Ponter C., Weill P., Sauvant D., 2003. Les graines de lin : un atout pour gérer les risques en alimentation animale ?, Les 2ème rencontre de l'INA

Gworgwor Z.A., Mbahi T.F., Yakubu B., 2006. « Environmental implications of methane production by ruminants : a review », J. Sustainable Development in Agri. And Environment, vol 2(1).

Hurtaud C., 2006. Effet d'un apport de lin Tradilin ou le lin broyé sur la production et impact sur la qualité technologique beurrière. Présentation INRA, Unité Mixte de Recherche sur la Production du Lait.

Kerhoas N., Chesneau G., Bazin F., Billoir X., Adam J., Archer T., Weill P., Analyse descriptive et comparative de la composition en acides gras des produits laitiers Bleu Blanc Cœur, Rencontre Recherche Ruminant, 15, 116.

Légrand P., Boure J.M., Descomps B., Durand G., Renaud S., 2001. Lipides, p63-82, Apports Nutritionnels Conseillés pour la population française, 3ème édition, coordonnateur Martin A., Editions Tec et Doc, AFSSA

Martin C., Morgavi D., Doreau M., Jouany J.P., 2006. Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ? Fourrages, 187, 283-300.

Martin C., Rouel J., Jouany J.P., Doreau M. and Chilliard Y., 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, J. Anim. Sci., 86, 2642-2650.

Mathieu Y., Fougère M., Bergot Y., Demerle P., Brunshwig P., Chatellier V., 2008. Effet sur la composition du lait et les performances des vaches laitières de la distribution d'un concentré à base de graine de lin extrudée, Rencontre Recherche Ruminant, 117.

Paccard P., Chénais F., Brunshwig P., 2006. Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières, CR Institut de l'Élevage, n°030631012

Ponter A.A., Parsy A.E., Soade M., Rebours D., Mialot J.P., Grimard B., 2001. Effet de la modification du rapport en acides gras w3 / w6 de régime de vache laitière sur la composition en acides gras du lait et la croissance folliculaire ovarienne, Rencontre Recherche Ruminant

Ponter A.A., Amault J., Guelou K., Ponchon S., Gonzales C., Grimard B., Humblot P., 2006. Effet de la nature des acides gras alimentaires (acide alpha linoléique ou acide linoléique) sur le nombre et la qualité des ovocytes collectés par Orum Pick Up et sur la production d'embryons chez la génisse laitière, Rencontre Recherche Ruminant, 13, 289.

Programme National Nutrition Santé, 2003. Acides gras de la famille oméga 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations, [http://www.sante.gouv.fr/html/pointsur/nutrition/pol\\_nutri3323a.pdf](http://www.sante.gouv.fr/html/pointsur/nutrition/pol_nutri3323a.pdf).

## **Annexe 2 – Exemple d’application de la méthodologie pour un éleveur**

### **A - Description des scénari**

#### Scénario de la situation actuelle

Dans cet exemple, le projet concerne une exploitation produisant 300 000 litres de lait.

#### *Scénario du projet fictif*

<b>Année</b>	<b>N</b>	<b>N+1</b>
Quantité de lait collecté (litres)	<b>300 000</b>	<b>300 000</b>
Production moyenne par vache (kg par vache et par an)	<b>6 500</b>	<b>6 500</b>
Nombre de vaches	<b>45</b>	<b>45</b>

Le système d’alimentation de l’exploitation considérée se distingue en deux phases, à l’image de l’annexe précédente en deux phases successives : la phase dite « hivernale » et la phase dite « estivale ».

#### Scénario de référence

Le scénario de référence correspond aux émissions de méthane produites sur l’exploitation au cours des 12 derniers mois. L’élevage considéré ne disposant pas des analyses des 12 derniers mois, les émissions historiques seront calculées à partir des données issues de la bibliographie.

#### Scénario de projet

Par rapport au scénario de référence, le projet fictif exposé propose un changement du type de complémentation concentrée sur une base iso-énergétique et iso-protéique durant la période dite « hivernale ». La graine de lin extrudée (source d’ALA) remplace alors en partie le concentré distribué durant la phase hivernale à base de blé et de tourteau de soja sur cette base iso-énergétique et iso-protéique.

## **B – Charges globales liés à la mise en place du projet**

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<u>Coût alimentation</u>			
Par vache et par an (1)	0,00 €	16,38 €	16,38 €
Par 1 000 litres de lait (1)		<b>2,60 €</b>	<b>2,60 €</b>
Total par an (2)	0,00 €	<b>779 €</b>	<b>779 €</b>
<u>Frais analyse</u>			
Par analyse (3)	0,00 €	100 €	100 €
Total par an (4)	0,00 €	<b>2 400 €</b>	<b>2 400 €</b>
<b>Total charges</b>			

(1) : Le coût de la mise en place de ce projet en élevage représenté 16,38€ par vache et par an et 2,60€ par 1 000 litres de lait produit (= 16,38€\* 48 VL de coût global lié à l'alimentation / (300 000 litres de lait / 1 000 litres)).

(2) : Le coût d'alimentation total par an représente le coût total d'alimentation pour l'ensemble des VL du projet soit 16,38 \* par 48 VL en année 1.

(3) : Les 100€ par analyse (type CPG) représentent les frais engagés pour la réalisation de l'échantillon et de l'analyse (coûts des salariés, des contenants ...).

(4) : Le coût total des analyses correspond au coût de l'ensemble des analyses effectués dans le cadre du projet soit en année 1 : 100€ \* 2 par mois\* 12 mois dans une année.

## **C – Produits totaux liés à la mise en place du projet**

### Gains nutritionnels

Bien que la mise en place du projet entraîne une amélioration de la qualité nutritionnelle des laits produits, la laiterie, dans le cas d'un éleveur seul, n'accordera pas au dit éleveur de plus value en récompense de cette qualité nutritionnelle supérieure. Les plus values attribuées dans certains cas sont propres à chaque laiterie et sont fonction des négociations commerciales entre la laiterie considérée et le producteur.

### Gains zootechniques

Est considéré dans ce projet, un prix de base du lait standard à 300€/1000litres de lait, une prime de 2,5€ par point de TB au dessus de 38 g/l et une prime de 6€ par point de TP au dessus de 32g/l.

Les gains zootechniques moyens considérés sont :

- une perte de 3 points de TB (de 41 à 39),
- une perte de 1 point de TP (de 32 à 3) ;
- une hausse de production laitière est de 4,7% (de 6500 à 6810kg).

Ces gains zootechniques sont comparables aux observations rencontrées lors des essais expérimentaux à des doses comparables dans des conditions iso-énergétiques et iso-azotées.

	Scénario de référence	Scénario de projet	
Gains zootechniques			
Par vache et par an (8)	-	2,91 €	2,91 €
Total par an (9)	-	138 €	138 €

(8) : Correspond à la différence du produit lait entre le scénario de référence et le scénario de projet par vache et par an c'est-à-dire :  $= (6500\text{kg} * 6.5\% \text{ de hausse} + 6500\text{kg}) * (0.300\text{€} - (1\text{pt TB} * 0.0025\text{€}) - (1\text{pt TP} * 0,006\text{€})) - (6500\text{kg} * (0,300\text{€} + (4\text{pt de TB} * 0,0025\text{€})))$

(9) : Correspond aux gains zootechniques pour l'ensemble des vaches (48) concernées par le projet.

### D - Solde du projet fictif

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<b>Solde (sans URE) (10)</b>	<b>0 €</b>	<b>-3 041 €</b>	<b>-3 041 €</b>

(10) : Le solde pour chaque année du projet et présenté dans le tableau ci-dessous a été calculé à partir de la différence entre les charges totales et les produits totaux.

Dans le tableau présenté ci dessous, nous constatons que financièrement le projet sans URE n'est pas viable.

### E - Tableau récapitulatif des réductions d'émissions

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<u>Réduction d'émission de CH<sub>4</sub></u>			
Par vache et par an (kg CH <sub>4</sub> ) (11)		13,30	13,30
Total par an (t CH <sub>4</sub> ) (12)		0,633	0,633
<u>Réduction d'émission en tCO<sub>2e</sub></u>			
Total par an (t) (13)		13,29	13,29

(11) : Réduction du scénario de référence calculée entre les émissions du scénario de la situation actuelle et celles du scénario de référence.

(12) : Réduction totale des émissions de CH<sub>4</sub> de l'ensemble des vaches du projet soit pour le scénario de projet en année 1 : 13,30kg \* 48 vaches.

(13) : Réduction totale des émissions de CH<sub>4</sub> exprimées en CO<sub>2</sub> équivalent (PRG CH<sub>4</sub> = 21 PRG CO<sub>2</sub>).

### **F – Tableau des URE**

En prenant l'hypothèse que l'Etat octroierait 10€ par tonne de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> équivalent vérifiée, nous avons calculé, le solde avec attribution de ces URE de ce projet fictif.

	Scénario de référence	Scénario de projet	
		Année N	Année N+1
<b>URE (€)</b>			
Par tCO <sub>2</sub> e		10 €	10 €
Par 1 000 litres de lait		0,443€	0,443€
Total par an (14)		133€	133€
<b>Solde (avec URE) (15)</b>	<b>0 €</b>	<b>-2 908€</b>	<b>-2 908€</b>

(14) : Il s'agit de la somme totale des URE attribués pour 13,29 tonnes de réduction d'émissions vérifiées.

(15) : Le solde présenté dans le tableau ci-dessus pour chaque année du projet a été calculé en additionnant le montant total des URE accordé (12) au solde du projet sans URE (8 : Tableau E).

L'attribution d'URE ne permet pas la viabilité financière du projet présenté dans cette annexe. En effet, la rétribution des URE vers les éleveurs uniquement ne suffit pas à atteindre cet objectif.

Dans cette situation, la mise en place d'un projet commun et permettant de regrouper un nombre d'éleveurs suffisants à l'aide d'un agrégateur (Cf. Annexe 1) semble être la solution à privilégier.