



Méthodologie spécifique aux projets de réduction des émissions de N₂O dues à la dénitrification des sols agricoles par l'insertion de légumineuses dans les rotations agricoles.

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

Secteur	Agriculture
Projets types	Insertion de légumineuses dans les rotations agricoles

Table des matières

1	Résumé de la méthodologie :	4
2	Applicabilité :	4
3	Périmètre du projet :	6
4	Sélection du scénario de référence :	7
5	Additionalité	10
6	Réductions d'émissions	16
7	Suivi	18
8	Visibilité de la réduction des émissions de GES dans l'inventaire national	21
9	Plan de surveillance	21
10	Validité de la méthodologie.....	21
	Annexe 1 – Exemple d'application de la méthodologie.....	23
	Coopérative agricole Sèvre et Belle	23
	Annexe 2.1 : Analyse financière du projet présenté en annexe 1 (centrée agriculteur).....	34
	Annexe 2.2 : Analyse financière du projet présenté en annexe 1 (centrée organisme stockeur).....	37
	Annexe 3 : Plan de surveillance et de contrôle du projet fictif.....	40

1 Résumé de la méthodologie :

La méthode proposée repose sur l'évitement d'application d'engrais azotés sur les terres agricoles françaises en favorisant l'insertion de légumineuses dans les rotations. En effet les légumineuses sont des plantes qui, de par leur métabolisme symbiotique, sont capables de fixer l'azote naturellement présent dans l'air et ne nécessitent donc pas d'application d'engrais azotés pour assurer leur croissance. Or, les engrais azotés sont vecteurs des phénomènes de dénitrification dans les sols agricoles qui émettent du protoxyde d'azote, un puissant gaz à effet de serre.

2 Applicabilité :

La méthodologie proposée est applicable au protoxyde d'azote produit par les processus de nitrification et de dénitrification des sols agricoles. Elle est basée sur le lien entre :

- les quantités d'azote apportées sur les cultures.
- les niveaux d'émission de N_2O associés à ces apports d'engrais azotés.

Les émissions de N_2O des sols agricoles sont directement liées à la fertilisation azotée des plantes. En effet le GIEC [5], dans les lignes directrices de 1996 et 2006, préconise une formule de calcul des émissions de N_2O dont une partie est directement proportionnelle aux doses d'azote d'origine minérale et organique apportées sur la parcelle agricole.

Cette méthodologie offre la possibilité de bénéficier d'Unités de Réduction des Emissions (URE) (que peut octroyer l'Etat dans le cadre de la mise en œuvre, sur le territoire national, des mécanismes de flexibilité prévus par le protocole de Kyoto – Cf. Arrêté du 2 mars 2007) pour les réductions vérifiées d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES).

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 des produits agricoles ou la détérioration des performances techniques dans les exploitations agricoles parties prenantes du projet.

Définitions utiles :

Nitrification-Dénitrification : Réactions biochimiques se déroulant dans les sols, qui constituent une étape du cycle de l'azote. Lorsque ces réactions sont incomplètes ou se déroulent en milieu anaérobie, elles conduisent à des émissions de N_2O . Ce phénomène est naturel, ainsi tous les sols émettent naturellement du N_2O . Mais certaines actions de l'homme qui entraînent un enrichissement des sols en azote, la fertilisation azotée par exemple, ont pour effet d'intensifier ce phénomène et donc de provoquer des émissions de N_2O anthropiques.

Légumineuses : Les légumineuses constituent une famille de plantes à fleurs dont le fruit est une gousse. Ce groupe de végétaux a une particularité : les plantes ont la capacité de s'associer à une bactérie qui leur permet de puiser une partie de l'azote nécessaire à leur croissance dans l'atmosphère. On parle alors d'azote fixé par la plante. Ainsi les légumineuses n'ont pas besoin d'être fertilisées en azote par l'agriculteur. Les légumineuses les plus cultivées en France sont les féveroles, les fèves, le pois protéagineux, la luzerne, le lupin doux, le soja et la lentille.

Sont concernées par le projet, car identifiées sur la déclaration PAC de l'agriculteur, les cultures suivantes : **féveroles, fèves, haricots, lentilles, lupin, luzerne, petits pois, pois chiches, pois d'hiver, pois de printemps, soja, vesces, légumineuses fourragères (trèfle, sainfoin...), autres protéagineux, protéagineux fourragers.**

Rotation : Succession des cultures sur une parcelle. La rotation est réfléchiée par l'agriculteur en fonction de son système agricole, des contraintes de son milieu (maladies, parasites...) et des possibilités de débouchés que lui offre sa situation.

Le premier critère de choix des cultures implantées par un agriculteur est aujourd'hui la valorisation économique escomptée, et donc le prix de marché de chaque production (dans le respect des différentes contraintes agronomiques cependant).

Assolement : Division des terres d'une exploitation en autant de parties qu'il y a de cultures différentes. Par extension, on peut parler de l'assolement d'une région, d'un pays... L'assolement d'une zone peut être considéré comme représentatif de la rotation majoritaire sur cette même zone, à l'instant t.

Porteur de projet : Le porteur de projet est l'entité qui porte le projet éligible à la méthodologie. Dans la présente méthodologie, un porteur de projet peut être un agriculteur en propre, ou un agrégateur. Dans le cas où le porteur de projet n'est pas l'agriculteur, un contrat liant les agriculteurs à l'agrégateur spécifie les modalités de distribution du revenu des URE aux agriculteurs.

Demandeur : Le demandeur des URE est le porteur de projet.

Scénario de référence : Le scénario de référence est le scénario identifié comme le plus probable en l'absence de mise en place du projet. Ce scénario est élaboré à partir d'une étude de la situation actuelle.

Scénario alternatif : Le scénario alternatif est un scénario identifié en amont comme scénario de référence éventuellement possible, mais éliminé du fait de barrières à la mise en place d'un tel scénario.

Investissement alternatif : Un investissement alternatif est un investissement qui aurait pu être réalisé en remplacement du présent projet.

3 Périmètre du projet :

Le périmètre du projet prend en compte les émissions de protoxyde d'azote des sols agricoles. Les émissions de CO₂ au champ dues à l'hydrolyse des formes uréiques ne seront pas prises en compte pendant la période Kyoto pour des raisons de compatibilité avec les inventaires d'émissions nationaux. Elles seront toutefois prises en compte après cette période si la méthodologie des inventaires d'émission le permet.

	Source	Gaz	Inclus	Justification/explication
Scénario de référence	Dénitrification des sols agricoles	CO ₂	Non	Non applicable
		CH ₄	Non	Non applicable
		N₂O	Oui	Source principale
		Autres	Non	Non applicable
	Hydrolyse des formes uréiques	CO₂	Non	Source principale, mais pas comptabilisable pendant la période Kyoto pour des raisons de compatibilité avec les inventaires d'émissions nationaux (cf partie 8).
		CH ₄	Non	Non applicable
		N ₂ O	Non	Non applicable
		Autres	Non	Non applicable
Scénario de projet	Dénitrification des sols agricoles	CO ₂	Non	Non applicable
		CH ₄	Non	Non applicable
		N₂O	Oui	Source principale
		Autres	Non	Non applicable
	Hydrolyse des formes uréiques	CO₂	Non	Source principale, mais pas comptabilisable pendant la période Kyoto pour des raisons de compatibilité avec les inventaires d'émissions nationaux (cf partie 8).
		CH ₄	Non	Non applicable
		N ₂ O	Non	Non applicable
		Autres	Non	Non applicable

En 2008, selon le CITEPA dans le rapport d'inventaire au format CCNUCC, les émissions de N₂O du secteur agricole représentent 84,9% des émissions totales de N₂O pour la France en 2008 contre 68,3% en 1990. Ces émissions de N₂O du secteur agricole sont dues à deux phénomènes : les phénomènes de dénitrification et de nitrification dans les sols agricoles

pour une part majoritaire et les émissions liées aux activités d'élevage (émissions liées à la gestion des effluents, aux animaux en bâtiment et au stockage) dans une moindre mesure. Tous les sols émettent naturellement du N₂O. La méthodologie mise au point par le GIEC consiste à ne comptabiliser que les émissions de N₂O anthropiques (c'est-à-dire que l'on comptabilise la différence d'émission entre un sol « naturel » et un sol géré par l'homme). Ainsi l'enrichissement du milieu en azote par les déjections des élevages et par l'apport d'engrais minéraux doit être pris en compte.

Une autre source d'émissions de GES au champ due à la fertilisation azotée est l'hydrolyse des formes uréiques : lors de la production d'urée, du carbone issu du reformage catalytique du CH₄ est utilisé et immobilisé dans le produit final. Ce carbone est ensuite réémis au champ sous forme de CO₂ suite à la dégradation de l'urée apportée comme fertilisant. C'est ce phénomène qui est appelé l'hydrolyse des formes uréiques. Ce phénomène est considéré dans les inventaires au niveau de la production industrielle d'urée. Les émissions correspondent donc à l'urée produite et non à l'urée épandue (dont une partie est importée depuis des pays tiers). Cette source pourra être comptabilisée dans cette méthodologie quand les inventaires nationaux d'émissions pourront être basés sur les lignes directrices 2006 (après 2012, dernière année de la période Kyoto) qui permettent de comptabiliser les émissions issues de l'hydrolyse de l'urée au niveau des émissions des sols, et non plus au niveau de l'industrie chimique du pays. La méthodologie proposée dans ce document sera donc construite de cette façon : une formule de calcul qui ne tient pas compte de l'hydrolyse au champ de l'urée, à appliquer tant que ce phénomène n'est pas pris en compte dans les inventaires du CITEPA ; et une formule de calcul qui tient compte de ce phénomène, à appliquer dès que le cadre réglementaire le permettra. En attendant la prise en compte effective de ce phénomène, il peut être considéré comme un effet collatéral positif de l'introduction de légumineuses dans les rotations agricoles.

Dans le cadre de cette méthodologie, le porteur de projet peut être soit un agriculteur soit un agrégateur (organisme stockeur, par exemple une coopérative). Si c'est un agriculteur, il percevra les UREs directement, si c'est un agrégateur, il y aura un contrat identique pour tous les agriculteurs parties prenantes du projet, qui définira les règles de redistribution, directes ou indirectes, du revenu des UREs aux agriculteurs.

4 Sélection du scénario de référence :

a) Brève description de la situation actuelle

En 2008¹, les surfaces françaises en féveroles, fèves, pois protéagineux, lupin doux, soja et luzerne sont de 274 523 hectares d'après les données Agreste [1], soit 1,49% des terres cultivées d'après les résultats de l'enquête Terruti-Lucas sur l'utilisation des terres [1]. On peut également ajouter une comparaison à plus long terme faite dans le rapport CGDD [3] :

¹ Remarque de forme : les données AGRESTE de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) sont formalisées par année. Une campagne agricole étant à cheval sur deux années civiles, cette écriture peut prêter à confusion. L'écriture suivante a été choisie par AGRESTE : les données de SAA de l'année n correspondent à la campagne agricole [n ; n+1].

dans les années 60 les légumineuses implantées en pure représentaient environ 3,3 millions d'hectares, soit 17% des terres arables de l'époque. En 2009 ces surfaces ont recommencé à progresser et ont atteint 336 137 hectares, et les chiffres provisoires pour 2010 font état de 542 051 hectares, sans doute grâce au plan protéines végétales.

Ce constat est révélateur d'un manque de compétitivité économique de ces cultures pour la filière agricole.

Le rapport CGDD [3] liste les facteurs explicatifs suivants pour comprendre cette diminution :

- 1- des logiques d'amélioration continue de la productivité, de simplification du travail, et de sécurisation des rendements (facteur structurel) ;
- 2- un contexte de prix bas des engrais minéraux azotés (facteur conjoncturel) ;
- 3- un différentiel de prix favorable à l'utilisation des tourteaux de soja, qui est largement induit par les mécanismes de soutien de la PAC et les régimes de protection aux frontières de l'Union européenne (facteur structurel).

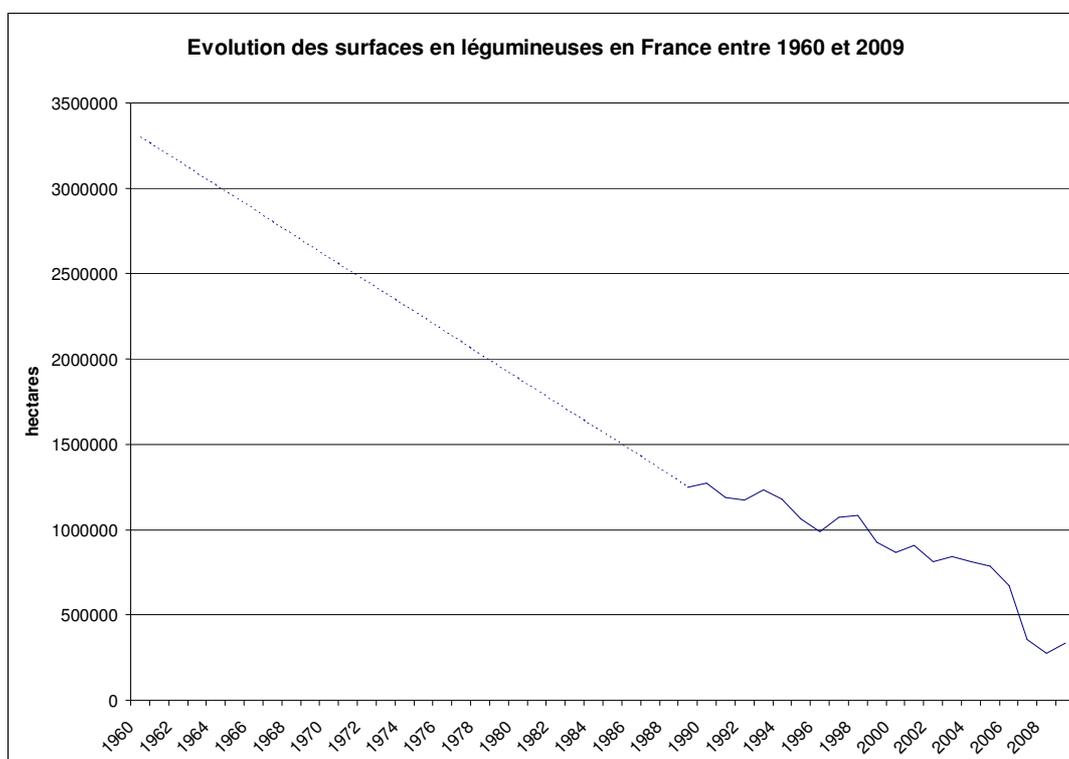


Figure 1 : évolution des surfaces en légumineuses (source : Agreste)

La reprise observée en 2010 peut s'expliquer par le cumul des facteurs suivants :

- 1- Soutien financier dans le cadre du plan protéines végétales lancé par le MAAPRAT
- 2- Une conjoncture amenant à un contexte de prix hauts des engrais azotés
- 3- Une conjoncture laissant supposer un contexte de prix bas des céréales (contredit par les faits)

Cependant, un suivi prospectif des implantations de culture pour la campagne en cours, réalisé par le service d'analyse des marchés d'InVivo, annonce une baisse des surfaces en légumineuses pour la campagne 2010-2011, par rapport à la campagne précédente.

b) 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* ».

Pour ce projet, le scénario de référence dépend de l'assolement des surfaces éligibles au projet et des pratiques de fertilisation minérale et organique (cf. partie 7 pour plus de détail), et ce à l'échelle de chaque département où est implanté le porteur de projet.

Le scénario de référence doit être « mieux disant » par rapport aux pratiques moyennes. La sélection du scénario de référence implique l'identification préalable des différents scénarios de référence possibles pour le projet et l'élimination de ceux qui ne sont pas viables. Cette analyse s'effectue en trois étapes :

Etape 1 : Identifier les scénarios de référence techniquement réalisables dans le cadre de l'activité de projet.

La première étape consiste à identifier les scénarios de référence possibles dans le cadre de l'activité de projet décrite (insertion de légumineuses dans les rotations agricoles françaises et pratiques de fertilisation associées).

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

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

Dans la définition du scénario de référence, le porteur de projet devra également tenir 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.

Etape 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 ;
- les barrières liées aux pratiques dominantes :

Dans le cadre de cette méthodologie, il est décidé que :

1. **L'assolement de référence correspond à l'assolement du département** (dans lequel sont comprises les surfaces éligibles au projet) moyenné sur les trois années précédant l'année d'entrée en application du projet. Compte tenu de la tendance significativement baissière des surfaces en légumineuses sur l'ensemble du territoire métropolitain (cf. partie 4 de cette méthodologie), l'assolement est fixé en début de projet et demeure fixe pour toute la durée du projet.
2. **La fertilisation azotée de référence correspond à la moyenne de fertilisation régionale fournie par les enquêtes pratiques culturelles** réalisées tous les 5 ans par le MAAPRAT pour chaque culture (une fertilisation moyenne pondérée par les surfaces des cultures disponibles dans l'enquête sera utilisée pour les cultures hors champ de l'enquête). Le choix de données statistiques et non de pratiques individuelles repose sur l'argumentaire suivant : un coût de collecte des données supportable pour le porteur de projet, la possibilité pour tous les agriculteurs de participer aux projets mis en place (et non pas seulement les agriculteurs équipés des outils nécessaires pour tracer les données de pratiques de fertilisation). Les sources de données de fertilisation sont différentes selon qu'il s'agit de fertilisation organique ou minérale (cf. partie 7 pour plus de détail).

5 Additionalité

Conformément à l'Annexe 3 de l'Arrêté du 2 mars 2007, différentes étapes seront présentées afin de démontrer l'additionnalité du projet. Il doit donc être démontré que sans l'octroi d'URE, le projet ne serait pas économiquement viable ou qu'il ne serait pas mis en œuvre en raison de barrières trop importantes. Les résultats du projet en termes d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) doivent ainsi être inférieurs aux résultats du scénario de référence.

L'insertion de légumineuses dans les rotations agricoles visant à diminuer les apports d'engrais azotés et donc les émissions de N₂O d'origine anthropique n'est pas une mesure figurant dans le plan climat 2010. Réduire les émissions de GES par l'insertion de légumineuses dans les rotations agricoles a pourtant déjà été mis en avant dans différentes publications dont notamment le rapport du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) intitulé « La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux ? ». Ce rapport avance qu'il est possible de réduire de 11 à 16% les émissions de GES à l'échelle de la rotation agricole en insérant une légumineuse.

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) :

Extrait de l'arrêté régissant les différentes étapes à respecter pour démontrer l'additionalité du projet :

« *Le demandeur identifiera et caractérisera les différentes options qui s'offrent à lui, après avoir analysé, comme expliqué ci avant en partie 4-b) 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 démontrera 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). »

Dans le cas de la présente méthodologie, l'activité de projet est l'insertion de légumineuses sur le territoire de collecte et d'approvisionnement de l'acteur économique concerné (la coopérative). La poursuite de la situation préexistante à la mise en œuvre de l'activité de projet proposée correspond à une décroissance des surfaces en légumineuses (voire une légère reprise mais qui n'est que provisoire, vu les incertitudes futures sur le maintien des niveaux d'aide à ces cultures). Une définition plus précise de la situation actuelle se trouve au paragraphe 4-a). Les cultures de non-légumineuses nécessitant le recours à des apports d'engrais azotés, l'introduction de légumineuses dans les rotations comprenant des non-légumineuses permet une réduction d'émissions de GES (liées à la baisse globale de consommation d'engrais que cela engendre) par rapport à la poursuite de la situation préexistante à la mise en œuvre de l'activité de projet.

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 l'Arrêté du 2 mars 2007.

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...).

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 scénarios 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.

Si les porteurs de projets utilisent l'étape 2 (analyse de l'investissement, cf. décret du 7 mars 2007), ils pourront par exemple utiliser l'une des approches suivantes :

- Montrer la faible compétitivité économique des légumineuses face à d'autres productions comme les céréales à pailles. Il s'agirait par exemple de comparer les marges brutes (ainsi que les marges nettes afin de prendre en compte d'éventuels différentiels de subventions entre les cultures) des cultures de non-légumineuses et de légumineuses (sans omettre cependant que l'arrière effet azote suite à l'implantation d'une légumineuse tend à diminuer la fertilisation de la culture suivante et que par conséquent ce phénomène constitue un gain économique en faveur des légumineuses, même s'il intervient au niveau de la culture suivante) qui seront implantées dans le cadre du projet, afin de démontrer que, si la comparaison est défavorable aux cultures de légumineuses, l'octroi d'URE permet de combler tout ou partie de la différence sur le périmètre du projet considéré. Cette approche pourrait être retenue dans le cas où c'est l'exploitant agricole qui percevrait le revenu des URE. Ces revenus pourront être d'ailleurs perçus directement ou indirectement par

l'agriculteur. Le porteur de projet devra démontrer que les niveaux d'incitations actuels au niveau des exploitations (subventions, primes, etc.) ne permettent pas le développement de l'activité de projet. Par exemple, la prime protéagineux et l'aide supplémentaire aux protéagineux, mises en place respectivement en 2005 et 2010 pourraient contribuer au développement d'une telle activité. Cependant, la prime aux protéagineux n'est valable que pour le pois, la féverole et le lupin doux, elle est de 55,57€ par hectare et disparaîtra en 2012. L'aide supplémentaire, cumulable avec la prime protéagineux, est valable pour le pois, la féverole, le lupin doux et les légumineuses fourragères nouvellement implantées (hors luzerne de déshydratation). Son montant n'est pas fixe puisqu'il s'agit d'une enveloppe globale de 40 millions d'euros à partager entre toutes les surfaces éligibles. Dans la mesure où cette enveloppe globale ne s'accroît pas, elle ne remet pas en cause l'additionalité de l'activité de projet étant donné que le montant individuel de l'aide serait dilué dans l'augmentation des surfaces jusqu'à éventuellement avoir moins de prise sur la décision de l'agriculteur. Enfin, il n'y a aucune visibilité sur le maintien de cette aide après 2012.

A titre d'exemple, l'analyse financière d'un scénario de projet au niveau de l'exploitation agricole est présentée en Annexe 2.1.

- Considérant les faibles volumes de grains issus de légumineuses actuellement récoltées en France, la filière des légumineuses peut être directement confrontée à des problèmes de remplissage des cellules de stockage dans les organismes stockeurs. Ainsi, si le volume de production, à l'échelle d'une coopérative, se situe à un niveau très faible, il sera impossible de saturer des outils logistiques et de stockage qui pourraient être réaffectés aux légumineuses, ce qui augmente significativement le coût de stockage de ces dernières face à d'autres types de production. En effet, une coopérative qui collecte des légumineuses prend le risque de ne pas saturer son outil logistique du fait des faibles volumes en jeu, alors que si à la place des légumineuses elle collectait des céréales par exemple, les silos de stockage seraient plus facilement saturés. Si les taux de remplissage des cellules dans le scénario de projet sont inférieurs à ceux du scénario de référence, il devient possible de calculer une valeur d'écart de coût de stockage entre les deux scénarios afin de démontrer que l'octroi d'URE permet de combler tout ou partie de l'écart sur le périmètre du projet considéré. Le porteur de projet devra démontrer que les coûts de stockage élevés au niveau de l'organisme stockeur pour ces cultures, ne permettent pas le développement de l'activité de projet. Cette approche pourrait être retenue dans le cas où c'est l'organisme stockeur qui percevrait le revenu des URE. A titre d'exemple, l'analyse financière d'un scénario de projet au niveau de l'organisme stockeur est présentée en Annexe 2.2.

Remarque : On pourra également envisager des modèles mixtes où le revenu des URE sera partagé entre l'agriculteur et l'organisme stockeur.

Le porteur de projet peut être soit un agriculteur soit un agrégateur (organisme stockeur, par exemple une coopérative). Si c'est un agriculteur, il percevra les UREs directement, si c'est un agrégateur, il y aura un contrat identique pour tous les agriculteurs parties prenantes du projet, qui définira les règles de redistribution, directes ou indirectes, du revenu des UREs aux agriculteurs

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.

Si les porteurs de projet utilisent l'étape 3 (analyse par les barrières), ils pourront, par exemple, s'appuyer sur les barrières suivantes.

Exemple de barrière structurelle :

Les barrières à ce projet peuvent être structurelles. En effet, les niveaux de production de légumineuses en France ont atteint des niveaux tellement faibles, du fait de la disparition des surfaces, que les filières de collecte et de valorisation de ces produits sont relativement désorganisées.

Le *plan protéines végétales* porté par le ministère de l'agriculture a permis un redressement de la décroissance de surfaces en légumineuses (cf. figure 1, page 4) mais les volumes de production restent très largement insuffisants pour permettre une redynamisation des filières de valorisation de ces productions. En effet, un organisme stockeur ne peut pas se permettre de bloquer un silo de stockage pour des volumes de collecte trop faibles. De même, les fabricants d'aliments du bétail, pour des raisons de stabilité de leurs fournisseurs et de référencement de leurs matières premières, ne sont généralement pas intéressés par les petits volumes, qui plus est incertains, représentés à l'heure actuelle par les protéines végétales métropolitaines. Ainsi la relance d'une filière légumineuses en France passera par un effort considérable à faire au niveau de l'aval agricole, à qui il incombe de reconstruire une filière de valorisation des légumineuses métropolitaines. Par ses positionnements d'organismes stockeurs, d'organismes de filières, de fabricants d'aliments du bétail tout à la fois, le milieu coopératif agricole est idéalement positionné pour être partie prenante de ce mouvement.

Exemple de barrière agronomique :

Une barrière également ressentie par les agriculteurs à l'insertion de légumineuses dans leurs rotations concerne un problème dans la gestion de la pression parasitaire sur ces cultures. En effet, les légumineuses, et notamment le pois, sont sensibles à un parasite difficilement maîtrisable avec les moyens techniques actuels : l'aphanomyces. Ce champignon est apparu récemment en France, il n'existe pas de traitement efficace contre ce parasite du pois. La solution semblerait plutôt venir du côté de la génétique, avec le souci

de la rareté des structures de sélection en pois, du fait toujours de la faiblesse en volumes de ce marché.

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.

De nombreux effets collatéraux positifs existent dans le cas de cette méthodologie. Par exemple, l'insertion de légumineuses dans les rotations agricoles permet de diminuer le recours aux engrais azotés qui participent aux émissions de N_2O des sols agricoles. Un des engrais azotés majoritairement utilisé en France, l'urée, est également à l'origine d'émissions de CO_2 au champ. En effet, la réaction d'hydrolyse de cette forme, qui a lieu après l'épandage, est émettrice de CO_2 . Ces émissions de CO_2 ainsi évitées par la moindre utilisation de cet engrais ne sont pour l'instant pas prises en compte dans cette méthodologie pour des raisons de compatibilité avec les inventaires d'émissions pendant la période Kyoto. En attendant de pouvoir l'être, ce phénomène peut toutefois être cité en effet collatéral positif de l'introduction de légumineuses dans les rotations agricoles.

Selon le rapport CGDD [3], l'introduction de légumineuses dans une rotation agricole de 5 ans permettraient de diminuer de 12 à 13% les consommations d'énergie non renouvelable par hectare et par an et de réduire jusqu'à 18% les émissions de gaz acidifiants.

Toujours selon le même rapport du CGDD sur le plan de relance des légumineuses [3] : « la hausse des surfaces cultivées en légumineuses dans les terres arables ne devrait pas augmenter les risques de lixiviation des nitrates, à condition que les périodes d'interculture ainsi que la fertilisation à l'échelle de la rotation soient correctement gérées. Et à plus long terme, on peut supposer que la culture des légumineuses en contribuant à la réduction des quantités d'azote minéral utilisées par les systèmes de production agricole, pourrait permettre de diminuer les risques de lixiviation des nitrates. »

Enfin la diversification des rotations permet également de profiter d'avantages agronomiques.

Par exemple, l'insertion de légumineuses dans les rotations permet d'introduire une nouvelle famille de plantes dans des rotations qui peuvent être assez peu diversifiées. Cette introduction peut jouer un rôle de rupture des cycles de ravageurs des cultures, et ainsi permettre une diminution de la pression maladie et donc une diminution de la pression phytosanitaire. Cet argument est également cité dans le rapport CGDD [3]. De plus les légumineuses telles que le pois ou encore la luzerne présentent un effet couvrant du sol assez fort, ce qui a pour effet bénéfique de limiter la croissance des adventices.

Également cité dans le rapport CGDD [3], l'effet bénéfique des légumineuses sur la qualité et la fertilité des sols est important. En effet, les légumineuses favorisent le développement de la microfaune du sol et de la microflore fongique du sol, grâce au système symbiotique et au système racinaire de ces cultures. De plus les résidus de légumineuses apportent des

quantités d'humus au sol non négligeables, ce qui accroît la structure et la fertilité des sols agricoles.

Enfin, les légumineuses ont un effet bénéfique sur la biodiversité. Elles favorisent la survie de la faune sauvage selon le rapport CGDD [3]. Par exemple, des plans d'action sont actuellement mis en place pour limiter l'érosion des populations de grand hamster d'Alsace. Une des mesures préconisées est l'implantation de luzerne dans les zones concernées car cette culture est reconnue comme un habitat favorable au développement de cette espèce. Autre exemple, les légumineuses sont des espèces mellifères, elles favorisent donc le développement des populations de pollinisateurs. Elles permettent de compléter les pics de floraison des autres espèces mellifères cultivées (tournesol, colza)...

6 Réductions d'émissions

Les émissions évitées par la mise en place du projet correspondent à la différence entre les émissions estimées du scénario de référence (rejets qui auraient eu lieu sans le projet domestique) et les émissions estimées en prenant en compte l'activité de projet.

$$\text{Emissions évitées} = \sum_{k=1}^p S_{\text{Tot}_k} \times (\text{FE}_{\text{Projet}} - \text{FE}_{\text{Reference}_k})$$

$$\text{FE}_{\text{Projet}} = \sum_{i=1}^n (\text{Frac}_{\text{S}_{\text{Projet}_i}} \times \text{FE}_i)$$

$$\text{FE}_{\text{Reference}} = \sum_{j=1}^m (\text{Frac}_{\text{S}_{\text{Ref}_j}} \times \text{FE}_j)$$

Avec :

$\sum_{k=1}^p S_{\text{Tot}_k}$: Surface totale couverte par le projet. Cette surface correspond à la superficie totale possédée par l'ensemble des exploitants agricoles participant au projet. Cette information peut être recueillie grâce au feuillet de déclaration des surfaces (S2 jaune) de la déclaration PAC. S_{Tot_k} correspond à la surface totale couverte par le projet au sein du département k. La somme est faite sur l'ensemble des départements concernés par le projet pour avoir la surface totale couverte par le projet. L'appartenance d'une parcelle à un département sera déterminée selon la commune d'appartenance de ladite parcelle (information présente dans la déclaration PAC de l'agriculteur).

FE_{Reference} sera calculé pour chaque département du projet.

Frac_{S_{Projet_i}} : Part de la surface couverte par la culture i pour le projet. Cette information peut être recueillie grâce au formulaire de déclaration des surfaces (formulaire Cerfa S2 jaune) de la déclaration PAC. Cette donnée est calculée à l'échelle de l'exploitation agricole.

Frac_S_Ref_j: Part de la surface couverte par la culture j totale pour la référence. Cette information provient des données de la statistique agricole annuelle au niveau du département. Cette donnée est calculée à l'échelle du département.

FE_i: Facteurs d'émission en N₂O pour la culture i par unité de surface

FE_j: Facteurs d'émission en N₂O pour la culture j par unité de surface

Pour les cultures non légumineuses appartenant aux surfaces du projet, les FE_{i,j} sont calculés pour chaque culture selon les méthodes d'inventaires, en vigueur lors de l'année du projet, qui prennent en compte les émissions liées à la fertilisation (minérale et organique), les émissions liées à l'oxydation des résidus de culture, ainsi que les émissions indirectes liées aux phénomènes de lixiviation et de volatilisation/redéposition de l'azote des fertilisants épandus. La méthodologie d'inventaire n'est pas précisée dans le présent document car elle sera, dans les prochaines années, très certainement sujette à de nombreuses modifications visant à améliorer la qualité des estimations (d'après communication CITEPA). Le porteur de projet devra donc se référer à la méthodologie utilisée dans le dernier inventaire d'émissions réalisé par le CITEPA. Ces facteurs d'émission sont calculés à l'échelle régionale.

Pour les cultures de légumineuses, les FE_{i,j} devront être élaborés de manière précise, par exemple grâce à des mesures réalisées au champ dans le cadre de programmes scientifiques (ou des modèles qui en découlent). Ces FE issus de mesures devront être cohérents et adaptés aux caractéristiques du projet, et devront inclure, *a minima*, le N₂O émis pendant la culture mais aussi pendant l'interculture suivante. Pour le choix d'un FE approprié, le porteur de projet pourra se baser sur les différents projets scientifiques en cours ou à venir. Par exemple, le projet CASDAR 7175 (Amélioration des performances économiques et environnementales des systèmes de culture avec pois, colza et blé) ou le projet CASDAR NO GAS (Mesure et modélisation du N₂O en grandes cultures, 2010-2012) porté par l'UMT GES-N₂O et le CETIOM permettent déjà ou permettront à court terme d'obtenir des FE pour les légumineuses moins incertains et plus représentatifs des conditions pédoclimatiques françaises que ceux proposés dans les lignes directrices du GIEC.

Actuellement, les **émissions dues à l'hydrolyse de l'urée** ne sont pas prises en compte au niveau du secteur agricole dans les inventaires du CITEPA. Ce phénomène est considéré dans les inventaires au niveau de la production industrielle d'urée. Les émissions correspondent donc à l'urée produite et non à l'urée épandue (dont une partie est importée depuis des pays tiers). Cette source pourra être comptabilisée dans cette méthodologie quand les inventaires nationaux d'émissions pourront être basés sur les lignes directrices 2006 (après 2012, dernière année de la période Kyoto) qui permettent de comptabiliser les émissions issues de l'hydrolyse de l'urée au niveau des émissions des sols, et non plus au niveau de l'industrie chimique du pays. Dès que le phénomène d'hydrolyse de l'urée pourra être pris en compte au niveau du secteur agricole dans les inventaires du CITEPA, les émissions issues de l'hydrolyse des formes uréiques seront à additionner au calcul des émissions évitées, car la mise en œuvre de l'activité de projet entraînera une diminution des épandages d'engrais

uréliques. La part d’engrais uréliques pourra être connue au niveau départemental grâce aux données de l’UNIFA sur les livraisons départementales d’engrais (en fonction de l’évolution du contenu des différentes enquêtes menées par Agreste d’ici 2012, une autre source de donnée pourra éventuellement être envisagée pour collecter cette donnée à l’échelle de la culture et du département). Lorsque ces émissions pourront être prises en compte, elles seront intégrées dans le calcul de FE_référence. Le calcul des facteurs d’émission pour chaque culture (FE_j) tiendra compte de la part d’urée apportée sur la culture.

7 Suivi

Facteurs par défaut

Paramètre :	Pouvoir de réchauffement global du protoxyde d’azote (N ₂ O)
Symbole :	PRG _{N2O}
Unité :	tCO ₂ e/tN ₂ O
Source à utiliser :	CCNUCC
Valeur à appliquer :	310 (définition du GIEC de 1995 selon les décisions prises à ce jour par la conférence des parties).

Paramètres à fixer au début du projet

Le porteur de projet sera chargé de centraliser les différents paramètres à fixer en début de projet.

Trois paramètres seront à collecter en début de projet :

- l’assolement pour les départements concernés par le projet,
- la dose d’azote moyenne apportée sur les cultures de la région (dose d’azote moyenne par culture),
- la proportion d’azote uréique apporté sur les cultures du territoire du porteur de projet par rapport aux autres formes (hors champ pour l’instant car période Kyoto).

Paramètre :	Assolement pour les départements concernés par le projet
Symbole :	Frac_S_Ref _j
Unité :	% part de chaque culture j dans la sole des départements concernés
Fréquence de suivi :	Cette donnée est récupérée une fois, pour les 3 années précédant la mise en place du projet. Une moyenne est réalisée sur ces 3 années. Le scénario de référence est ensuite considéré comme fixe pour la durée du projet.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ces paramètres sont à récupérer dans les données Agreste de la Statistique Agricole Annuelle. Ces données sont mises à jour annuellement. La granulométrie de la donnée est à l’échelle du département. Ces données seront récupérées pour les départements faisant partie du périmètre géographique du projet.

Paramètre :	Dose d'azote minéral moyenne apportée sur chaque culture i de la région
Symbole :	Di
Unité :	Kg N / hectare
Fréquence de suivi :	Cette donnée est récupérée une fois, à la mise en place du projet, avec les dernières données en date.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ces paramètres sont à récupérer dans les données Agreste de l'enquête Pratiques Culturelles. Ces données sont mises à jour tous les 5 ans par le ministère de l'Agriculture. La granulométrie de la donnée est à l'échelle régionale. Ces données seront récupérées pour les régions faisant partie du périmètre géographique du projet. Pour les cultures hors champ de l'enquête, une fertilisation moyenne pondérée par les surfaces des cultures disponibles dans l'enquête sera utilisée.

Paramètre :	Dose d'azote organique moyenne apportée sur chaque culture i de la région
Symbole :	Dorgi
Unité :	Kg N / hectare
Fréquence de suivi :	Cette donnée est récupérée une fois, à la mise en place du projet, avec les dernières données en date.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ces paramètres ne figurent actuellement pas dans les résultats des enquêtes Agreste sur les Pratiques Culturelles. Ces données seront donc récupérées à l'aide des outils d'aide à la décision ou de traçabilité utilisés par les adhérents de la coopérative ou du porteur de projet. Dans le cas où l'outil ne permet pas de remonter et de traiter la donnée ou alors dans le cas où le porteur de projet n'utilise pas ce genre d'outil, Dorgi sera fixé à 0, ce qui aura pour effet de diminuer l'économie d'émission générée par l'activité de projet.

Paramètre :	Proportion d'azote uréique apporté sur les cultures du territoire de collecte du porteur de projet
Symbole :	Ur
Unité :	% d'urée
Fréquence de suivi :	Cette donnée est récupérée une fois, à la mise en place du projet, avec les dernières données en date.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ces paramètres sont à récupérer dans les données de fourniture d'engrais azotés fournies par l'UNIFA. La granulométrie de la donnée est à l'échelle départementale. Ces données seront récupérées pour les départements faisant partie du périmètre géographique du projet.

Paramètres à suivre au cours du projet

Le porteur de projet sera chargé de centraliser les différents paramètres à suivre au cours du projet pour chaque coopérative où le projet sera mis en place.

Deux paramètres seront à suivre :

- la surface totale couverte par le projet,
- l'assolement de l'intégralité des surfaces des exploitations participant au projet,

Paramètre :	Surface totale couverte par le projet.
Symbole :	$\sum_{k=1}^P S_Tot_k$
Unité :	Hectares.
Fréquence de suivi :	Annuelle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Cette surface correspond à la sole totale possédée par l'ensemble des exploitants agricoles participant au projet. Ce paramètre est à suivre auprès des agriculteurs. La pièce justificative servant pour ce paramètre est le document Cerfa « Déclaration des surfaces » (formulaire S2 jaune) de sa déclaration PAC dans lequel chaque agriculteur détaille annuellement le détail de son assolement. Cette pièce justificative est disponible auprès des agriculteurs dès le mois de mai de l'année n+1 pour la campagne agricole [n ; n+1]. Le porteur de projet conservera toutes les pièces justificatives justifiant les surfaces reportées.

Paramètre :	Assolement de l'intégralité des surfaces des exploitations participant au projet
Symbole :	Frac_S_Projet _i
Unité :	% (part de chaque culture i dans la sole des exploitations concernées)
Fréquence de suivi :	annuelle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Ce paramètre est à suivre auprès des agriculteurs. La pièce justificative servant pour ce paramètre est le document Cerfa « Déclaration des surfaces » (formulaire S2 jaune) de sa déclaration PAC dans lequel chaque agriculteur détaille annuellement le détail de son assolement. Cette pièce justificative est disponible auprès des agriculteurs dès le mois de mai de l'année n+1 pour la campagne agricole [n ; n+1]. Le porteur de projet conservera toutes les pièces justificatives justifiant les surfaces reportées.

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

La méthodologie d'estimation des émissions évitées est présentée en partie 6. Les réductions d'émissions consécutives à la mise en œuvre de l'activité de projet pourront être comptabilisées dans les inventaires d'émissions nationaux seulement si les paramètres de suivi présentés en partie 7 sont fournis annuellement au CITEPA, et que la collecte et la transmission des données sont réalisées dans le respect des procédures Qualité. Les facteurs d'émissions choisis (ainsi que la justification de ce choix) pour estimer les émissions de N₂O (cf. partie 6) des cultures de légumineuses devront aussi être transmis au CITEPA.

La méthodologie d'inventaire sera, dans les prochaines années, très certainement sujette à des modifications visant à améliorer la qualité des estimations. Ainsi, il est possible que la liste de paramètres requis pour garantir une bonne compatibilité avec les inventaires évolue rapidement, selon les modifications qui seront apportées aux méthodologies des inventaires annuels d'émissions.

9 Plan de surveillance

Le porteur de projet devra établir un plan de surveillance indiquant les responsabilités des différents acteurs du projet et les paramètres à suivre et à vérifier au cours du projet. Ce plan de surveillance pourra être intégré au Service Qualité des acteurs du projet et devra détailler les procédures de contrôle et d'assurance de la qualité mises en place dans le cadre du suivi du projet et de la remontée de toutes les données nécessaires à l'intégration des réductions d'émissions dans les inventaires nationaux d'émissions réalisés par le CITEPA.

10 Validité de la méthodologie

Après fin 2012, la méthodologie sera revue en fonction des premiers retours et des évolutions du contexte national et international.

Références bibliographiques

[1] AGRESTE, Données en ligne de la Statistique Agricole Annuelle (SAA), de l'enquête Teruti-Lucas sur l'utilisation du territoire (2006-2007-2008) et de l'enquête Pratiques Culturelles 2006, disponibles sur :

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/page-d-accueil/article/donnees-en-ligne>

[2] Carrouée B. (UNIP), 2004, Protéagineux – Optimisation des assolements : l'intérêt économique des rotations diversifiées, Perspective Agricole n° 303, Juillet 2004, p12.

[3] Cavailles E., Décembre 2009, La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux ? Rapport du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD).

[4] CITEPA, Février 2010, Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques en France (OMINEA), 7^{ème} édition.

[5] De Klein C., Novoa R.S.A., Ogle S., Smith K.A., Rochette P., Wirth T.C., McConkey B.G., Mosier A., Rypdal K., 2006, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Vol 4 – Chap 11 : Emissions de N₂O des sols gérés et émissions de CO₂ dues au chaulage et à l'application d'urée. GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), 2006, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Chapitre 11 : Emissions de N₂O des sols gérés et émissions de CO₂ dues au chaulage et à l'application d'urée.

[6] Justes E., Nicolardot B., Thiébeau P. (INRA), 2001, Après un retournement de luzerne : de l'azote pendant deux ans, Perspective Agricole n° 264, Janvier 2001, p22.

Annexe 1 – Exemple d’application de la méthodologie

Coopérative agricole Sèvre et Belle

A. Préambule : Description des scénarios

Scénario de la situation actuelle

Pour leur croissance, les végétaux ont besoin d’un apport en certains éléments minéraux, principalement de l’azote, du phosphore et du potassium. La plupart des plantes consomment l’azote dont elles ont besoin pour leur croissance en puisant dans le stock d’azote du sol. Ce stock est réapprovisionné par l’agriculteur via la fertilisation azotée. L’élément azote est donc un facteur de production en agriculture sur lequel les agriculteurs ont une action directe.

Les légumineuses constituent un groupe de végétaux qui ont la capacité de s’associer à une bactérie qui leur permet de puiser une partie de l’azote nécessaire à leur croissance dans l’atmosphère. On parle alors d’azote fixé par la plante. Ainsi, les légumineuses n’ont pas besoin d’être fertilisées en azote par l’agriculteur. Les légumineuses les plus cultivées en France sont les féveroles, les fèves, le pois protéagineux, la luzerne, le lupin doux, le soja et la lentille.

Une partie de la fertilisation azotée en agriculture est réalisée à l’aide d’engrais de synthèse, encore appelés engrais minéraux. Or la production de ces engrais est consommatrice d’énergie fossile, principalement de gaz naturel, et donc émettrice de gaz à effet de serre. De plus certaines réactions de synthèse mises en jeu sont émettrices de N_2O . Cependant, le périmètre de ce projet étant national et certains engrais azotés étant produits à l’étranger, nous ne comptabiliserons pas les économies d’émissions sur la phase de production de l’engrais.

Ces engrais minéraux contribuent à l’enrichissement en azote réactif des milieux naturels, et donc sont contributeurs des réactions de nitrification dénitrification responsables des émissions de N_2O au champ.

L’insertion d’une légumineuse sur une parcelle permet d’éviter de fertiliser en azote, ce qui génère des économies potentielles en émissions de GES pour la phase de production de l’engrais, non comptabilisées dans ce projet. Les émissions au champ de N_2O doivent être comparées entre une fertilisation minérale et organique et des émissions dues à la présence de la légumineuse en place.

La coopérative Sèvre et Belle a son siège social situé dans le département des Deux-Sèvres (79). Son territoire de collecte est situé sur trois départements : les Deux-Sèvres, la Charente-Maritime (17) et la Charente (16). La région concernée par ce projet est Poitou-Charentes.

Scénario de référence

Le scénario de référence faisant foi à la date du dépôt de la méthodologie peut être basé sur les données suivantes, collectées à l'échelle des départements ou région (selon le type de données) couverts par le territoire de collecte de la coopérative concernée.

Construction de la variable Frac S Ref pour chacune des cultures du projet, pour chaque département :

Remarque de forme : les données AGRESTE de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) sont formalisées par année. Une campagne agricole étant à cheval sur deux années civiles, cette écriture peut prêter à confusion. L'écriture suivante a été choisie par AGRESTE : les données de SAA de l'année n correspondent à la campagne agricole [n ; n+1].

Selon les statistiques Agreste de 2008, les surfaces implantées dans les trois départements concernés par le territoire de collecte de la coopérative pour ces différentes cultures sont les suivantes :

Tableau 1 : Surfaces implantées (en hectares) dans les trois départements de la zone de collecte du porteur de projet

	Charente	Charente Maritime	Deux Sèvres	Total pour la zone de collecte de la coopérative
Blé tendre	64 500	96 500	107 590	268 590
Blé dur	4 000	17 700	6 240	27 940
Orge	19 800	34 900	18 620	73 320
Maïs	46 300	60 070	27 630	134 000
Colza	16 400	22 350	31 500	70 250
Tournesol	37 700	49 500	30 570	117 770
Soja	30	60	5	95
Féverole	120	130	220	470
Pois protéagineux	550	4950	1215	6715
Lupin doux	20	10	200	230
Luzerne	520	100	10	630

Selon la même série statistique, la surface totale en céréales, oléagineux et protéagineux sur chacun de ces départements est de 194 935 hectares pour la Charente, 289 410 hectares pour la Charente Maritime, et 236 415 hectares pour les Deux Sèvres.

On peut donc calculer la variable Frac_S_Ref pour chacune des cultures de l'assolement, pour chaque département. Les légumineuses sont regroupées dans une seule catégorie car elles ne sont pas différenciées par la suite pour le calcul des émissions de N₂O.

Tableau 2 : Valeurs de Frac_S Ref pour les différentes cultures du projet

	Charente	Charente Maritime	Deux Sèvres
Blé tendre	0,331	0,333	0,455
Blé dur	0,021	0,061	0,026
Orge	0,102	0,121	0,079
Maïs	0,238	0,208	0,117
Colza	0,084	0,077	0,133
Tournesol	0,193	0,171	0,129
Légumineuses	0,006	0,018	0,007
Autres	0,026	0,011	0,053

Les données de pratiques culturales n'étant pas détaillées pour toutes les cultures de l'inventaire de la statistique annuelle, nous avons créé la catégorie « autres » qui correspond aux cultures de l'assolement pour lesquelles nous ne disposons pas de données de pratiques culturales. Pour cette catégorie, la dose d'azote considérée dans le calcul est la moyenne des doses des autres cultures de l'assolement.

Construction de la variable FE pour chacune des cultures du projet :

Pour les cultures non légumineuses appartenant aux surfaces du projet, les FEi sont calculés pour chaque culture selon les méthodes d'inventaires, en vigueur lors de l'année du projet, qui prennent en compte les émissions liées à la fertilisation (minérale et organique), les émissions liées à l'oxydation des résidus de culture, ainsi que les émissions indirectes liées aux phénomènes de lixiviation et de volatilisation/redéposition de l'azote des fertilisants épandus. Le porteur de projet devra se référer à la méthodologie utilisée dans le dernier inventaire d'émissions réalisé par le CITEPA.

Selon le dernier inventaire CITEPA en date, les émissions seront divisées en plusieurs catégories qui correspondent à celles des inventaires actuels :

- Emissions provenant de l'épandage de fertilisants minéraux : on considère que 1,25 % du solde d'azote est émis sous forme de $\text{N-N}_2\text{O}$. Le terme « solde d'azote » correspond à la différence entre la dose d'azote apportée par l'agriculteur et la part de cet apport qui est volatilisée sous la forme de NH_3 . Le taux de volatilisation considéré est de 10% pour les engrais minéraux et 20% pour les engrais organiques.
- Emissions provenant de l'épandage des déjections animales (hors excréation pendant pâture) : on considère que 1,25 % du solde est volatilisé sous forme de $\text{N-N}_2\text{O}$
- Emissions provenant de la redéposition de NH_3 et NO_x : Le taux de volatilisation de NH_3 et de NO_x est de 10% pour les engrais minéraux et 20% pour les engrais d'origine animale. On considère que 1% de cet azote volatilisé est redéposé puis émis sous forme de $\text{N-N}_2\text{O}$.
- Emissions de N_2O provenant des eaux (lixiviation et ruissellement) : On considère que 30% de l'azote épandu (engrais synthétiques et déjections animales) est emporté dans les eaux. On considère que 2.5 % de cet azote sera ensuite volatilisé sous forme de $\text{N-N}_2\text{O}$.
- Emissions de N_2O provenant des résidus de culture : On considère que 1,25% de l'azote contenu dans les résidus de culture est émis sous forme de $\text{N-N}_2\text{O}$. Les valeurs

par défaut présentées dans le tableau suivant seront utilisées pour les calculs de cette annexe (source CITEPA) :

Tableau 3 : Références à utiliser par défaut pour la quantité d'azote à affecter aux résidus de culture

	Azote présent dans les résidus (Kg de N/ha)
Céréales (orge, blé, avoine, maïs, etc.).	31,30
Oléagineux	29,70

Ces valeurs par défaut tiennent compte d'un taux d'exportation moyen des résidus par culture. Si l'information est disponible, le porteur de projet devra faire remonter une donnée plus représentative de son territoire sur cet aspect (part des résidus exportés notamment). Dans ce cas il pourra remplacer cette valeur par défaut par sa propre donnée.

La granulométrie des données de pratiques culturales ne nous permet pas de calculer un FE à l'échelle du département. La granulométrie pour cette donnée est régionale. Les résultats de l'enquête Agreste² Pratiques Culturales de 2006 donne les valeurs suivantes pour les consommations d'engrais azotés minéraux sur les parcelles agricoles dans la région concernée par le projet (Poitou Charentes) :

Tableau 4 : Dose d'azote moyenne régionale apportée, par culture

Culture	Dose moyenne d'azote minéral apporté (kg N / ha)
Blé tendre	162
Blé dur	176
Orge	126
Maïs	174
Colza	163
Tournesol	56

Remarque : il n'existe pas de données régionales pour les pratiques de fertilisation en blé dur en Poitou Charentes, on considère donc une moyenne nationale pour ce critère.

Pour les cultures de légumineuses, les FEi devront être élaborés de manière précise, par exemple grâce à des mesures réalisées au champ dans le cadre de programmes scientifiques (ou des modèles qui en découlent). Ces FE issus de mesures devront être cohérents et adaptés aux caractéristiques du projet, et devront inclure, à minima, le N₂O émis pendant la culture mais aussi pendant l'interculture suivante. Pour le choix d'un FE approprié, le porteur de projet choisi de se baser sur un FE issu du projet CASDAR 7175 (Amélioration des performances économiques et environnementales des systèmes de culture avec pois, colza et blé). Ce projet permet à court terme d'obtenir des FE pour les légumineuses moins

² Réalisée par le Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche

incertains et plus représentatifs des conditions pédoclimatiques françaises que ceux proposés dans les lignes directrices du GIEC.

Le FE pour les légumineuses sera de 71,8 g de N-N₂O/ha/an.

Le FE proposé correspond aux émissions de N₂O sous culture de pois et à l'automne suivant. Il est issu d'essais au champ INRA à Grignon (limon argileux profond) en 2008, 2009 et 2010. Ces essais ont été réalisés grâce à des mesures de flux en chambre de captage à dates plus ou moins rapprochées et le cumul des émissions a été réalisé par interpolation linéaire entre chaque date (E de Chezelle / MH Jeuffroy et P. Cellier).

Tableau 5 : Détail du calcul pour la variable FE_i pour chaque culture, granulométrie régionale, selon la méthode d'inventaire national du CITEPA

	Emissions de N ₂ O dues à : (kg N-N ₂ O/ha)							Total (kg N-N ₂ O/ha)	Total (kg N ₂ O/ha)	FE _i
	Di	Dorgi	Fertilisation minérale	Fertilisation organique	Redéposition	Lessivage et ruissellement	Résidus de culture			
Blé tendre	162,0	8,2	1,8225	0,0820	0,1784	1,2765	0,3913	3,7506	5,894	1827,1
Blé dur	176,0	18,5	1,9800	0,1851	0,2130	1,4589	0,3913	4,2283	6,644	2059,8
Orge	126,0	21,2	1,4175	0,2123	0,1685	1,1042	0,3913	3,2937	5,176	1604,5
Maïs	174,0	104,1	1,9575	1,0414	0,3823	2,0861	0,3913	5,8585	9,206	2853,9
Colza	163,0	27,5	1,8338	0,2753	0,2181	1,4290	0,3713	4,1273	6,486	2010,6
Tournesol	56,0	80,9	0,6300	0,8093	0,2179	1,0270	0,3713	3,0554	4,801	1488,4
Légumineuses	-	-	-	-	-	-	-	0,0718	0,113	35,0
Autres	142,8	43,4	1,6069	0,4342	0,2297	1,3969	0,3913	4,0590	6,378	1977,3

La variable Dorgi est la dose d'azote organique moyenne sur les différentes cultures du projet. Cette variable est nécessaire pour le calcul des émissions de N₂O dues à la dénitrification des sols agricoles, mais n'est pas présentes dans les statistiques officielles Agreste. Les valeurs Dorgi pour les différentes cultures sont tirées des pratiques réelles des agriculteurs de la coopérative Sèvre et Belle utilisant l'outil d'aide à la décision Epiclès. Cet outil permet aux agriculteurs d'optimiser leur fertilisation azotée. Les valeurs Dorgi sont calculées sur un échantillon de parcelles de 9887 hectares.

La variable nécessaire pour le calcul des émissions du scénario de référence est :

$$FE_Reference = \sum_{j=1}^m (Frac_S_Ref_j \times FE_j)$$

FE Reference doit être calculé pour chaque département du projet.

Pour le département de la Charente, la valeur est la suivante :

$$FE\ Reference_{Charente} = 1996\ kg\ eq.CO_2/ha$$

Pour le département de la Charente Maritime, la valeur est la suivante :

$$FE\ Reference_{Charente\ Maritime} = 1953\ kg\ eq.CO_2/ha$$

Pour le département des Deux Sèvres, la valeur est la suivante :

$$FE\ Reference_{Deux\ S\evres} = 1912\ kg\ eq.CO_2/ha$$

Scénario de projet :

Par rapport au scénario de référence, le projet exposé propose un changement dans l'assolement de la zone de collecte de la coopérative par l'insertion de légumineuses dans les rotations de certains agriculteurs. L'insertion de ces légumineuses va avoir pour effet de diminuer les apports d'engrais azotés de l'agriculteur sur sa sole et donc de réduire les émissions de N₂O dues à la dénitrification des sols.

B. Description du projet

La coopérative Sèvre et Belle estime les surfaces additionnelles potentielles en légumineuses à 900 hectares sur son territoire de collecte. Les agriculteurs qui implantent des légumineuses et dont l'action est éligible au projet sont adhérents de la coopérative agricole.

Les données suivantes sont fictives, mais représentatives de ce qui pourrait se passer dans le cas de la mise en place réelle du projet dans la coopérative Sèvre et Belle :

Nous supposons que les formulaires de déclaration des surfaces de la déclaration PAC ont été collectés auprès des agriculteurs qui participent aux projets par l'introduction de légumineuses dans leurs rotations. Ces formulaires nous permettent de sommer les surfaces pour chaque culture, dans chaque département du projet, concernées par le projet. A partir de ces données, nous calculons les valeurs pour la variable *Frac_S_projet*. A noter que ces valeurs tiennent compte des 900 hectares de légumineuses implantées dans le cadre du projet.

Tableau 6 : détail des valeurs de *Frac_S_projet* pour les différentes cultures du projet

	Charente	Charente Maritime	Deux Sèvres
Blé tendre	0,324	0,329	0,449
Blé dur	0,014	0,057	0,020
Orge	0,095	0,116	0,072
Maïs	0,231	0,203	0,110
Colza	0,078	0,073	0,127
Tournesol	0,187	0,167	0,122
Légumineuses	0,045	0,045	0,045
Autres	0,026	0,011	0,053

La surface totale de cultures concernées par le projet est de 20 000 ha.

La variable nécessaire pour le calcul des émissions du scénario de référence est :

$$FE_Projet = \sum_{i=1}^n (\text{Frac_S_Projet}_i \times FE_i)$$

Les valeurs de FE_i sont les mêmes que celles calculées pour le scénario de référence.

Pour le département de la Charente, la valeur est la suivante :

$$FE \text{ Projet}_{\text{Charente}} = 1921 \text{ kg eq.CO}_2/\text{ha}$$

Pour le département de la Charente Maritime, la valeur est la suivante :

$$FE \text{ Projet}_{\text{Charente Maritime}} = 1901 \text{ kg eq.CO}_2/\text{ha}$$

Pour le département des Deux Sèvres, la valeur est la suivante :

$$FE \text{ Projet}_{\text{Deux Sèvres}} = 1838 \text{ kg eq.CO}_2/\text{ha}$$

On considèrera que le projet est couvert par les 3 départements cités ci-dessus. La répartition des surfaces du projet se fait selon la répartition suivante entre les 3 départements : 7 000 hectares de cultures en Charente, 7 000 hectares de cultures en Charente Maritime et 6 000 hectares dans les Deux Sèvres.

C. 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 N_2O dues à la dénitrification des sols agricoles.

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 des produits agricoles ou la détérioration des performances techniques des exploitations agricoles parties prenantes du projet.

L'effet sur d'autres critères d'impacts environnementaux :

De nombreux effets collatéraux positifs existent dans le cas de cette méthodologie. Par exemple, l'insertion de légumineuses dans les rotations agricoles permet de diminuer le recours aux engrais azotés qui participent aux émissions de N_2O des sols agricoles. Un des engrais azotés majoritairement utilisé en France, l'urée, est également à l'origine d'émissions de CO_2 au champ. En effet, la réaction d'hydrolyse de cette forme, qui a lieu après l'épandage, est émettrice de CO_2 . Ces émissions de CO_2 ainsi évitées par la moindre utilisation de cet engrais ne sont pour l'instant pas prises en compte dans cette méthodologie pour des raisons de compatibilité avec les inventaires d'émissions pendant la période Kyoto. En attendant de pouvoir l'être, ce phénomène peut toutefois être cité en effet collatéral positif de l'introduction de légumineuses dans les rotations agricoles.

Selon le rapport CGDD sur le plan de relance des légumineuses, l'introduction de légumineuses dans une rotation agricole de 5 ans permettraient de diminuer de 12 à 13% les consommations d'énergie non renouvelable par hectare et par an et de réduire jusqu'à 18% les émissions de gaz acidifiants.

Toujours selon le rapport du CGDD sur le plan de relance des légumineuses : « la hausse des surfaces cultivées en légumineuses dans les terres arables ne devrait pas augmenter les risques de lixiviation des nitrates, à condition que les périodes d'interculture ainsi que la fertilisation à l'échelle de la rotation soient correctement gérées. Et à plus long terme, on peut supposer que la culture des légumineuses en contribuant à la réduction des quantités d'azote minéral utilisées par les systèmes de production agricole, pourrait permettre de diminuer les risques de lixiviation des nitrates. » La coopérative Sèvre et Belle met à disposition de ses adhérents les outils, services et compétences nécessaires pour un pilotage efficace de la fertilisation azotée.

Enfin la diversification des rotations permet également de profiter d'avantages agronomiques.

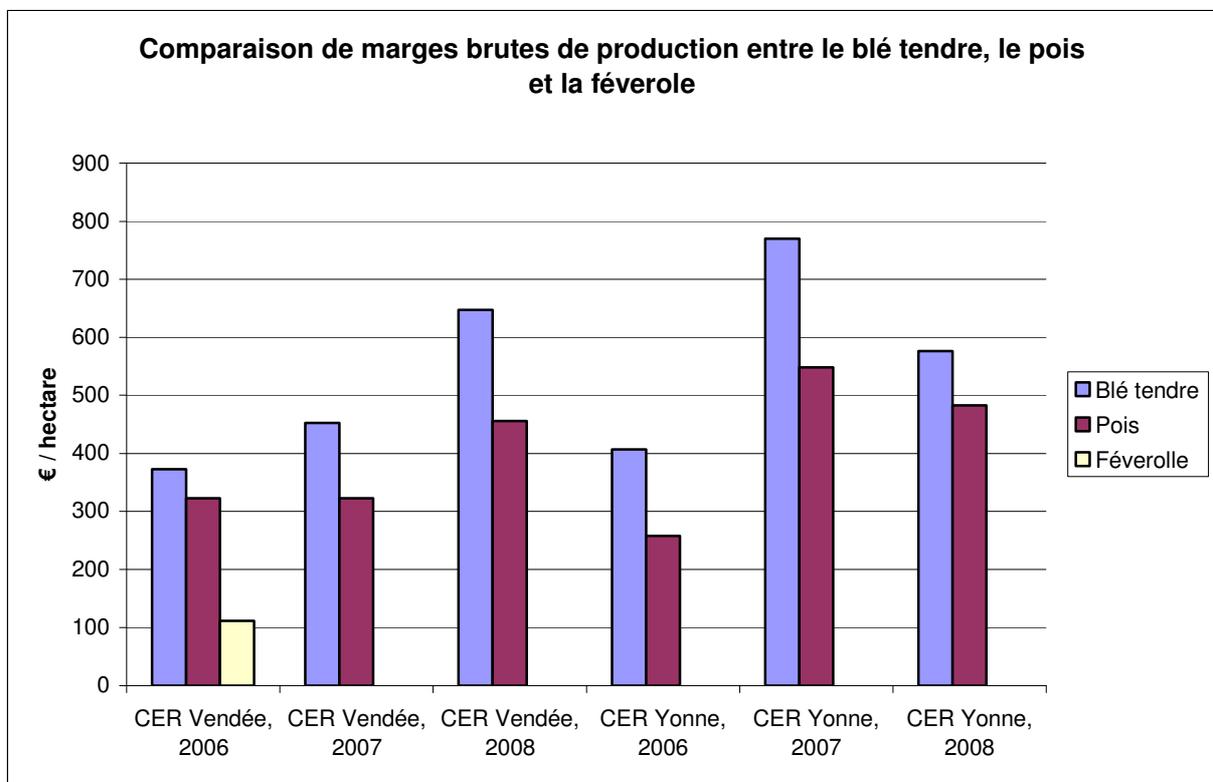
L'insertion de légumineuses dans les rotations permet d'introduire une nouvelle famille de plantes dans des rotations qui peuvent être assez peu diversifiées. Cette introduction peut jouer un rôle de rupture des cycles de ravageurs des cultures, et ainsi permettre une diminution de la pression maladie et donc une diminution de la pression phytosanitaire. Cet argument est également cité dans le rapport CGDD [3]. De plus les légumineuses telles que le pois ou encore la luzerne ont effet couvrant du sol assez fort, ce qui a pour effet bénéfique de limiter la croissance des adventices.

Egalement cité dans le rapport CGDD [3], l'effet bénéfique des légumineuses sur la qualité et la fertilité des sols est important. En effet, les légumineuses favorisent le développement de la microfaune du sol et de la microflore fongique du sol, grâce au système symbiotique et au système racinaire de ces cultures. De plus les résidus de légumineuses apportent des quantités d'humus au sol non négligeables, ce qui accroît la structure et la fertilité des sols agricoles.

Enfin, les légumineuses ont un effet bénéfique sur la biodiversité. Elles favorisent la survie de la faune sauvage selon le rapport CGDD [3]. Par exemple, des plans d'action sont actuellement mis en place pour limiter l'érosion des populations de grand hamster d'Alsace. Une des mesures préconisées est l'implantation de luzerne dans les zones concernées car cette culture est reconnue comme un habitat favorable au développement de cette espèce. Autre exemple, les légumineuses sont des espèces mellifères, elles favorisent donc le développement des populations de pollinisateurs. Elles permettent de compléter les pics de floraison des autres espèces mellifères cultivées (tournesol, colza)...

D. Additionalité

Une première barrière à l'implantation de légumineuses dans les campagnes françaises est le manque de compétitivité économique de ces cultures par rapport à d'autres telles que les céréales à paille. Le graphique ci-dessous reprend des données des CER de Vendée et de l'Yonne. Les CER constituent le 1^{er} réseau associatif de conseil et d'expertise comptable. Certains CER départementaux publient annuellement des données de marges brutes par culture de vente pour les exploitations agricoles faisant partie de leur réseau. Ce graphique présente les marges brutes de production pour le blé tendre, le pois pour les deux départements et 3 années et la féverolle pour une année et un département. Les marges brutes présentées pour le pois sont plus faibles que celles du blé tendre, quelle que soit l'année de production et le département considéré.



Le rapport du CGDD [3] donne également quelques éléments de comparaison de marges de pois avec d'autres cultures fréquemment rencontrées dans les assolements français.

Tableau 7 : différence de marges entre le pois et différentes cultures [3]

Différentiel de marge pois par culture (€/ha)	INRA, année 2006, France	UNIP, Eure et Loir		
		Année 2006	Moyenne prix bas (2004-2006)	Moyenne prix haut (2007-2008)
Colza	- 61	- 60	- 147	- 193
Blé tendre	- 266	- 238	- 187	- 287
Orge printemps	- 90	- 312	- 213	- 433
Orge hiver	48	/	/	/

Les valeurs données dans le rapport du CGDD amènent à la même conclusion que précédemment : produire du pois est moins rentable pour l'agriculteur que produire une autre culture. Dans l'annexe suivante est présentée une analyse financière détaillée du projet considéré.

De plus, de par la prise en compte de l'arrière effet des légumineuses sur la culture suivante (cf. explication page 15), les résultats de comparaison de marges brutes à l'échelle temporelle de la rotation sont légèrement moins creusés en défaveur des rotations comprenant du pois. Cependant, l'arrière effet ne suffit pas à compenser les écarts de marge entre les deux systèmes et surtout, la volatilité interannuelle des prix des matières premières agricoles et des intrants agricoles pousse les agriculteurs à raisonner de plus en plus leur choix de culture année par année et non à l'échelle d'une rotation complète. Ainsi la préférence pour le présent aura pour effet de favoriser des cultures rentables telles que le blé tendre par rapport à des légumineuses.

Cette barrière économique a été en partie levée par la prime protéagineux et l'aide supplémentaire aux protéagineux, mises en place respectivement en 2005 et 2010. La prime protéagineux n'est valable que pour le pois, la féverole et le lupin doux, elle est de 55,57€ par hectare et disparaîtra en 2012. L'aide supplémentaire est cumulable avec la prime protéagineux, elle est valable pour le pois, la féverole, le lupin doux et les légumineuses fourragères nouvellement implantées (hors luzerne de déshydratation). Son montant n'est pas fixe puisqu'il s'agit d'une enveloppe globale de 40 millions d'euros à partager entre toutes les surfaces éligibles. A partir d'estimations prospectives des surfaces de légumineuses, un montant indicatif a été avancé pour cette aide : 150€/ha en 2010, 125€/ha en 2011 et 100€/ha en 2012. Nous n'avons aucune visibilité sur le maintien de cette aide après 2012.

Même si ces deux mécanismes d'aide peuvent relativiser la barrière économique de l'implantation de légumineuses, elles ne suffisent pas à la lever complètement. En effet, nous n'avons aucune visibilité à moyen terme de l'évolution de ces dispositifs, le frein économique ressenti au niveau de la filière n'est donc pas levé. De plus l'aide supplémentaire est plafonnée à 40 millions d'euros, ce qui signifie que si les surfaces en légumineuses en France sont multipliées par trois, la prime sera également divisée par trois, ce qui pourrait la réduire à un niveau tel qu'elle n'aurait alors plus d'effet sur la décision de l'agriculteur.

Une seconde barrière économique se situe elle non pas au niveau de l'agriculteur mais de l'organisme stockeur. En effet l'un des raisons majeures expliquant la difficulté à redynamiser ces filières réside dans le volume si faible de légumineuses produites qu'il atteint un niveau critique.

Le volume de production, à l'échelle d'une coopérative, est tombé à un niveau si faible qu'il est aujourd'hui impossible de saturer des outils logistique et de stockage dédiés aux légumineuses ce qui renchérit significativement le coût de leur stockage.

On considère que le coût de stockage d'une céréale ou d'un protéagineux varie de 8 à 10€/t en fonction du type de cellule de stockage. Or, en prenant l'hypothèse que la collecte accessible de pois ou de féveroles par exemple ne me permet que de remplir à 50% une cellule de stockage, le coût de stockage monte alors entre 14 et 18€/t selon le type de cellule. Ce phénomène explique en bonne partie le désintéret actuel des organismes stockeurs pour les légumineuses.

Les barrières à la mise en place du projet qui ne sont pas d'ordre économique :

Les barrières à ce projet peuvent être structurelles. En effet, les niveaux de production de légumineuses en France sont tombés tellement bas du fait de la disparition des surfaces, que les filières de collecte et de valorisation de ces produits se sont totalement désorganisées.

Le *plan protéines végétales* porté par le ministère de l'agriculture a permis un redressement de la décroissance de surfaces en légumineuses (cf. figure 1, partie 4) mais les volumes de production restent très largement insuffisants pour permettre une redynamisation des filières de valorisation de ces productions.

En effet, un organisme stockeur ne peut pas se permettre de bloquer un silo de stockage pour des volumes de collecte trop faibles. De même, les fabricants d'aliments du bétail, pour des raisons de stabilité de leurs fournisseurs et de référencement de leurs matières premières ne sont pas toujours intéressés par les petits volumes, qui plus est incertains, représentés à l'heure actuelle par les protéines végétales métropolitaines. Ainsi la relance d'une filière légumineuses en France passera par un effort considérable à faire au niveau de l'aval agricole, à qui il incombe de reconstruire une filière de valorisation des légumineuses métropolitaines. Par ses positionnements d'organismes stockeurs, d'organismes de filières, de fabricants d'aliments du bétail tout à la fois, le milieu coopératif agricole est idéalement positionné pour être partie prenante de ce mouvement.

Une autre barrière non économique : le problème de la gestion de la pression parasitaire. En effet, les légumineuses, et notamment le pois, sont sensibles à un parasite difficilement maîtrisable avec les moyens techniques actuels : l'aphanomyces. Ce champignon est apparu récemment en France, il n'existe pas de traitement efficace contre ce parasite du pois. La solution semblerait plutôt venir du côté de la génétique, avec le souci de la rareté des structures de sélection en pois, du fait toujours de la faiblesse en volumes de ce marché.

Annexe 2.1 : Analyse financière du projet présenté en annexe 1 **(centrée agriculteur)**

A. Rappel de la description du projet

Dans la continuité de l'annexe 1, l'analyse explicitée ci-dessous détaille la partie financière du projet fictif présenté ci avant. Pour mémoire, il s'agit de la coopérative Sèvre et Belle qui estime les surfaces additionnelles potentielles en légumineuses à 900 hectares sur son territoire de collecte pour la campagne agricole 2011-2012. Les agriculteurs qui implantent des légumineuses et dont l'action est éligible au projet sont adhérents de la coopérative agricole.

B. Tableau du solde du projet fictif

Pour le calcul du solde du projet, nous nous basons sur les données fournies par le rapport CGDD [3], qui figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8 : Différentiel de marge entre le pois et les grandes cultures

Différentiel de marge pois par culture (€/ha)	INRA, année 2006, France	UNIP, Eure et Loir		
		Année 2006	Moyenne prix bas (2004-2006)	Moyenne prix haut (2007-2008)
Colza	- 61	- 60	- 147	- 193
Blé tendre	- 266	- 238	- 187	- 287
Orge printemps	- 90	- 312	- 213	- 433

Selon la valeur de la variable $Frac_S_projet$ pour chacune des cultures et pour chaque département du projet, un écart de marge moyen par hectare pour la zone d'étude est calculé. Pour les cultures pour laquelle nous ne disposons pas des valeurs d'écart de marge, nous utilisons une moyenne entre colza, blé et orge.

Cet écart de marge moyen est appelé EMM, il est exprimé en €/ha.

Ainsi pour le projet de Sèvre et Belle, $EMM(\text{Charente}) = -165 \text{ €/ha}$

$EMM(\text{Charente Maritime}) = -165,4 \text{ €/ha}$

$EMM(\text{Deux Sèvres}) = -174,2 \text{ €/ha}$

En tenant compte de l'arrière effet des légumineuses, cet écart de marge est diminué de l'économie réalisée par la sous-fertilisation de 35 unités en moyenne pour la culture suivante. En prenant un prix moyen de l'unité de N à 0.56€/unité (moyenne sur 8 ans pour les trois formes les plus couramment utilisées), on a une économie potentielle de 19,6 €/ha due à l'arrière effet. On tient compte de l'arrière effet dans la suite des calculs.

On peut ensuite calculer la valeur du solde sans URE pour le scénario de projet en multipliant la valeur EMM de chaque département par la surface concernée par le projet au

sein de chaque département. Nous ferons ici l'hypothèse que les surfaces de légumineuses éligibles au projet sont réparties de façon homogène entre les trois départements, soit 300 hectares pour chacun.

Tableau 9 : tableau du solde du projet (sans aides)

	Scénario de référence	Scénario de projet
Solde (sans primes et sans URE)	0 €	$(-165 + 19,6) * 300 + (-165,4 + 19,6) * 300 + (-174,2 + 19,6) * 300 = -133\,740 \text{ €}$

Ainsi dans le tableau ci-dessus nous pouvons voir que financièrement le projet n'est pas viable.

Les légumineuses implantées dans le cadre de ce projet peuvent bénéficier du système d'aide aux protéagineux (hors luzerne, nous considérerons ici que les légumineuses implantées sont du pois). La prime protéagineux s'élève à 55,57 €/ha à laquelle il faut ajouter l'aide supplémentaire, qui s'élevait en 2010 à 100€ de l'hectare.

Tableau 10 : tableau du solde du projet (avec aides)

	Scénario de référence	Scénario de projet
Solde (sans URE)	0 €	$(-165 + 19,6) * 300 + (-165,4 + 19,6) * 300 + (-174,2 + 19,6) * 300 + (55,57 + 100) * 900 = 6273$

C. Tableau du calcul des réductions d'émissions

Pour mémoire, le tableau ci-dessous, rappelle les valeurs des variables nécessaires pour le calcul des réductions d'émissions. Les émissions de N₂O ont été calculées à l'aide de la formule présentée en partie 6 de la méthodologie de réduction d'émission de N₂O dues à la dénitrification des sols agricoles par l'insertion de légumineuse dans les rotations agricoles (le détail du calcul est présenté en annexe 1).

La granulométrie est le département, il s'agit en fait d'appliquer ces valeurs pour chaque département.

Tableau 11 : Variables nécessaires pour le calcul des réductions d'émissions permises par le projet

	Charente	Charente Maritime	Deux Sèvres
FE Projet (kg eq.CO ₂ /ha)	1921	1901	1838
FE Reference (kg eq.CO ₂ /ha)	1996	1953	1912
S_tot (ha)	7 000	7 000	6 000

On applique ensuite la formule suivante aux 3 départements du projet :

$$\text{Emissions évitées} = \sum_{k=1}^p S_Tot_k \times (FE_Projet - FE_Reference_k)$$

$$\begin{aligned} \text{D'où émissions évitées} &= 7\,000 \times (1921 - 1996) + 7\,000 \times (1901 - 1953) + 6\,000 \times (1838 - 1912) \\ &= -1\,331\,394 \text{ kg eq.CO}_2 \end{aligned}$$

D. Tableau des URE et équilibre du projet

En prenant l'hypothèse que la valorisation serait de 10 € par tonne de réduction d'émissions de CO₂ équivalent vérifiée, nous pouvons calculer le solde avec attribution de ces URE pour ce projet concernant la coopérative Sèvre et Belle.

De plus, les légumineuses implantées dans le cadre de ce projet peuvent bénéficier du système d'aide aux protéagineux (hors luzerne, nous considérerons ici que les légumineuses implantées sont du pois). La prime protéagineux s'élève à 55,57 €/ha à laquelle il faut ajouter l'aide supplémentaire, qui s'élevait en 2010 à 100€ de l'hectare.

De plus, on tient compte dans le calcul du solde, du taux de réfaction appliqué par l'Etat : seul 90% du montant des URE sera distribué au porteur de projet.

Tableau 12 : Montant des URE et équilibre du projet

URE (€)	€ / projet	€/ha de légumineuses
Scénario de projet	13 314	14,8
Solde avec URE et avec primes	2,17 * 900 = 1953	-148,6 + 55,57 + 100 + 0,9 * 14,8 = 20,29

L'attribution d'URE, associée aux aides PAC existant sur ces cultures, entraîne la viabilité financière du projet.

E. Utilisation du revenu des URE

Le revenu des URE profitera à l'agriculteur afin de compenser une partie du différentiel de marge entre les grandes cultures et les légumineuses. Les URE pourront être reversées directement à l'agriculteur ou bien indirectement via par exemple des réductions sur l'achat de semences de légumineuses auprès du porteur de projet.

Annexe 2.2 : Analyse financière du projet présenté en annexe 1 **(centrée organisme stockeur)**

A. Rappel de la description du projet

Dans la continuité de l'annexe 1, l'analyse explicitée ci-dessous détaille la partie financière du projet fictif présenté ci avant. Pour mémoire, il s'agit de la coopérative Sèvre et Belle qui estime les surfaces additionnelles potentielles en légumineuses à 900 hectares sur son territoire de collecte pour la campagne agricole 2011-2012. Les agriculteurs qui implantent des légumineuses et dont l'action est éligible au projet sont adhérents de la coopérative agricole.

B. Tableau du solde du projet fictif

Pour le calcul du solde du projet, nous nous basons sur des données à dire d'expert (source : InVivo) qui figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Détail des données utilisées pour le calcul du différentiel de coût de stockage

coût d'une cellule de stockage		durée d'amortissement	coût stockage		
			saturation 100%	saturation 75%	saturation 50%
min	100 €/t	30 ans	8€/t	11€/t	14€/t
max	350 €/t	30 ans	10€/t	14€/t	18€/t

Connaissant les différentes légumineuses concernées par l'activité de projet et les rendements moyens associés, on considère une production de 3,6 t/ha en moyenne. Ce niveau de rendement, associé à la surface concernée par l'activité de projet (900ha) représente un volume de collecte de 3 240 tonnes de légumineuses ($900 \times 3,6 = 3\,240$) pour l'ensemble du projet.

Dans le cas de cette analyse financière centrée sur l'organisme stockeur, pour le scénario de référence, on considère que l'organisme stocke des matières premières qui ne présentent pas de déficiences au niveau de l'approvisionnement. C'est-à-dire que la filière fonctionne avec des céréales à pailles couramment cultivées (blé, orge) ainsi que des oléagineux (colza et tournesol principalement), sans problématique de remplissage insuffisant des cellules de stockage. On considère donc un taux de saturation de 100%. Cette hypothèse est tout à fait réaliste dans le cas d'un silo bien géré.

Dans le cas du scénario de projet, les légumineuses ne correspondent pas à cette hypothèse de filière sans problématique de remplissage insuffisant des cellules. Au contraire, de par les faibles volumes concernés actuellement en France, la filière des légumineuses est directement confrontée à des problèmes de remplissage des cellules de stockage dans les organismes stockeurs. Nous considérerons donc un taux de saturation de 50% dans le cas du scénario de projet.

On calcule donc une valeur d'écart de coût de stockage entre le scénario de référence et le scénario de projet. Cette variable est appelée ECS. Elle est exprimée en € par tonne de légumineuse stockée.

$$ECS = 8 - 14 = -6 \text{ €/tonne}$$

On peut ensuite calculer la valeur du solde sans URE pour le scénario de projet en multipliant la valeur ECS par le volume de collecte concerné par le projet.

Tableau 14 : tableau du solde du projet

	Scénario de référence	Scénario de projet
Solde (sans URE)	0 €	- 6 * 3240 = - 19 440

Ainsi dans le tableau ci-dessus nous pouvons voir que financièrement le projet n'est pas viable pour l'organisme stockeur qui devrait collecter des légumineuses pour le compte de ses agriculteurs adhérents.

C. Tableau du calcul des réductions d'émissions

Pour mémoire, le tableau ci-dessous, rappelle les valeurs des variables nécessaires pour le calcul des réductions d'émissions. Les émissions de N₂O ont été calculées à l'aide de la formule présentée en partie 6 de la méthodologie de réduction d'émission de N₂O dues à la dénitrification des sols agricoles par l'insertion de légumineuse dans les rotations agricoles (le détail du calcul est présenté en annexe 1).

La granulométrie est le département, il s'agit en fait d'appliquer ces valeurs pour chaque département.

Tableau 15 : Variables nécessaires pour le calcul des réductions d'émissions permises par le projet

	Charente	Charente Maritime	Deux Sèvres
FE Projet (kg eq.CO ₂ /ha)	1921	1901	1838
FE Refence (kg eq.CO ₂ /ha)	1996	1953	1912
S_tot (ha)	7 000	7 000	6 000

On applique ensuite la formule suivante aux 3 départements du projet :

$$\text{Emissions évitées} = \sum_{k=1}^p S_{\text{Tot}_k} \times (FE_{\text{Projet}} - FE_{\text{Reference}_k})$$

$$\begin{aligned} \text{D'où émissions évitées} &= 7\,000 \times (1921 - 1996) + 7\,000 \times (1901 - 1953) + 6\,000 \times (1838 - 1912) \\ &= - 1\,331\,394 \text{ kg eq.CO}_2 \end{aligned}$$

D. Tableau des URE et équilibre du projet

En prenant l'hypothèse que la valorisation serait de 10 € par tonne de réduction d'émissions de CO2 équivalent vérifiée, nous pouvons calculer le solde avec attribution de ces URE pour ce projet concernant la coopérative Sèvre et Belle.

De plus, on tient compte dans le calcul du solde, du taux de réfaction appliqué par l'Etat : seul 90% du montant des URE sera distribué au porteur de projet.

Tableau 16 : Montant des URE et équilibre du projet

URE (€)	€ / projet	€/ha de légumineuses
Scénario de projet	13 314	14,8
Solde avec URE et avec primes	$-8.28 * 900 = - 7452$	$-6*3,6 + 0.9 * 14,8 = - 8.28$

L'attribution d'URE permet de diminuer l'écart de rentabilité entre le projet de référence et le projet de scénario à un niveau plus acceptable par l'organisme stockeur.

E. Utilisation du revenu des URE

Comme soulevé dans la description générale de cette méthodologie, des barrières structurelles existent en France qui limitent l'insertion de légumineuses dans les rotations. En effet, un organisme stockeur utilisateur de légumineuses en alimentation animale par exemple, mais cet argument est valable quelle que soit la filière de destination considérée pour ces légumineuses, se heurte à une problématique de dimensionnement de la filière. Les tonnages produits sont tombés tellement bas pour ce type de production qu'un OS ne peut se permettre de bloquer un silo pour une matière première qui ne permet pas un approvisionnement conséquent. Cet effet est visible dans l'analyse financière du projet sans attribution d'URE.

Les URE seront donc versés à l'organisme stockeur prenant en charge la récolte des hectares concernés par le projet. Les URE serviront à compenser la hausse du coût de stockage de la collecte de ces matières premières agricoles.

Annexe 3 : Plan de surveillance et de contrôle du projet fictif

La coopérative Sèvre et Belle doit établir un plan de surveillance indiquant les responsabilités des différents acteurs du projet et les paramètres à suivre et à vérifier au cours du projet. Ce plan de surveillance est intégré au service Qualité des acteurs du projet.

Voici un exemple de tableau à remplir par la coopérative, qui sert de plan de surveillance de l'opération.

Paramètre	Symbole	Unité	Fréquence d'enregistrement	Mesuré (m), calculé (c), estimé (e)	Méthode de collecte	Collecteur	Valeur
Assolement pour les départements concernés par le projet	Frac_S_Ref	% part de chaque culture j dans la sole des départements concernés	Une fois en début de projet, pour les 3 années précédant la mise en place du projet.	m	Donnée collectée dans les données Agreste de la Statistique agricole	Coopérative	Cf tableau 1 annexe 1
Surface totale couverte par le projet, au sein de chaque département	$\sum_{k=1}^P$ S_Tot _k	ha	annuelle	m	Formulaires S2 jaune	Coopérative	7000 ha pour la Charente, 7000 ha pour la Charente Maritime et 6000 ha pour les Deux Sèvres
Assolement de l'intégralité des surfaces des exploitations participant au projet, par département	Frac_S_Projet	% (part de chaque culture i dans la sole des exploitations concernées)	annuelle	m	Formulaire S2 jaune	Coopérative	Cf tableau 4 annexe 1
Dose d'azote organique moyenne apportée sur chaque culture	Dorgi	Kg N / hectare	Une fois en début de projet	m	Traitement de bases de données des outils d'aide à la décision ou de traçabilité utilisés par les adhérents de la coopérative ou du porteur	Coopérative	Cf annexe 1 tableau 3

					de projet. Dans le cas où l'outil ne permet pas de remonter et de traiter la donnée ou alors dans le cas où le porteur de projet n'utilise pas ce genre d'outil, Dorgi sera fixé à 0, ce qui aura pour effet de diminuer l'économie d'émission générée par l'activité de projet.		
Dose d'azote minéral moyenne apportée sur chaque culture i de la région	Di	Kg N / hectare	Une fois en début de projet	m	Donnée collectée dans les données Agreste	Coopérative	Cf annexe 1 tableau 3