



SOLAGRO

Initiatives pour l'Energie, l'Environnement, l'Agriculture

Association Loi 1901
75, voie du TOEC - 31076 TOULOUSE Cedex 03
☎ 33 (0)5 67 69 69 69 - Fax 33 (0)5 67 69 69 00
E-mail : solagro@solagro.asso.fr

Plan Climat 2003

Groupe Agriculture – Forêt – Produits dérivés

12 propositions pour lutter contre le changement climatique dans le secteur de l'agriculture

Contribution de SOLAGRO

Christian Couturier, Jean-Luc Bochu, Philippe Pointereau, Sylvain Doublet.

Version 7 du 7 Juillet 2003.

SOMMAIRE

RECAPITULATIF

RAPPEL DES PRINCIPALES DONNEES

1. CARBURANTS TRACTEURS	10
2. AUTRES ACTIONS DE MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE	13
3. ENERGIES RENOUVELABLES EN SUBSTITUTION AUX FOSSILES	16
4. CONSTRUCTION BOIS BÂTIMENTS AGRICOLES	18
5. MAINTIEN ET REDÉVELOPPEMENT DES HAIES ET BOISEMENTS LINÉAIRES	20
6. EQUILIBRE DU BILAN AZOTE	24
7. CO-DIGESTION	29
8. PRATIQUES CULTURALES	33
9. LÉGUMINEUSES	35
10. PROTÉAGINEUX	38
11. RÉORIENTER LES PRODUCTIONS AGRICOLES AU PROFIT DES CULTURES	40
12. SUIVI ET ÉVALUATION DES POLITIQUES, RÉFORME DES SYSTÈMES D'AIDES	41
13. BIBLIOGRAPHIE	43
14. LES FAUSSES « BONNES SOLUTIONS »	45

Introduction

Ces propositions ont été élaborées par l'association SOLAGRO dans le cadre de la définition du Plan Climat 2003, à la demande de l'ADEME.

Il s'agit de mesures destinées à lutter contre le changement climatique dans le domaine de l'agriculture. Elles ont été présentées au groupe Agriculture – Forêt – Produits dérivés piloté par la MIES (Mission Interministérielle Effet de Serre) du 22 Mai 2003.

Avertissement : Les chiffres présentés ici sont provisoires et susceptibles d'être réactualisés.

Récapitulatif

	Carburant	Maîtrise énergie	Renouvelables	Bâtiments	Espaces boisés non forestiers	Bilan N	Méthanisation	Pratiques culturales	Légumineuses	Protéagineux	Réduction prod. Animales	TOTAL
ktCO2	393	175	335	458	2 479	2 825	4 059	585	327	2 232	0	13 868
ktCH4	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	344	0	0	0	208	552
ktN2O	0,0	0,0	0,0	0,0	1	69	8	0	3	17	1	99
CH4, ktéq.CO2	0	0	0	0	0	0	7 225	0	0	0	4 365	11 590
N2O, ktéq.CO2	0	0	0	0	282	21 321	2 400	0	884	5 177	302	33 636
Potentiel Mtéq.CO2	0,4	0,2	0,3	0,5	2,8	24,1	14,0	0,6	1,2	7,4	4,7	56
<i>ktep</i>	<i>131</i>	<i>96</i>	<i>134</i>	<i>0</i>	<i>876</i>	<i>1 360</i>	<i>2 508</i>	<i>195</i>	<i>158</i>	<i>1 074</i>	<i>0</i>	<i>6 531</i>
Dont 2010	0,4	0,2	0,1	0,2	2,1	7,2	2,8	0,6	1,2	7,4	2,3	24
Coût global net, €/téq.CO2	<0	<0	++	++	+	<0	+	<0	<0	<0	-	
Coût public apparent	5 à 25	5 à 25	25 à 50	>50	25 à 50	25 à 50	25 à 50	<5	<5	<5	<5	

Classement des mesures

Coût public apparent ->	Faible < 5 €/téc.CO2	Modéré 5 à 25 Euro/téc.CO2	Moyen 25 à 50 Euro/téc.CO2	Elevé > 50 €/téc.CO2
Consensuel (décisions étatiques, et bonne acceptabilité a priori par les acteurs concernés)	8 : Pratiques culturales 9 : Légumineuses [1,8 Mtéc.CO2] 10 : Protéagineux [7,4 Mtéc.CO2]	1 : Carburants 2 : Maîtrise de l'énergie 3 : Bois énergie [0,7 Mtéc.CO2]	3 : Solaire 5 : Espaces non forestiers 7 : Méthanisation [4,8 Mtéc.CO2]	4 : Construction bois [0,2 Mtéc.CO2]
Non consensuel (négociations internationales, ou difficultés de mise en œuvre, ou réticences a priori des acteurs concernés)	11 : Réorientations productions animales [2,3 Mtéc.CO2]	6 : Bilans azotés [7,2 Mtéc.CO2]		-

[Potentiel accessible horizon 2010, en Mtéc.CO2 par an].

Cadre

Répartition des émissions de GES en agriculture

		MteqCO ₂ /an				
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total	Total
Energie		10 *			10	10
Autres intrants (construction bâtiments, matériels...)		10 *		3 *	12	12
Engrais minéraux	Fabrication	7 *		7 *	14	27
	Epannage			12,7	13	
Animaux	Fermentations entériques		29,3		29	60
	Stockage déjections		14,3	3,0	17	
	Pâturage			5,9	6	
	Epannage effluents d'élevage			7,7	8	
Autres	Fixation symbiotique			2,3	2	23
	Résidus de cultures			3,0	3	
	Sols organiques cultivés			2,1	2	
	Lessivage nitrates			15,7	16	
		27	44	62	132	

Sources :

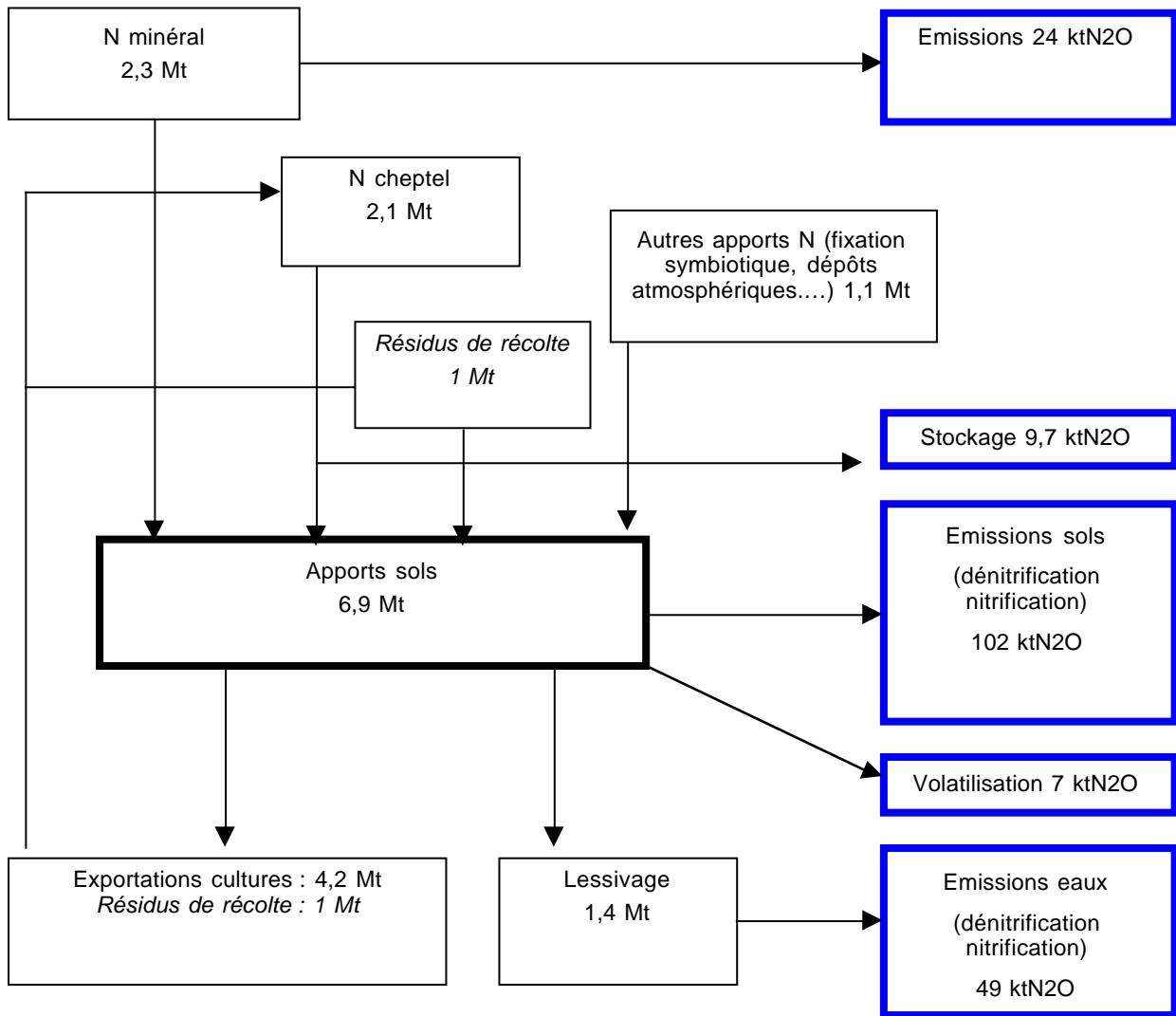
CITEPA, mise à jour décembre 2002 (document UNFCC_France_2002.pdf)

sauf (*) estimations SOLAGRO sur les émissions induites :

- par la combustion des énergies fossiles consommée sur les exploitations agricoles (fioul, gaz, part fossile de la consommation d'électricité...);
- par l'énergie indirecte dépensée pour la fourniture des autres intrants (bâtiments);
- par la fabrication des engrais minéraux : les émissions sont calculées sur la totalité de la consommation, mais la moitié seulement des engrais minéraux azotés sont fabriqués sur le territoire national. Le calcul tient compte des émissions directes (CO₂ émis par le gaz naturel utilisé pour la fabrication des engrais) et indirects (liées aux pertes et dépenses pour la fourniture de gaz, la construction des usines de fabrication, le transport et l'épandage des engrais).

Bilan simplifié (indicatif) des flux d'azote

Schéma simplifié des principaux flux d'azote et des émissions associées de N₂O.



Emissions de N2O dues à l'agriculture en France

Source : Mosier et al (1998), Fontenelle et al., 1998 (cités in "Stocker du carbone... ?", INRA Octobre 2002). Méthodologie du GIEC (1997), données 1996 pour la France.

	kt N2O	Facteurs d'émissions ¹ moyenne (%)	Plage de variabilité
EMISSIONS DIRECTES PAR LES SOLS AGRICOLES			
Fertilisants minéraux	43	1,25	0,25 à 2,25
Epandage effluents d'élevage	26	1,25	0,25 à 2,25
Fixation symbiotique	9	1,25	0,25 à 2,25
Résidus de cultures	10	1,25	0,25 à 2,25
PRODUCTIONS ANIMALES			
Pâturages	19	2	
Effluents élevage	10	0,1 – 2	
EMISSIONS INDIRECTES			
Lessivage nitrates	55	2,5	0,2 à 12
TOTAL	172		

Note : l'Expertise collective de l'INRA souligne que les facteurs d'émission adoptés par le GIEC sont trop uniformes, et qu'ils dépendent notamment du type de sols et de cultures. Les émissions seraient plus proches par exemple de 0,5 % sur grandes cultures céréalières, de 3,1 % en prairies pâturées, et de 1,6 % en cultures fourragères. L'INRA juge également très surestimé le taux d'entraînement de 30 % des apports d'azote, et du facteur d'émissions de 2,5 %.

Il est important de rappeler que les émissions de N2O restent mal connues.

¹ En N-N2O. Pour obtenir les émissions de N2O, multiplier par 44/28.

Consommations d'énergie en agriculture (ktep/an)

Répartition indicative des principaux postes de consommation d'énergie directe en agriculture. Source : enquête énergie du SCEES, 1993, pour la répartition des consommations par secteur et vecteur (électricité / combustibles) ; estimation des répartitions par usages par SOLAGRO.

SECTEUR	Electricité					Combustibles				Total
	Chaleur	Mot. Stat.	Elec. spéc.	Eclairage	Total	Chaleur	Mot. Stat.	Propulsion	Total	
Locaux d'élevage	18			73	91	173			173	264
Serres				15	15	443			443	458
Séchoirs		5			5	50			50	55
Autres locaux			22		22	34			34	56
Laiteries	33	78			112				0	112
Irrigation		89			89		40		40	129
Tracteurs					0			2 015	2 015	2 015
VUL					0			370	370	370
Autres moteurs		117			117		36		36	153
Autres			12		12	31		8	39	51
TOTAL	52	288	34	89	463	731	76	2 393	3 200	3 663

Mot. Stat. : moteurs stationnaires (électriques, motopompes...)

Elec. spéc. : « électricité spécifique » (usages divers hors éclairage et moteurs)

VUL : véhicules utilitaires

Les consommations d'électricité sont indiquées en énergie finale, selon le mode de comptabilité de l'Observatoire de l'Energie révisé en Février 2002 (1 tep = 42 GJ ou 11.667 kWh)

Les consommations d'énergie directe de l'agriculture sont de près de 3.700 ktep, dont 2.000 ktep de carburant pour les tracteurs (essentiellement du fioul).

Hors tracteurs, elles s'élèvent à 1.650 ktep : 470 ktep d'électricité (5,5 TWh), 35 ktep de biomasse, et 1.150 ktep de combustibles fossiles.

Les consommations domestiques des agriculteurs peuvent être ajoutées à ce total : elles représentent de l'ordre de 50 % des consommations professionnelles, soit 2.000 ktep.

La consommation des intrants représente également un poste important (non indiqué ici), principalement pour les fertilisants (de l'ordre de 2.500 ktep) et les phytosanitaires (500 ktep).

Coût des actions envisagées

Chaque action, dans la mesure du possible, fait l'objet d'une estimation économique.

Le **coût global** net intègre les investissements, coûts annuels de fonctionnement, et les recettes directes. Il représente le coût « technique » de la mesure du point de vue des acteurs privés concernés (agriculteurs). *Par exemple : le coût de la plantation d'une haie et de son entretien, moins les recettes de valorisation du bois de chauffage.*

Le coût privé (restant réellement à charge de l'acteur) est la différence entre le coût global net et les aides publiques.

Le **coût public apparent** représente le montant à financer par la collectivité nationale pour annuler ce coût privé, si l'objectif est que ces mesures soient économiquement neutres pour les acteurs concernés.

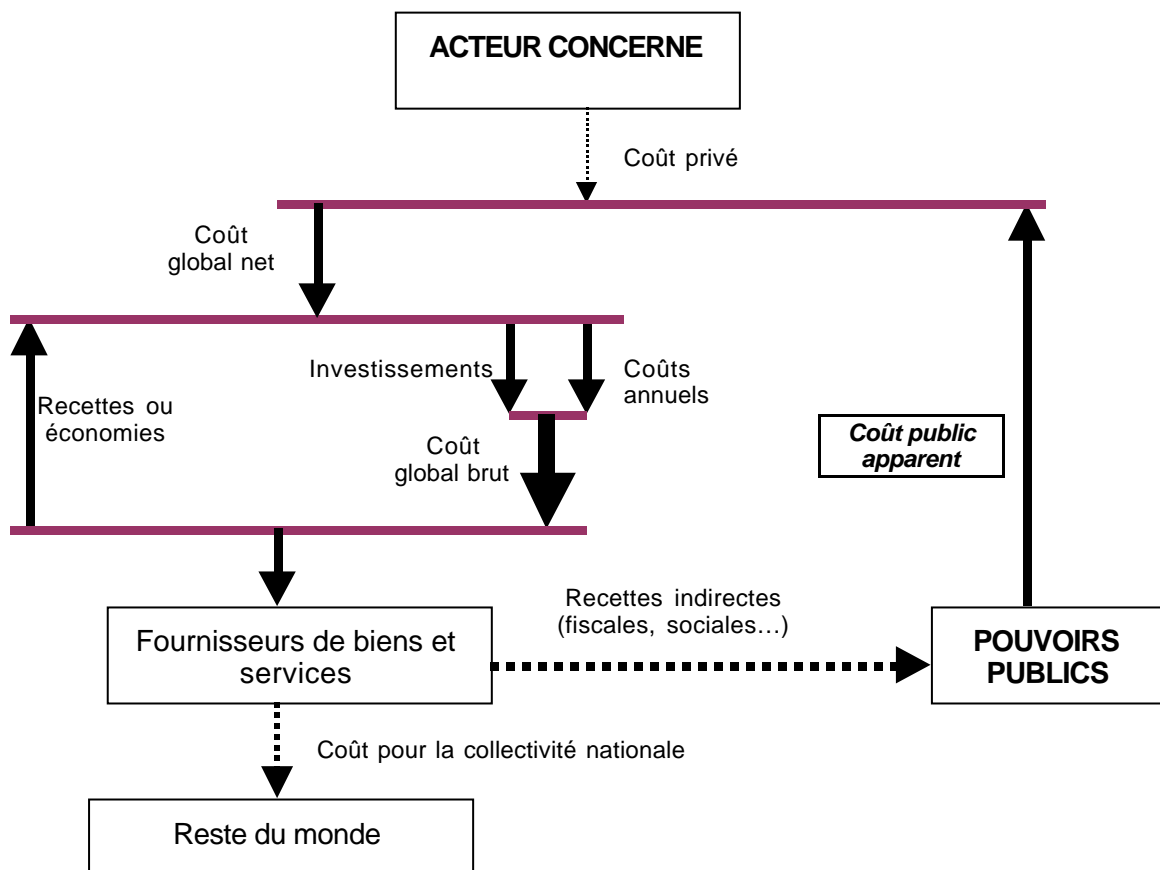
On peut aussi admettre que les aides publiques ne compensent pas strictement le coût privé : elles peuvent être modulées pour tenir compte d'autres coûts ou dividendes, publics ou privés. *Par exemple l'embellissement du paysage est un dividende public, la protection des cultures du fait de la présence de la haie est un dividende privé, tandis qu'à l'inverse la présence d'une haie peut générer des contraintes sur l'exploitation de la parcelle et générer un coût privé.*

Il est important de souligner qu'une partie de ces aides publiques sont restituées à la collectivité : ces mesures génèrent en effet une activité économique qui se traduit par des créations d'emplois, et produisent donc des recettes fiscales et sociales.

Le coût public réel est donc la différence entre le coût apparent (le montant budgétaire affecté à ces mesures) et ces recettes indirectes.

Les coûts publics apparents tels qu'estimés ici, ne **doivent donc pas être utilisés pour classer la pertinence** des mesures d'un point de vue macro-économique.

Le schéma ci-dessous explicite ces différentes notions, les flèches indiquant le sens des flux financiers.



1. Carburants tracteurs

Diminution des consommations de fioul par généralisation des bonnes pratiques.

1.1. Objectifs

□ Résultats attendus

- Réduction des consommations d'énergies non renouvelables et des émissions de CO2 associées

□ dividendes induits

- STOCKAGE CARBONE : neutre

□ POTENTIEL DE REDUCTION

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	393	393	
kt C44			
kt N2O			
Total Mt éq. CO2	0,39	0,39	0,00
ktep	131	131	
Part accessible 2010	100%		

1.2. Moyens

□ Mesures

- Programmes **d'accompagnement** (démonstrations, brochures techniques, formation des techniciens agricoles...) basés sur des **programmes existants, à généraliser**
- "Bonnes pratiques" : meilleur usage du tracteur, banc d'essais **tracteurs** (meilleure connaissance des matériels -> réduction des consommations de fioul)

□ Acteurs

- Cible privilégiée : grandes cultures
- Acteurs publics : DDAF, Chambres d'Agriculture

□ **Acceptabilité**

- Bonne
- Coût global nul ou négatif
- Coût public modéré (accompagnement) : 10-30 Euro/téq.CO2

1.3. Commentaires

□ **Mode de calcul**

*Les économies possibles de fioul par **changement des pratiques culturales** sont précisées plus loin.*

Fioul tracteurs :

- 30 % d'économies possibles sur le **labour**. Le labour proprement dit représente 50 % des consommations du poste « labour » total (y compris déplacement tracteur), qui lui même représente 30 % des consommations totales de fioul, soit 5 % d'économies globales ou 91 ktep.
- + 2 % d'économies par **gain technologique** sur le parc neuf d'engins agricoles (rendement), soit 40 ktep.
- Total 130 ktep x 3 téq.CO2/tep fioul = 0,39 Mtéq.CO2

D'autres économies sont potentiellement envisageables. Nous avons simplifié en ne prenant en compte que le poste « labour », qui comprend toutes les opérations de travail du sol profond.

Cette action globalise les actions de type « conduite économique » de l'AFME dans les années quatre-vingt, avec le réglage et la conduite de l'ensemble tracteur + machine. Elle nécessite principalement l'acquisition de connaissances dans le machinisme agricole par les utilisateurs, et une certaine prise de conscience individuelle. La mesure passe donc par des programmes d'accompagnement tels que ceux menés par AILE en Bretagne, quelques FDCUMA ou Chambres d'agriculture.

Mesures complémentaires éventuelles :

- Relancer des programmes de contrôles des consommations de carburant aux champs
- Donner une prime au suivi de formation, à la conduite économique, à la détaxation du carburant (évitement d'une taxe CO2 ?) au passage au banc du tracteur
- Prime au contrôleur de consommation embarqué

□ **Calcul du coût public**

Mesures d'accompagnement :

- Banc d'essais tracteurs (1 par région) : mise en place 120 kE subventionné à 50 % soit 6 kE/an pendant 10 ans x **70 départements** : 0,4 M €/an
- Formation agriculteurs : 6.000 agriculteurs/an x 14 h x 15 Euro/h = 1,3 M Euro/an
- Techniciens agricoles : 1/4 poste par département x 70 kEuro/poste x 95 départements = 1,7 M Euro/an

Total : **3,4 M Euro/an** pour 0,4 Mtéq.CO2 soit **8,5 Euro/téq.CO2**

2. Autres actions de maîtrise de l'énergie

Généralisation des programmes d'accompagnement pour favoriser la maîtrise des consommations d'énergie, financement des investissements de maîtrise de l'énergie (hors usages carburants).

2.1. Objectifs

□ Résultats attendus

- Réduction des consommations d'énergies non renouvelables et des émissions de CO2 associées

□ dividendes induits

- **STOCKAGE CARBONE** : 😊 neutre
- Amélioration du confort animal
- Amélioration de l'autonomie des exploitations

□ POTENTIEL DE REDUCTION :

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	175	175	
kt CH4			
kt N2O			
Total Mt éq. CO2	0,17	0,17	0,00
ktep	96	96	
Part accessible 2010	100%		

2.2. Moyens

Sont regroupées ici des **mesures « techniques » qui ne remettent pas en cause les orientations technico-économiques** des exploitations.

□ Mesures

- Programmes **d'accompagnement** (démonstrations, brochures techniques, formation des techniciens agricoles...) basés sur des **programmes existants, à généraliser**
- **Financement** des investissements initiaux (de type fond de maîtrise de l'énergie, subventions ou outils de financement adapté permettant l'approche en coût global)

Mesures techniques envisageables :

- Amélioration du rendement global des chaudières pour les serres et séchoirs
- **maîtrise de la demande** d'électricité :
 - éclairage : éclairage naturel, lampes fluorescentes (suppression lampes à incandescence ou halogènes), commande par zone, éclairage individualisé, programmation horaire, luminaires, détecteurs de présence, minuteries, variateurs crépusculaires...
 - régulation, moteurs à variation électronique de vitesse
 - récupération de chaleur sur production de froid (pré-refroidissement du lait : jusqu'à 50% d'économie d'électricité de l'installation frigorifique)
- Construction : approche globale bâtiment, matériaux et maîtrise de l'énergie
 - réhabilitation énergétique des bâtiments existants : rénovation enveloppe (isolation, suppression entrées d'air), gestion de la ventilation...
 - conception des bâtiments neufs : intégration ventilation et éclairage naturels, prévention surchauffe estivale (protection solaire des parois vitrées ou ensoleillées...)
 - Protection végétale des bâtiments : rideaux brise-vent à base de feuillus (mélange haut jet, taillis, arbustes à garnissage bas) autour des bâtiments : diminution de la vitesse du vent en hiver et des apports solaires d'été, réduction de la température de l'air au voisinage en été : réduction besoins de chauffage et rafraîchissement.

□ Acteurs

- Cible privilégiée : tous agriculteurs
- Acteurs publics : ADEME, DDAF, Chambres d'Agriculture

□ Acceptabilité

- Bonne
- Nécessite des aides publiques pour l'accompagnement, et des moyens de financement adaptés
- Coût global faible à négatif
- Coût public modéré : 5-20 Euro/téq.CO2

2.3. Commentaires

A pratiques inchangées, les économies potentielles peuvent être estimées à près de 10 % des consommations d'électricité, soit de l'ordre de 50 ktep ou 0,5 TWh, et 4 % des consommations de fioul, soit 50 ktep.

	Consommation actuelle ktep	Economie	Reste ktep	Substitution	Reste ktep
Combustibles pour chauffage serres	443	5%	22	20%	84
Véhicules utilitaires	370		0		0
Combustibles pour chauffage autres bâtiments	207	10%	21	10%	19
Autres moteurs électriques	117	5%	6		0
Laiteries	112	20%	22	20%	18
Eclairage	89	15%	13		0
Irrigation (pompes électriques)	89	5%	4		0
Combustibles séchoirs	50	10%	5	30%	14
Irrigation (motopompes)	40		0		0
Autres moteurs	36	5%	2		0
TOTAL	1 552	6 %	96	9 %	134
dont électricité			46		18
dont combustibles			50		116
ktéq.CO2			175		335

Les substitutions par énergies renouvelables sont présentées en mesure n°3.

3. Energies renouvelables en substitution aux fossiles

Développer les énergies renouvelables en substitution des énergies fossiles

3.1. Objectifs

□ Résultats attendus

Réduction des consommations d'énergies non renouvelables et des émissions de CO2 associées

□ dividendes induits

- STOCKAGE CARBONE : neutre
- Amélioration du confort animal
- Amélioration de l'autonomie des exploitations

□ POTENTIEL DE REDUCTION :

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	335		335
kt C44			
kt N2O			
Total Mt éq. CO2	0,33	0,00	0,33
ktep	134		134
Part accessible 2010	30%		

3.2. Moyens

Sont regroupées ici des mesures " techniques " qui ne remettent pas en cause les orientations technico-économiques des exploitations.

□ Mesures

- choix d'équipements permettant l'utilisation d'une source renouvelable (bois, biogaz, paille, solaire) : appareils centralisés (chaudières) et émetteurs de chaleur à eau chaude (plancher, tubes à circulation d'eau chaude, radiateurs...) en substitution aux équipements spécifiques à l'électricité ou au gaz (convecteurs ou radiants) ;

- Soutien à l'autoproduction d'énergie renouvelable (ECS solaire pour salles de traite, capteurs-toiture pour séchage solaire des fourrages ou préchauffage air neuf des bâtiments d'élevage, bois, biogaz, photovoltaïque...)
- Faciliter la combinaison des usages professionnel et domestique de l'énergie, en particulier autour du chauffage au bois déchiqueté (et autre biomasse mécanisable)
- Aides incitatives (réellement) aux ER.

□ **Acteurs**

- Cible privilégiée : tous agriculteurs
- Acteurs publics : Ministère des Finances et de l'industrie (DIDEME), ADEME, Régions, DDAF, Chambres d'Agriculture

□ **Acceptabilité**

- Bonne
- Nécessite des aides publiques pour assurer la rentabilité des projets
- Coût global : modéré (bois énergie) à moyen (solaire)
- Coût public : 5 à 25 Euro/téq.CO2 (biomasse), 25-50 Euro (solaire)

3.3. Commentaires

Les principaux gisements identifiés sont les suivants (voir tableau ci-dessus) :

- Biocombustibles et énergie solaire pour le chauffage des serres et les séchoirs : 100 ktep. Les biocombustibles concernés peuvent être des résidus de cultures sous serre.
- Biocombustibles et solaire pour le chauffage des bâtiments agricoles : 20 ktep.
- Eau chaude solaire dans les laiteries : 18 ktep.

4. Construction bois bâtiments agricoles

Promotion de la construction bois

4.1. Objectifs

❑ Résultats attendus

Réduction des consommations d'énergies non renouvelables dans la construction des bâtiments ; développement des matériaux renouvelables

❑ dividendes induits

STOCKAGE CARBONE : 😊😊😊 très positif

- Développement de l'artisanat local (scieries...)

❑ POTENTIEL DE REDUCTION :

- ❑ Bois matériau : potentiel 0,5 Mtéq.CO2
- ❑ Potentiel accessible 2010 : 50 % de part du bois dans la construction -> 0,23 Mtéq.CO2 (+ effet stockage : équivalent).

4.2. Moyens

❑ Mesures

- Programmes d'accompagnement (démonstrations, brochures techniques, formation des techniciens agricoles...) basés sur des programmes existants, à généraliser
- Aide à l'investissement (type prime) par tCO2 stocké ou évité (sur charpente et bardage)

❑ Acteurs

- Cible privilégiée : tous agriculteurs
- Acteurs publics : Ministère des Finances et de l'industrie, Ministère de l'Equipement, ADEME, DDE, DDAF, Chambres d'Agriculture

❑ Acceptabilité

- Bonne
- Coût global : plus élevé que la construction traditionnelle
- Coût public : élevé : 50 – 100 Euro/téq.CO2

4.3. Commentaires

□ Mode de calcul

10 Mm² construits annuellement soit près du tiers du total des constructions ; émissions estimées 1 Mt éq..CO₂ /an.

Consommation de bois (0,06 m³ bois par m² bâtiment) x économie par substitution (0,8 téq.CO₂/m³) = 0,046 teqCO₂/m².

Pour 1 million de m² /an construits en bois : 0,046 MteqCO₂/an.

5. Maintien et redéveloppement des haies et boisements linéaires

Soutenir la création et l'entretien des « espaces arborés non forestiers » (EANF) - haies, alignements, arbres épars- au même titre que les autres productions végétales ou forestières, avec prime en tant que surfaces de compensation écologiques.

5.1. Objectifs

□ Résultats attendus

□ Effets directs :

- production de bois énergie (plaquettes, bûches)
- stockage de carbone

□ Effets indirects :

- limitation lessivage des nitrates et de la dénitrification induite, réduction consommation et fabrication engrais minéraux consécutifs au recyclage de N.
- réduction de la consommation d'énergie pour la fabrication des pesticides et le confort thermique des bâtiments d'élevage (chauffage et rafraîchissement)

□ POTENTIEL DE REDUCTION

□ CO₂ : **1.800 ktCO₂** dont :

- 900 ktCO₂ par **entretien et maintien EANF existants** : 500.000 tep, (autres gaz non calculés) par substitution énergie fossile
- 500 ktCO₂ par **création de 300.000 ha EANF** en 30 ans (soit 10.000 ha par an) : 250.000 tep en 2030 (dont le quart accessible en 2010) par substitution énergie fossile
- 400 ktCO₂ ? par **effets indirects** (dont 82 économies fabrication engrais, 100 économies fabrication phytosanitaires)

- N₂ : **0,9 ktN₂** ou 300 ktéq.CO₂ par effets indirects (0,6 kt par réduction dénitrification dans les eaux, 0,3 kt par réduction au stade fabrication d'engrais)

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	2 479	182	2 298
kt CH4			
kt N2O	1	1	
Total Mt éq. CO2	2,76	0,46	2,30
ktep	876	110	766
Part accessible 2010	75%		

□ dividendes induits

• STOCKAGE CARBONE : 😊😊😊 très positif

- Participe à l'amélioration des paysages
- Très nombreux effets positifs sur l'hydrographie (stockage, écrêtement des crues, épuration...)
- Très nombreux effets positifs sur la faune et la flore (biodiversité)
- Effet globalement positif sur les cultures et prairies : favorise la lutte biologique (effet sur parasites et maladies des cultures), réduit le risque de verse (haies brise-vent), ombrage...

5.2. Moyens

□ Mesures

- Coordination des programmes nationaux, régionaux, départementaux et locaux visant à maintenir ou restaurer les EBNF (chartes environnement, contrats de terroir, CAD...)
- Augmentation des fonds de soutien : PDRN (MAE), aides nationales au boisement
- Reconfirmer l'éligibilité des EBNF aux primes PAC
- Conditionner les aides PAC aux EBNF (maintenir un minimum de 5 % de surfaces de compensation écologique dans la SAU)
- Programmes pilotes territoriaux

□ Acteurs

- Cible privilégiée : tous agriculteurs, propriétaires fonciers
- Acteurs institutionnels : Ministère de l'Agriculture, Départements, Régions, DDAF, Chambres d'Agriculture

□ Acceptabilité

- Moyenne (très variable)
- Coût : bénéfices collectifs multiples et diffus (érosion, biodiversité, hydraulique, paysage), nécessitant des aides publiques.

- Coût public : moyen 25 à 50 Euro/téq.CO2

5.3. Commentaires

□ Commentaires

Bois énergie

La surface des espaces arborés non forestiers (EANF : regroupe les haies et alignements, les arbres épars) était de 959.000 ha en 2000 (354.000 ha d'arbres épars y compris peupliers épars + 605.000 ha de haies). Elle a baissé de 9.300 ha par an (1%/an) de 1992 à 2000 (*contre -15.000 ha/an entre 1981 et 1990 et -25.000 ha/an dans les années 75-85 – source IFN*), dont 60% sont défrichés et 40% partent en forêt.

Le gisement de bois énergie de ces espaces peut être estimé à 1,6 tonnes/ha/an, soit près de 1,6 Mt ou 800.000 tep. Une partie de ce gisement est déjà mobilisé : en dehors de la décapitalisation (arrachage de haies, de l'ordre de 0,5 Mt), les prélèvements de bois énergie sont estimés à 300.000 tep (0,6 Mt de bois). Le potentiel supplémentaire des EANF existants est de **500.000 tep**.

En ajoutant 10.000 ha par an pendant 30 ans (c'est-à-dire un retour à la densité des années 1980), le potentiel supplémentaire est de **300.000 tep /an en 2030** (80.000 tep en 2010).

Autres impacts

Le rôle des haies est unanimement souligné de longue date comme essentiel.

Les haies jouent un rôle important pour la régulation hydrographique. Elles devraient être préservées en priorité dans les régions qui ont vu le linéaire de haies diminuer de façon dramatique ces dernières décennies, et qui en parallèle ont subi des inondations.

Un autre effet est le rôle joué par les boisements linéaires et les arbres épars dans la biodiversité. Au delà de l'intérêt écologique du maintien de la faune et de la flore, la présence de milieux biologiquement très actifs est positive pour les cultures, dans la mesure où ces espaces favorisent la compétition des espèces et donc la lutte contre les parasites, maladies et prédateurs. En ajoutant la protection contre le vent, le piégeage des nitrates, la production de matière organique dans le sol, les haies contribuent à la protection des cultures.

On estime que les haies pourraient ainsi contribuer à réduire les consommations de **phytosanitaires** de l'ordre de 30 %. Ceux-ci représentent plus de 95.000 tonnes de matières actives par an (dont 65.000 t à 7,1 tep/t en moyenne, soit 464 ktep, et 30.000 t de Cuivre et Soufre à 1 tep/t, soit 30 ktep). Leurs impacts sont nombreux et variés, depuis le stade de la fabrication (2 à 14 tep par tonne de matière active, en moyenne de l'ordre de 7 tep), émissions de POP (Polluants Organiques Persistants) à longue durée de vie, et de gaz à effet de serre (5 à 25 téq.CO2/tonne de matière active, en moyenne de l'ordre de 10).

L'économie potentielle est de l'ordre de 10.000 tonnes de matières actives par an, soit **70.000 tep** par an, et **0,1 Mtéq.CO2**.

Les haies contribuent également à absorber le ruissellement des **nitrates**, et les arbres permettent de pomper les nitrates infiltrés dans les sols et de recycler l'azote en surface. En supposant un effet de réduction de 100 kgN fixé par ha d'EANF, la réduction du ruissellement serait de 30.000 tN, soit une réduction consécutive de la dénitrification de 2% soit 600 tN2O ou 186.000 téq.CO2. L'économie correspondante de fabrication des 30.000 tN d'engrais minéraux, est de 82.000 tCO2 et 300 tN2O, soit 170.000 téq.CO2. Les économies totales liées au rôle de

300.000 nouveaux hectares d'EANF sur le cycle de l'azote peut donc être estimé à près de 360.000 téq.CO₂, dont 82.000 tCO₂ et 900 tN₂O.

Enfin, les boisements **autour des bâtiments** agricoles et des maisons, participent au confort thermique d'hiver (brise-vent) et d'été (espaces frais, ombre).

Cependant, les EBNF ne sont toujours pas identifiés juridiquement : la surface des arbres épars est même parfois déduite des surfaces PAC primées.

□ **Acceptabilité**

Les premières plantations de haies ont démarré en France en 1975 et n'ont cessé depuis de se développer pour atteindre aujourd'hui un rythme d'environ 3.000 km par an. Ce qui représente environ 10 000 planteurs par an. On peut considérer qu'environ 20.000 km de haies ont ainsi déjà été plantés. Les acteurs sont de plus en plus nombreux, montrant ainsi leur acceptabilité sociale : **Europe, Etat, collectivités locales, fédération de chasseurs, CAUE, CRPF, Chambre d'agriculture, associations de planteurs.**

En 1994 et 1995, les **ministères de l'Agriculture et de l'Environnement** ont initié conjointement une campagne en faveur de l'arbre hors forêt, dans le but de sensibiliser les agriculteurs et le grand public. En 2 ans, 25 départements (1/4 du territoire national) y ont participé, en proposant des actions diverses (inventaires, diagnostics, définition de chartes de développement rural, stratégie de valorisation, formation, plantation et entretien).

En 1995, le **ministère de l'Agriculture** met en place le **fonds de gestion de l'espace rural** (FGER) afin de financer les projets collectifs concourant à l'entretien et à la réhabilitation de l'espace rural. En 1996, le FGER a représenté 34 % de l'ensemble des aides allouées à l'entretien, la plantation et la restauration des haies et des prés vergers (Solagro, 1997). Ces 2 opérations ont permis de tripler le niveau d'aide consacrées aux arbres hors forêt (2 millions de francs en 1992, 6 millions en 1996).

Les contrats territoriaux d'exploitation (CTE) font suite aux **mesures agri-environnementales** (règlement 2078/92) et s'inscrivent dans le nouveau règlement rural (règlement CE 1257/99). Au travers d'un projet global d'exploitation une mesure est prévue pour financer la plantation de haies, et une autre leur entretien.

Les **Conseils Généraux** sont les initiateurs des programmes de replantation des arbres hors forêt depuis 20 ans, au titre de leur « politique environnement ». Ils apportent encore aujourd'hui un large soutien financier (39 % des aides entre 1986 et 1996, 22 % en 1996) aux opérations concernant la haie par le biais notamment des aménagements fonciers qui sont désormais de leur prérogative (sauf ceux induits par la création de nouvelles infrastructures de transport).

Les **Conseils régionaux** interviennent de manière hétérogène, mais croissante, dans le financement d'actions menées localement (contrat de terroir, charte environnement...). Ces nouveaux financements facilitent la coordination entre les politiques nationales et départementales.

Depuis 15 ans, des **associations départementales de planteurs** de haies se constituent pour mettre en œuvre sur le terrain des actions de plantation de haies. Soutenues par les acteurs locaux (conseils généraux notamment), elles ont pris naissance soit autour de groupes d'agriculteurs et de particuliers, soit autour de personnes et organismes motivés. Ces associations assurent les missions d'accompagnement technique, de la conception des plantations au suivi.

6. Equilibre du bilan azote

Réduire significativement l'excédent azoté de l'agriculture française (700 kt selon AGRESTE, 1.300 kt selon SOLAGRO et CITEPA), de l'ordre de 1 million de tonnes.

6.1. Objectifs

❑ Résultats attendus

- Réduction des émissions directes et indirectes de N₂O liées à la fertilisation minérale et des émissions associées au stade de la fabrication des engrais minéraux (CO₂ principalement).

❑ POTENTIEL DE REDUCTION

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO ₂	2 825	2 825	
kt CH ₄			
kt N ₂ O	69	69	
Total Mt équ. CO ₂	24,15	24,15	0,00
ktep	1 360	1 360	
Part accessible 2010	30%		

❑ dividendes induits

- **STOCKAGE CARBONE** : ☹ neutre

- limitation des pollutions de l'eau par les nitrates (eau potable et écosystème moins pollués), respect de la Directive Nitrates

6.2. Moyens

❑ Mesures

Les mesures d'ordre réglementaire (taxation des excédents azotés, écoconditionnalité) sont actuellement au point mort, mais constituent à terme la solution la plus pertinente. Pour relancer une politique ambitieuse de maîtrise de la fertilisation, il conviendrait **d'associer des mesures incitatives financières**, et de les tester sur des territoires pilotes afin de les adapter avant d'envisager leur généralisation éventuelle.

Le programme pourrait être le suivant :

- Lancement d'un **programme pilote (appel à proposition projets territoriaux «objectif bilan équilibré »)**. Les agriculteurs recevraient une **prime incitative** dans le cadre de ce programme.
- Dans un second temps, extension de ce programme pilote avec **mise en place progressive d'un système financier adapté**. Le système serait neutre pour les exploitations se situant dans une plage à définir. En deçà, versement d'une prime ; au delà, taxe sur la fraction excédentaire.
- Dans un troisième temps, mise en place de la **conditionnalité des primes PAC** au respect de l'équilibre du bilan (avec ajustement progressive de la plage de neutralité).

Il est indispensable de **clarifier le « bilan d'azote »** au niveau national et local.

□ **Acteurs**

- Cible privilégiée : tous les agriculteurs
- Acteurs institutionnels : Gouvernement, administration agricole (MAPAR, DRAF, DDAF) et environnement (MEDD, DIREN), Agences de l'Eau, ADEME, profession agricole, CORPEN

□ **Acceptabilité**

- **faible (agriculteurs) : refus régulier de la profession agricole**
- **Coût global : <0 (réduction des charges des agriculteurs)**
- **Coût public : modéré, 5 à 25 Euro/téq.CO2 (plus élevé au départ)**

6.3. Commentaires

□ **Contexte**

Les engrais azotés comptent pour une part très importante dans les émissions directes et indirectes de N₂O (44%), et dans le bilan national des GES (les sols agricoles représentent 8,1 % des émissions nettes de 2001).

Le bilan azoté national diffère selon les sources :

- Le bilan réalisé par AGRESTE donne un excédent de 715 k t d'azote
- Les bilans réalisés par SOLAGRO ou le CITEPA donnent un excédent de l'ordre de 1.300 à 1.400 kt.

Selon les régions et leurs spécialisations en production agricole, l'excédent est soit du à des apports minéraux (grandes régions céréalières), soit à une combinaison des apports minéraux et organiques (régions d'élevage de l'ouest principalement). Equilibrer le bilan d'azote passe par une réduction globale des apports minéraux, avec une meilleure répartition (dans le temps et dans l'espace) des apports organiques des régions d'élevage. Celle-ci peut nécessiter des technologies de traitements des déjections (type méthanisation, permettant un apport organique en adéquation avec les besoins des plantes). Elle peut aussi être combinée avec une réduction du cheptel dans les ZES (blocages professionnels forts).

Dans tous les cas, l'objectif doit être l'équilibre du bilan azoté des cultures, y compris en agriculture raisonnée.

Dans la pratique, on constate que les **apports d'azote sont, en moyenne, excédentaires** par rapport aux besoins des cultures, **même en tenant compte du surdosage nécessaire pour compenser les pertes incompressibles** (volatilisation, lessivage).

Le bilan par hectare estimé dans cette étude est le suivant (cf. schéma plus loin) :

- Apports totaux : 6,6 MtN soit 232 kgN/ha
- Besoins des plantes (export + résidus) : 5,2 MtN soit 183 kgN/ha
- Dosage nécessaire : $183 + 15 = 198 \text{ kgN/ha} \times 28,5 \text{ Mha} = 5,6 \text{ MtN}$
- Soit un excédent (différence apports – dosage) de 1 MtN

On notera que :

- Certaines cultures de céréales imposent des apports d'azote pour garantir la teneur en protéines (cas des blés planifiable et dur par exemple). Ceci laisse présager des modifications profondes du système agroalimentaire français ;
- Les opérations de type « ferti-mieux » n'ont pas amené les résultats escomptés sur l'équilibre de la fertilisation (bonne sensibilisation des agriculteurs, mais sans le résultat) ;
- La France a été condamnée par la commission européenne pour ne pas avoir rempli ses exigences vis à vis de la directive Nitrates.
- Le 1^{er} PMPOA a été reconnu comme peu efficace du point de vue de la réduction des excédents d'azote. On notera qu'il portait principalement sur la mise aux normes des bâtiments d'élevage, c'est-à-dire la réduction des pollutions ponctuelles.
- L'évaluation des émissions de N₂O ne prend en compte que les pollutions de type diffuses (apports aux sols).
- les diagnostics agroenvironnementaux existants ne prennent presque jamais en compte les émissions dans l'air dues à l'activité agricole. Les deux seules méthodes qui à notre connaissance en tiennent compte sont :
 - **Dialogue**, diagnostic agroenvironnemental d'exploitation agricole, dont une des thématique évalué est l'air (conception SOLAGRO – Chambre d'agriculture de Midi-Pyrénées – Chambre d'agriculture de Haute-Garonne –ADVA ; septembre 2001)
 - **PLANETE**, analyse énergétique de l'exploitation agricole et évaluation des émissions de GES (conception : ENESA Dijon, CEIPAL(69), CEDAPAS Nord Pas de Calais, CETA de Thiérache (02) et SOLAGRO ; janvier 2002).

Une mise à jour du calcul des émissions soit être effectuée pour la rendre conforme à la méthode CITEPA / UNFCCC (base : écobilan du SRVA (CH)).

La réalisation d'un bilan PLANETE devrait être menée en parallèle d'un bilan d'azote. Dans les exploitations conventionnelles avec achats de fertilisants conséquents, c'est souvent le premier point d'économie d'énergie facile à mettre en œuvre, et avec un potentiel d'économie non négligeable (avec économie de charges).

□ **Mode de calcul**

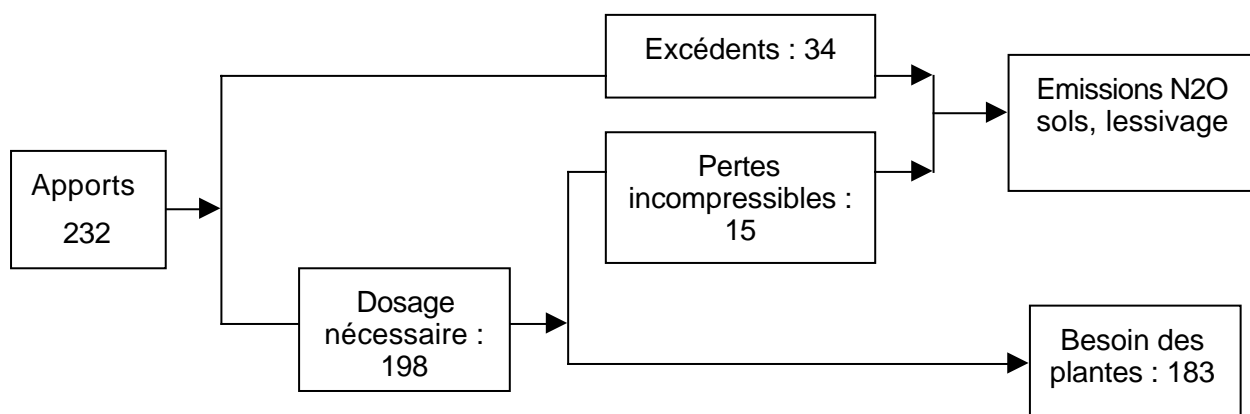
Le potentiel de limitation des GES a été calculé sur une réduction des apports azotés de 1 Mt d'azote, soit –40% des apports minéraux actuels.

100 ktN ⇔ 2,4 Mtéq.CO₂ (fabrication + émissions N₂O volatilisation, sols et rivières) et 150 ktep économisés

Pour 100 kt N non perdus :

	Emissions fabrication	Volatilisation	Dénitrification dans les sols	Lessivage	Total	ktéq.CO2
ktCO2	280				280	280
ktN2O	1,1	0,16	1,8	3,9	7	2.100
TOTAL						2.400
ktep	151				151	

NOTA : le calcul est réalisé pour la fraction excédentaire d'azote au sens strict (par rapport au dosage nécessaire), intégralement lessivée ou volatilisée. Le schéma ci-dessous donne le mode de calcul utilisé (en kgN/ha de SAU) :



La mesure proposée est basée sur une hypothèse de réduction des excédents de 10 kgN/ha à l'horizon 2010, sur un potentiel théorique de 34 kgN.

□ Mesures « techniques »

Les mesures « techniques » sont connues (la plupart sont inscrites dans les mesures agri-environnementales), par exemple :

- réalisation de bilans de fertilisation. Ceux-ci devraient être effectués selon une procédure agréée, et tenir compte de l'ensemble des apports : minéraux, déjections, résidus de culture, fixation symbiotique, dépôts atmosphériques... La réalisation d'un **bilan complet de fertilisation**, à l'échelle de l'**exploitation** et de la **parcelle**, devrait être une condition d'éligibilité aux mesures agri-environnementales, et à terme aux primes PAC. L'éligibilité pourrait ensuite être conditionnée à la réalisation d'un **bilan à l'équilibre** (tenant compte d'une marge d'apport de l'ordre de 10 % comme en Suisse), et en fonction de la **production constatée** plutôt qu'en fonction de l'objectif de rendement.
- **fractionnement des apports**, outils de contrôle (test azote)
- **cultures intermédiaires**, pièges à nitrates, semis de culture sous couvert
- **non fertilisation sur cultures de légumineuses** : la fertilisation de cultures légumineuse représente des quantités conséquentes d'apports minéraux, et induit un cercle vicieux (élimination des légumineuses par concurrence des graminées renforcée par la fertilisation minérale).

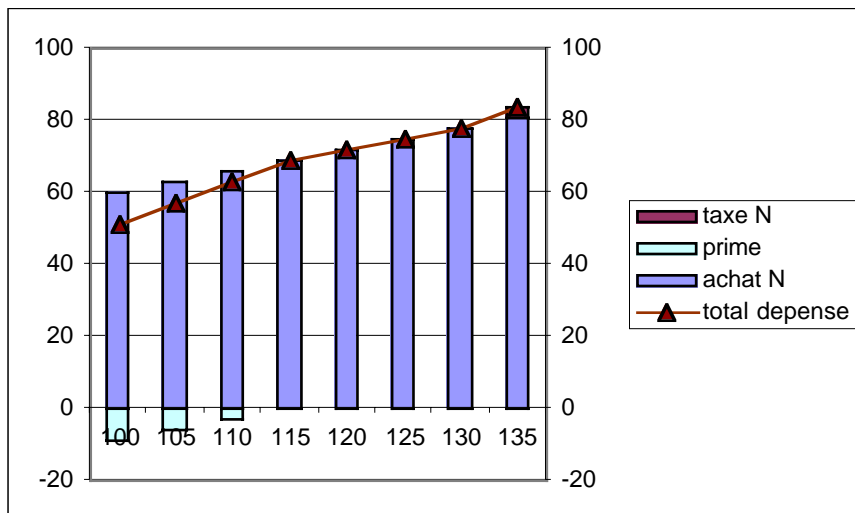
□ Financement

La charge supportée par les agriculteurs due aux excédents azotés (plus de 1 Mt) représente un transfert de l'ordre de **600 millions d'Euros** par an (à raison de 0,6 Euro/kg). L'économie potentiellement réalisable par l'agriculture est donc considérable, et la maîtrise de la fertilisation représente un gain économique.

On peut envisager, dans le cadre du programme pilote, de verser une prime : à titre d'exercice de calcul, on peut envisager un seuil A de 115 et un seuil B de 130 (par rapport aux besoins de 100).

- Entre A et B, prime = 0
- En deçà de A, prime = 0,6 Euro x (130 – apport effectif)
- Au delà de B, taxe = 0,6 Euro x (apport effectif – 115)

Le graphique suivant indique les montants versés pour l'achat de l'azote par rapport à des besoins sur une base 100, et l'effet du système de taxe et de prime, qui accentue le gain économique des agriculteurs qui visent l'équilibre, ou au contraire renforce légèrement les charges en cas de dépassement très excessif.



La prime de 600 Euro/t économisé (correspondant à 24 téq.CO2) représente 25 Euro/tCO2 évité (coût public apparent) lorsque les apports sont déjà inférieurs à 115. Mais la réduction des apports jusqu'au seuil A de 115, se fait à coût public nul.

7. Co-digestion

Promotion de la co-digestion des déjections d'élevage en mélange avec des résidus de cultures et des déchets organiques des entreprises et collectivités locales (industries agro-alimentaires, déchets verts, déchets de restauration...), à l'échelle de l'exploitation agricole et à l'échelle collective.

7.1. Objectifs

□ Résultats attendus

- Réduction des émissions de CH₄ et N₂O lors du stockage et du traitement des déjections
- améliorer l'efficacité de l'épandage des déjections (minéralisation de l'azote), avec effets induits sur la diminution de la consommation des engrais azotés, le lessivage et les émissions de N₂O par dénitrification dans les eaux
- faciliter la gestion de l'épandage (possibilité de mieux réguler les apports en fonction des besoins) et donc réduction des émissions de N₂O
- production d'énergie renouvelable

□ POTENTIEL DE REDUCTION

- Base de calcul : potentiel concerné ~15 Mt de MS de déjections (+ 5 Mt de MS de coproduits)
- Energie : 2,5Mtep (énergie finale électricité + chaleur, autoconsommation déduite)

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO ₂	4 059		4 059
kt CH ₄	344	344	
kt N ₂ O	8	8	
Total Mt éq. CO ₂	14	9,8	4,06
ktep	2 508		2 508
Part accessible 2010	20%		

□ dividendes induits

- STOCKAGE CARBONE : positif
- réduction odeurs et nuisances,
- économie sur les achats d'engrais,
- amélioration du traitement des déchets organiques des communes et entreprises grâce à la codigestion

7.2. Moyens

□ Mesures

- amélioration des **conditions de vente de l'énergie** (tarif biogaz adapté, valorisation chaleur...) [cf. mesures de promotion des énergies renouvelables]. Le tarif doit être modulé selon la taille de l'installation : par exemple 100 Euro/MWh pour des petites installations.
- **circulaires de simplification administrative** :
 - interprétation du Règlement CE 1774/2002 du 30/10/2002 (Règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux non destinés à la consommation humaine) : liste de co-substrats acceptables dans le cadre de la co-digestion (écrémage de bacs à graisse, déchets de fruits, paille et lisier, avec conditions type d'hygiénisation différenciées par type de produit : température, temps de séjour) et transportables par la voie publique
 - conditions de gestion du gaz alignées sur celles du gaz naturel et simplifiées (stockage, canalisations, torchère,...)
 - possibilités d'épandre le digestat (sur surfaces en propre et chez les tiers) dans les mêmes conditions que le lisier non traité, adaptation du périmètre de protection
 - possibilités de normaliser ou homologuer le digestat (conditions)
- **plan d'action pilote** (conjoint Ministère Agriculture / ADEME) de type "100 installations" :
 - régions pilotes pour promouvoir une offre industrielle et commerciale locale (éviter la dispersion pour faciliter la maintenance)
 - suivi et évaluation,
 - accompagnement auprès des constructeurs, exploitants, conseillers (formation, R&D...), organismes agricoles,
 - avec pour objectif d'identifier les conditions de développement, d'adapter les techniques existantes aux conditions locales, de définir des "standards" techniques, codes de pratique, etc.
- proposer un "**accord**" de promotion avec les syndicats agricoles inspirée de l'accord FNSEA / FEE sur l'éolien).
- **mesures spécifiques co-digestion collective**
 - soutien aux projets permettant la valorisation intégrale de l'azote (production d'engrais organo-minéraux...)
- **mesures spécifiques co-digestion à l'échelle de l'exploitation agricole**
 - circulaires de simplification administrative :
 - pas de demande d'autorisation en cas de création d'unité de méthanisation (pas de redéfinition de l'activité principale de l'exploitation)
 - torchère non obligatoire si l'équipement de valorisation est dimensionné pour consommer la totalité du biogaz produit

□ **Acteurs**

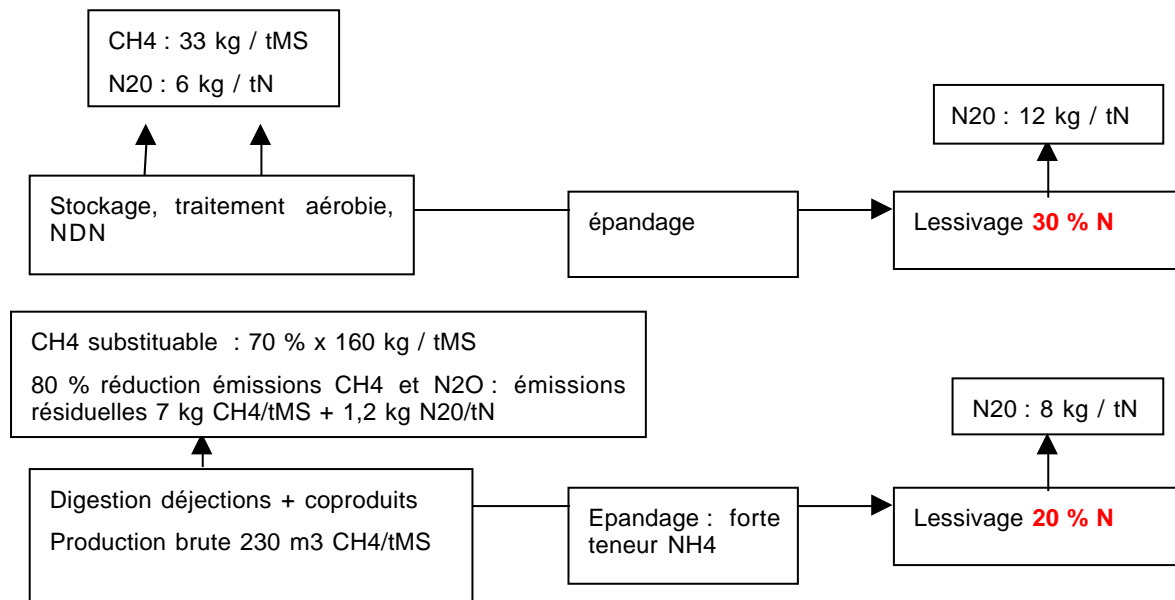
- Cible privilégiée : éleveurs, ainsi qu'IAA, collectivités...
- Acteurs institutionnels : Ministères des finances et de l'industrie (DIDEME), de l'Agriculture, de l'Environnement, ADEME, CRE

□ **Acceptabilité**

- Bonne : répond à une demande des agriculteurs
- Coût global : moyen
- Coût public : 30 Euro/téq.CO2

7.3. Commentaires

□ **Mode de calcul**



Pour 1 tonne de MS à 7% N : 1.300 kg éq. CO2

Gaz	Ratio	Ratio par t MS	Coeff	kg éq. CO2 / tMS
CH4 évité	80 % des émissions	26 kg CH4	X 21	550
N2O évité	80 % des émissions x 6 kg/tN + (30% - 20%) x 3,9 % = 20 kg N2O /tN	0,8 kg N2O	X 310	182
CO2 économisé	160 kg CH4 x 2,75 (kg CO2 par kg CH4 = 44/16) x 70% substitution effective	310 kg CO2	X 1	310
TOTAL				1,0 teqCO2/tMS

□ Commentaires

Le ECCP WG7 reconnaît la méthanisation comme l'une des principales solutions pour réduire les émissions de GES en agriculture. La méthanisation permet de cumuler de nombreux effets positifs sur l'environnement : réduction des CH₄ et N₂O au stockage et à l'épandage, production d'énergie renouvelable sans perte du potentiel fertilisant des déjections d'élevage.

Les conditions qui ont permis l'essor de la codigestion collective au Danemark (25 installations) et de la codigestion collective en Allemagne (2500 installations aujourd'hui, plus de 250 MWe installés) sont connues :

- Equilibre économique reposant en grande partie sur les conditions de vente de l'énergie : prix d'achat de l'électricité élevé, valorisation de la chaleur (cogénération sur réseaux de chaleur, besoins de chauffage en climat plus froid qu'en France) ;
- redevance de traitement de coproduits ;
- développement soutenu par des programmes étatiques ou collectifs (organisation professionnelle en Allemagne) ;
- conditions agricoles particulières (zones d'excédent structurel, taille des élevages, culture de la coopération agricole).

Le prix de vente de l'électricité pratique en Allemagne est de 100 €/MWh pour des unités de moins de 500 kWé. En Autriche, des seuils intermédiaires ont été définis, et les unités de moins de 100 kWé bénéficient d'une rémunération de 160 €/MWh.

Le coût estimé pour cette mesure est basé sur un tarif de 100 €/MWh, qui devrait être appliqué au moins sur les 100 premiers Mégawatts avant que les progrès ne permettent de réduire les coûts de production de façon significative.

8. Pratiques culturales

Promouvoir les pratiques agricoles contribuant directement ou indirectement à une moindre émission de GES

8.1. Objectifs

❑ Résultats attendus

Réduction consommations de fioul.

❑ dividendes induits

- STOCKAGE CARBONE : 😊 positif (moins de dégradation des MO du sol)
- Limitation de l'usage des machines agricoles (baisse des ventes de matériels agricoles)

❑ POTENTIEL DE REDUCTION

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	585	585	
kt CH4			
kt N2O			
Total Mt éq. CO2	0,59	0,59	0,00
ktep	195	195	
Part accessible 2010	100%		

8.2. Moyens

❑ Mesures

Sont regroupées ici des mesures contribuant à **favoriser l'évolution des pratiques agricoles et des orientations technico-économiques** vers des systèmes contribuant à limiter les émissions de GES, **dans le cadre actuel**. Ces mesures peuvent être adoptées à l'échelle d'une exploitation, ou d'un territoire :

- le **non-labour** (diminue la dégradation des MO et la consommation de fioul, mais ☹️ possibilité émissions N2O accrues) : MAE existante à généraliser
- le développement des **cultures pluriannuelles**, l'allongement de la durée des prairies temporaires (diminue la consommation de fioul)

□ **Acteurs**

- Cible privilégiée : grandes cultures et élevages
- Acteurs institutionnels : Ministère de l'Agriculture, DDAF, Chambres d'Agriculture

□ **Acceptabilité**

- Nécessite un programme d'accompagnement et d'évaluation
- Coût global nul ou négatif
- Coût public faible (accompagnement) : < 5 Euro/téq.CO2

8.3. Commentaires

□ **Mode de calcul**

Surface concernée : 13 Mha de **cultures et prairies annuelles**

Consommation de fioul pour l'implantation des cultures : 30 % de 90 litres de fioul/ha, soit 300 ktep.

Economies potentielles : 2/3 (implantation triennale), soit 18 litres de fioul/ha.

Economies totales : 195 ktep

9. Légumineuses

Développement des cultures de légumineuses (prairies mélangées) : fixation symbiotique de l'azote.

9.1. Objectifs

□ Résultats attendus

- Réduction des besoins en fertilisation minérale et des émissions associées au stade de la fabrication

Conversion de 1,1 Mha de prairies temporaires de graminées pures, en prairies temporaires 60 % graminées + 40 % légumineuses	0,084 Mt N
--	------------

□ POTENTIEL DE REDUCTION

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	327	327	
kt CH4			
kt N2O	3	3	
Total Mt éq. CO2	1,21	1,21	0,00
ktep	158	158	
Part accessible 2010	100%		

□ dividendes induits

• **STOCKAGE CARBONE** : 😊 neutre

- production de protéines végétales pour l'alimentation animale, amélioration de l'autonomie des exploitations agricoles et de l'agriculture française

9.2. Moyens

□ Mesures

- Accompagnement
- Cette mesure ne constitue pas une évolution du métier d'agriculteur : il s'agit d'une simple modification d'assolement, avec des faibles modifications des pratiques d'élevage.

□ Acteurs

- Cible privilégiée : éleveurs

- Acteurs institutionnels : Ministère de l'Agriculture, Chambres d'Agriculture

□ **Acceptabilité**

- Grande
- Coût global : < 0 (gain protéines)
- Coût public : < 5 Euro/téq.CO2

9.3. Commentaires

□ **Commentaires**

L'intérêt des légumineuses est double. D'une part, elles possèdent un taux de protéines élevé : 17 à 25% voir 36% à 44% pour le soja et le lupin, contre en moyenne 9 à 13 % dans les céréales, et moins de 10 % pour le maïs (dans beaucoup de pays elles constituent l'essentiel des apports en protéines dans l'alimentation humaine). D'autre part elles fixent l'azote de l'air (fixation symbiotique due à la présence de bactéries – les Rhizobium - capables de fixer directement l'azote atmosphérique).

Le maïs notamment doit être nécessairement complété dans une ration par une plante très riche en protéines, généralement du tourteau de soja. Il faut donc en moyenne l'équivalent de la production d'1 ha de soja pour rééquilibrer la production d'1 ha d'ensilage de maïs. La France ne produit que 0,15 Mt de tourteaux (100.000 ha de soja) et en importe 4,5 Mt (dont 3,6 de soja).

Les surfaces de légumineuses sont passées de 6,7 Mha en 1960 à 3,4 Mha actuellement, ce qui représente une « perte de production » d'azote organique de l'ordre de 400.000 t/an.

Cette mesure est simple : elle consiste à semer par exemple un mélange de RGI (Ray Grass Italien) et de trèfle, plutôt que du RGI seul.

□ **Effets dans les pays tiers**

Comme pour la mesure « protéagineux », le redéveloppement des légumineuses a des répercussions dans les pays dont la France importe des protéines végétales. S'il s'agit d'une simple redistribution à l'échelle mondiale, la mesure présenterait un bilan global nul.

Cependant, il n'est pas certain que ces cultures dans les pays exportateurs soient remplacées par des cultures nécessitant un fort niveau d'intrants (céréales ou graminées). Si en effet c'est la demande mondiale en protéines végétales qui croît, en substitution aux protéines animales (problème de l'alimentation du cheptel et de la sécurité alimentaire), la mesure présente alors un effet globalement positif.

D'une façon générale, la couverture des besoins alimentaires de la planète devrait évoluer vers une plus grande part aux protéines végétales plutôt qu'aux protéines animales, au moins pour des raisons de disponibilité de terres agricoles (les surfaces nécessaire pour produire les protéines sont bien moindre en filière végétale qu'en filière animale).

Quoi qu'il en soit, cette mesure est susceptible de constituer un outil de négociation dans les relations internationales.

□ Calcul du coût public

Mesures d'accompagnement :

- Réseau de fermes de démonstration (1 par région) : mise en place 30 kE + 8 kE/an de fonctionnement soit 11 kE/an par région pendant 10 ans : 0,2 M Euro/an
- Formation agriculteurs : 6.000 agriculteurs/an x 14 h x 15 Euro/h = 1,3 M Euro/an
- Techniciens agricoles : 1/4 poste par département x 70 kEuro/poste x 95 départements = 1,7 M Euro/an

Prime initiale à l'hectare

- incitation au démarrage – par exemple les 2 premières années - , avec une contrepartie sur l'équilibre du bilan azote : 10 Euro/ha x 1 Mha x 2 ans = 20 M Euro, soit 2 M Euro/an
- les économies réalisées par les agriculteurs (achat protéines) génèrent un bénéfice sensé être suffisant pour assurer la pérennité de la mesure sans primes.

Total : **5,2 M Euro/an** pour 1,2 Mtéq.CO2 soit **4,4 Euro/téq.CO2**.

Note : ces coûts sont en partie financés par les agriculteurs (formation, techniciens des chambres agricoles), le coût public est une fraction du coût total.

10. Protéagineux

Développement des cultures de protéagineux : fixation symbiotique de l'azote.

10.1. Objectifs

□ Résultats attendus

- Réduction des besoins en fertilisation minérale et des émissions associées au stade de la fabrication

Développement de 3 Mha de cultures protéagineuses (production de 4,5 Mt de tourteaux en substitution aux importations)	0,57 Mt N produits économie de 0,73 MtN minéral (coeff. utilisation compris)
--	--

□ POTENTIEL DE REDUCTION

	Total	Par économies	Par substitution
kt CO2	2 232	2 232	
kt CH4			
kt N2O	17	17	
Total Mt équ. CO2	7,41	7,41	0,00
ktep	1 074	1 074	
Part accessible 2010	100%		

□ Dividendes induits

- STOCKAGE CARBONE : neutre
- production de protéines végétales pour l'alimentation animale, diminution des importations (4,5 Mt de tourteaux actuellement) et des transports induits, amélioration de l'autonomie des exploitations agricoles.

10.2. Moyens

Ces mesures nécessitent une **révision du cadre** (OMC et PAC), **sans constituer d'évolutions** du métier d'agriculteur (simple modification des assolements)

□ Mesures

- Orientation des soutiens PAC vers les légumineuses et les protéagineux

□ Acteurs

- Cible privilégiée : grandes cultures
- Acteurs institutionnels : Gouvernement

□ Acceptabilité

- Grande (agriculteurs)
- Réforme PAC
- Coût global : 0
- Coût public : < 5 Euro/téq.CO2

10.3. Commentaires

□ Source d'information

Voir www.prolea.com/actualites/CES/texte.htm et le « Projet d'Avis révisé sur la relance d'un plan Protéines Végétales au niveau communautaire », présenté à Bruxelles le 19-11-2001 par Jean-Claude Sabin. Ce document témoigne de l'intérêt de la profession agricole pour la production de protéagineux.

□ Commentaires

Le substitution des importations actuelles de 4,5 Mt de tourteaux, dont 3,6 de soja, par des productions nationales (soja, pois, féveroles, lupin...), nécessiterait la mise en culture de 3 millions d'hectares (à raison de 3 – 4 t/ha).

Le soutien à la production de protéagineux relève de la politique agricole commune. Selon l'étude de la Commission Européenne publiée en Mars 2001, citée par le Projet d'Avis, le niveau d'aide est de 6 Euro par tonne de protéagineux. Selon PROLEA, une prime supplémentaire de 14 € serait nécessaire pour assurer la compétitivité de ces cultures par rapport aux cultures céréalières.

En supposant une production de 4 t/ha et une fixation symbiotique estimée de 190 kgN/ha, l'économie d'azote est de 0,076tN/tonne de protéagineux. L'économie d'intrant représente un total de 13 téq.CO2/tN, soit 0,6 téq.CO2 économisé par tonne de protéagineux. Le soutien communautaire supplémentaire correspondrait, **en l'affectant intégralement à la lutte contre le changement climatique**, à une aide de 23 Euro/téq.CO2.

Cependant, d'autres arguments plaident en faveur des protéagineux, une partie de ces 14 €/t pourrait être affectée à la lutte contre le changement climatique.

Il conviendrait donc d'actualiser les arguments en faveur ou défaveur des protéagineux au regard de la problématique « effet de serre ».

11. Réorienter les productions agricoles au profit des cultures

La réorientation de la politique agricole vers des cultures végétales permettrait de réduire les émissions de GES des fermentations entériques et des déjections.

Cette mesure est présentée ici pour mémoire. Une diminution de 10 % du cheptel conduirait à une diminution de **4,7 Mtéq.CO₂** (fermentations entériques, émissions lors du stockage des déjections d'élevage).

Les protéines d'origine animale sont à la fois les plus consommatrices **d'espace** que les protéines végétales et plus fortement émettrices de gaz à effet de serre, notamment par les fermentations entériques, qui représentent le plus gros poste d'émission de GES en agriculture – alors que les mesures potentielles de réduction de ces fermentations (modification de l'alimentation, manipulations génétiques) ne semblent pas capables d'agir de façon significative à court ou moyen terme - , mais également indirectement par les surfaces de culture mobilisée pour l'alimentation animale, émettrices de protoxyde d'azote.

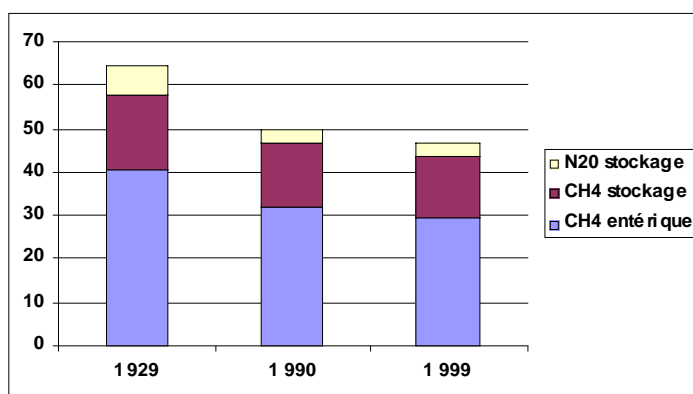
Une mesure de ce type devrait s'inscrire dans une réflexion plus générale sur le devenir de l'agriculture au niveau **mondial** : assurer les besoins alimentaires de l'humanité en privilégiant les protéines végétales plutôt que les protéines animales, très fortement consommatrices d'espace cultivable.

Près de 10 % des productions animales sont destinées à l'exportation extra européenne, dont une partie entre en concurrence avec l'agriculture des pays qui ne bénéficient pas, comme les pays de l'Union Européenne, de mesures de protection de leurs agricultures locales.

Cette situation est pointée de longue date par les ONG de développement, des économistes, par des fonctionnaires de la Commission Européenne, qui soulignent le coût élevé de subvention des exportations agricoles (mécanisme des restitutions), pour un bénéfice controversé.

Le Plan Climat 2003 est l'occasion de soulever cette question, sachant qu'il n'existe pas aujourd'hui de réponse élaborée.

Signalons enfin que les émissions liées au cheptel seraient en diminution comme l'indique le graphique ci-contre (Mtéq.CO₂, estimations SOLAGRO à partir des statistiques agricoles et des facteurs d'émission CITEPA).



12. Suivi et évaluation des politiques, réforme des systèmes d'aides

Mesures destinées à permettre le suivi des mesures préconisées ci-dessus et d'évaluer l'impact des politiques agricoles sur l'environnement

12.1. Moyens

□ Mesures

• *Suivi et évaluation des politiques*

- Evaluer l'impact des aides publiques sur l'environnement
- **Présenter les aides publiques** directes ou indirectes sous une forme compréhensible et objective, accessible au public et aux décideurs (statistiques SCEES par département, par culture, par système d'exploitation, par UTH, par SAU)
- **Chiffrer les coûts et dividendes induits**, y compris les impacts sociaux et sanitaires, (impacts et bénéfices environnementaux des systèmes agricoles) : traitement de l'eau, élimination des bouteilles plastiques liées à l'utilisation de l'eau minérale, algues vertes, érosion, effet des haies sur la préservation de la ressource en eau, sur le paysage, sur la consommation de phytosanitaires...

• *Réforme du système d'aides*

- **Réformer le principe des aides PAC** : substituer le contrat (écoconditionnalité) aux aides compensatoires
- **Rendre équitable les aides publiques** en inversant le système des aides : celles-ci doivent être bénéficières en priorité aux systèmes les moins polluants, plutôt que l'inverse comme actuellement. Les aides à la dépollution doivent être considérées comme des mesures transitoires et conditionnelles, tandis que les systèmes offrant le moindre impact doivent être soutenus (agriculture biologique, labels, mesures agro-environnementales, agriculture paysanne...).
- **Aider les démarches volontaires** en rapprochant le montant des mesures agro-environnementales de celui des primes PAC

• *Appliquer les lois existantes*

□ Acceptabilité

• Moyenne

- Coût : 0. Il s'agit de mesures dont le coût est a priori constant, et qui visent à une autre répartition des aides en faveur des systèmes agricoles durables.

12.2. Commentaires

Voir Pointereau P. “**Quelles nécessités, et quelle place pour l'éco-conditionnalité ?...**”, in “Quels diagnostics pour quelles mesures agro-environnementales ?”.

A montant global d'aides publiques inchangées, un soutien accru aux systèmes agricoles les plus durables se traduit par une diminution des aides aux systèmes les moins durables. Pour amorcer ce basculement vers ce cercle vertueux, il est nécessaire de modifier progressivement le système des aides, en commençant par les priorités : par exemple réduction progressive de la prime au maïs ensilage, à l'irrigation.

Le principe du contrat doit faire l'objet d'un montant global au moins équivalent à celui des aides compensatoires, dont l'origine était de compenser la baisse des prix des produits agricoles, pour induire significativement le passage des systèmes agricoles actuels vers des systèmes durables – et non simplement soutenir les bonnes pratiques.

La politique des aides doit veiller à ne pas pénaliser les systèmes déjà orientés selon les principes de la durabilité, et éviter les distorsions des aides en faveur des systèmes non durables.

13. BIBLIOGRAPHIE

- Général

Risoud Bernadette, Bochu Jean Luc (2002), « **Bilan énergétique et émission de gaz à effet de serre à l'échelle de la ferme** », Alter Agri n°55 Septembre- Octobre 2002

European Climate Change Programme, Working group 7 (ECCP WG7) – Agriculture. « **Final report : mitigation potentiel of Greenhouse Gases in the agricultural sector** ». Commission Européenne, Direction générale de l'Agriculture.

SOLAGRO (2003), « **Quels diagnostics pour quelles actions agro-environnementales ?** », Actes du colloque des 10-11 Octobre 2002.

Académie d'Agriculture de France (1999) , « **Bilan et gestion des gaz à effet de serre dans l'espace rural** », Compte-rendu du colloque des 18 et 19 Mai 1999.

- Energie

Collection « Bâtiments à haute performances énergétiques : Agriculture ». (1996) ADEME AICVF, Novembre 1996.

- Azote

« **Les nouveaux défis de la fertilisation raisonnée** » (2001). Actes des 5èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de la terre, 27 à 29 Nov. 2001. Edité par G. Thevenet (COMIFER) et J. Joubert (GEMAS).

« **Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?** » (2002) Rapport d'expertise de l'INRA, Octobre 2002.

BELINE Fabrice, « **Etude des transferts d'azote par nitrification dénitrification au cours du traitement aérobie et du stockage du lisier de porc** ». Thèse, CEMAGREF et Université de Perpignan, n° d'ordre 289D.

- Méthane

Ortenblad Henrik, « **The use of digested slurry within agriculture** » (2000), dans Anaerobic Digestion : making energy and solving modern waste problems, **AD Nett Report 2000**.

AEAT (1998), « **Options to reduce methane emissions (final report)** » pour la DG XI.

- Espaces forestiers non boisés

CHEVROU, Robert (1973), **Inventaires des haies**, *Revue forestière française*, XXV-1 : 47-53.

CHEVROU, Robert (1988), **Inventaire forestier national, méthodes et procédures**.

COULON F et Al (2000), **Etude des pratiques agroforestières associant des arbres fruitiers de haute tige à des cultures et pâtures**, Rapport au ministère de l'environnement, Solagro.

POINTEREAU P., HICKIE D., MIGUEL E., et STEINER (2000). **Arbres et eaux : rôle des arbres champêtres**. Solagro.

Institut Français de l'ENvironnement (1999), **Les espaces boisés en France : bilan environnemental**, Editions Frison-Roche.

Institut de Recherche pour le Développement (1999), **Contribution à l'état des connaissances sur les arbres hors forêt..**

POINTEREAU P. & BAZILE D. (1995). **L'arbre des champs : haies, alignements et prés vergers ou l'art du bocage**. Editions Solagro.

SCEES (1999). **L'utilisation du territoire en 1998**. Nouvelles séries de 1991 à 1998, Agreste – Agriculture N°114.

SCEES (1999). **Les résultats de l'enquête Structure**.

SOLAGRO (1997). **Actions de gestion des structures bocagères**. *Enquête auprès de 30 départements*. Ministère de l'Agriculture.

14. Les fausses « bonnes solutions »

Commentaires des mesures proposées par ECCP WG7 entre [...].

- **Drainage, irrigation** [impacts importants et variés, généralement négatifs sur l'environnement, implications majeures sur la ressource en eau... priorité à donner aux cultures à moindre besoins en eau ... mesure à annuler]
- **Couverture fosses à lisier** [potentiel de réduction de N₂O incertain, contre-effets possibles... mesure à analyser].
- **Modification des fermentations entériques** [nombreuses mesures envisagées : modification de l'alimentation, manipulations génétiques... mesures généralement au stade expérimental, d'effet incertain, risques sanitaires, et offrant un potentiel réduit. La seule mesure retenue est la C.16 « Efficiency of life time », qui prône une augmentation des lactations par vache, mais reconnaît que la tendance est inverse].