



Université catholique de Louvain



RÉGION WALLONNE



**Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée (GIREA)
Unité d'Écologie et de Biogéographie
Faculté des Sciences
Université catholique de Louvain**

**Systeme Intégré d'Aide à la Décision Publique Agricole
et Environnementale en Région wallonne
ADAGE-RW**

Projet de recherche : D31-1108 - Section 2

Rapport final de synthèse

**Catherine DELAUNOY
Julien GHUISOLAND
Thierry WALOT
Philippe LEBRUN**

Louvain-la-Neuve, le 25 octobre 2006

Remerciements

L'équipe du projet de recherche ADAGE tient à remercier les membres du Comité de suivi scientifique Mr J.-M. BOUQUIAUX, Mr Cl. FELTZ, Pr. G. VAN HUYLENBROECK, Mr Ph. LEBAILLY, Mr Ch. MULDER, Mme A. POURTOIS, Mr J. RENARD et Mr Y. SOMVILLE pour leurs remarques avisées.

Nous voulons également remercier tout particulièrement les membres de la Division de l'Analyse Economique Agricole pour leur aide sur l'extraction et la compréhension des données du RICA+, en particulier MM L. VANORLÉ, P. WADIN, J.-M. BOUQUIAUX, O. CAPPELLEN, M. GOFFIN, et leurs collaborateurs. Nous remercions aussi la Division de la Coordination de l'Intervention, en particulier MM C. SWAELENS, P. LAMBERT et L. VANHALLE ainsi que les autres Divisions de la Direction Générale de l'Agriculture qui ont apporté leur contribution à ce projet.

Nous tenons à saluer également la participation active des unités de recherche faisant partie du consortium SEPALE : le Centrum voor Landbouweconomie du Ministère de la Communauté flamande et le Vakgroep Landbouweconomie de l'Université de Gand, représentés par Mr L. LAUWERS, Prof. G. VAN HUYLENBROECK, MM J. BUYSSE, B. FERNAGUT et J. VAN MEENSEL.

De par le caractère transversal de ce projet, nous avons lié des contacts avec d'autres unités de recherche. Certaines de ces unités auront d'ailleurs un rôle actif dans la deuxième subvention de ce projet en 2007-2008. Nous remercions donc l'unité GEOG-UCL (Prof. M.D.A. ROUNSEVELL et Mr D. DABIN), l'unité UHAGx-FUSAGx (Prof. S. DAUTREBANDE et Mme C. SOHIER), l'unité BNUT-UCL (MM D. DESWYSEN et M. FOCANT), l'unité ENGE-UCL (Mr X. BLAES), l'INA-PG (Prof. J.C. BUREAU) et les membres du projet CAPRI (MM M. KEMPEN et M. ADENAUER notamment).

Nous adressons également un remerciement chaleureux aux membres des unités ECRU et GIREA-ECOL ainsi qu'à Mlle M. DELAVERGNE pour leurs aides et leurs soutiens.

Sommaire

I. Rappel des objectifs	1
II. Calendrier	1
III. Activités et résultats durant la période	3
III.1. Modélisation bio-économique	3
III.1.1. Estimation des paramètres de la fonction de coût (ECRU)	3
III.1.2. Incorporation du risque dans la fonction de coût (ECRU)	3
III.1.3. Activités d'élevage : le module animal (ECRU)	3
III.1.4. Contraintes environnementales : l'écoconditionnalité (GIREA)	3
III.1.5. Contraintes de politiques agricoles (ECRU)	3
III.1.6. Mesures agri-environnementales (GIREA)	3
III.1.7. Développement d'indicateurs de résultats (GIREA)	7
III.2. Construction, assemblage et croisement des bases de données	9
III.2.1. Examen des bases de données (GIREA)	9
III.2.2. Assemblage des données du RICA et extraction de données (JOINT)	9
III.2.3. Croisement entre les bases de données (JOINT)	11
III.2.4. Construction de la base de données PAEXA (GIREA)	12
III.2.5. Utilisation d'autres bases de données (JOINT)	12
III.3. Développement des interfaces	14
III.3.1. Interface entre base de données et modèle bio-économique (ECRU)	14
III.3.2. Interface modèle bio-économique et résultats (ECRU)	14
III.3.3. Intégration entre modèle externe et modèle bio-économique (ECRU)	14
IV. Difficultés rencontrées.....	15
IV.1. SIGEC.....	15
IV.2. METAGRE	16
IV.3. Autres.....	16
V. Programme de travail pour la fin de la subvention.....	17
V.1. Modélisation bio-économique.....	18
V.1.1. Estimation des paramètres de la fonction de coût (ECRU)	18
V.1.2. Incorporation du risque dans la fonction de coût (ECRU)	18
V.1.3. Activités d'élevage: le module animal (ECRU)	18
V.1.4. Contraintes environnementales: l'écoconditionnalité (GIREA)	18
V.1.5. Contraintes de politiques agricoles (ECRU)	19
V.1.6. Mesures agri-environnementales (GIREA)	19
V.1.7. Développement d'indicateurs de résultats (GIREA)	19
V.2. Construction, assemblage et croisement des bases de données	20
V.2.1. Examen des bases de données (GIREA)	20
V.2.2. Assemblage des données du RICA+ et extraction de données (JOINT)	20
V.2.3. Croisement entre les bases de données (JOINT)	20
V.2.4. Construction de la base de données PAEXA (GIREA)	20
V.2.5. Utilisation d'autres bases de données (JOINT)	20
V.3. Développement des interfaces.....	20
V.3.1. Interface entre base de données et modèle bio-économique (ECRU)	20
V.3.2. Interface modèle bio-économique et résultats (ECRU)	20
V.3.3. Intégration entre modèle externe et modèle bio-économique (ECRU)	20
V.4. Validation (JOINT)	21
VI. Conclusions.....	22
Bibliographie	24
Liste des abréviations	25

I. Rappel des objectifs

Ce projet de recherche vise à développer un Système d'Aide à la Décision (SAD) afin d'évaluer les conséquences de réformes agricoles et environnementales en Région wallonne, avant leur mise en pratique. Il s'agit d'anticiper les réactions des exploitations agricoles individuelles au niveau des surfaces cultivées, des quantités produites, des intrants utilisés, des revenus et des changements environnementaux estimés par plusieurs indicateurs.

Cette recherche exploite les données statistiques du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA+), de l'enquête continue du GIREA sur le suivi et l'évaluation des mesures agri-environnementales (MAE), de la base de données METAGRE relative aux exploitations agricoles engagées dans des MAE, du recensement du parcellaire des exploitations du SIGEC (Système Intégré de Gestion et de Contrôle) et de l'Institut National de Statistiques (INS).

Le SAD s'articule en trois axes:

1. L'extraction et le traitement des données ;
2. La modélisation des activités économiques et environnementales des exploitations, y compris l'estimation de leur technologie de production ;
3. La simulation des changements d'activités des exploitations suite à des changements de leur environnement économique, et réglementaire.

La convivialité du SAD et la présentation claire des résultats est un axe transversal aux trois précédents.

II. Calendrier

- 1^{er} janvier 2005: début du projet de recherche
- 1^{er} mars 2005: engagement d'un chercheur à plein temps (Julien Ghuisoland) et acquisition du matériel informatique
- 15 avril 2005: acquisition du logiciel statistique SAS pour le traitement des données du RICA+
- 28 avril 2005: réception des données du RICA+ en provenance de la Direction de l'Analyse Economique agricole (DAEA-DGA)
- 11 mai 2005: réunion ADAGE de suivi scientifique
- Mai 2005: formation SAS délivrée par l'Institut de Statistique de l'UCL
- 2 juin 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- Juin 2005: acquisition du logiciel de cartographie ArcGIS pour le traitement des données du SIGEC
- Juin 2005 : réception des données géographiques en provenance de la Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, du Logement et du Patrimoine (DGATLP)
- Juin 2005 : réception des données géographiques en provenance de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE)
- 6 juillet 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- Juillet 2005 : accessibilité aux données cartographiques Plans photographiques numériques communaux (PPNC) via la Direction Générale des Pouvoirs Locaux (DGPL)

- 17 août 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 14 septembre 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 20 septembre 2005 : actualisation du logiciel GAMS
- 12 octobre 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 18 octobre 2005 : convention d'accès aux bases de données RICA+, METAGRE et SIGEC gérées par Direction générale de l'Agriculture du Ministère de la Région wallonne
- 24 octobre 2005 : réception des bases de données SIGEC et METAGRE
- 16 novembre 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 14 décembre 2005 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 11 janvier 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 27 janvier 2006 : présentation du rapport d'activité intermédiaire
- 16 février 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 20 février 2006 : Réception des données complétées du SIGEC et de METAGRE
- 1^{er} mars 2006 : remplacement de Julien Ghuisoland par Catherine Delaunoy
- 23 mars 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 4 mai 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 17 mai 2006 : formation Python (langage de programmation pour ArcGIS)
- 29 mai 2006 : formation SAS délivrée par l'Institut de Statistique de l'UCL
- 8 juin 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 15 juin 2006 : réunion avec M. Blaes de la convention SAGRIWATEL.
- 26 juin 2006 : présentation du modèle et de résultats partiels à la DGA, en présence de membres de la DAEA et de plusieurs autres Directions.
- 17 juillet 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 18 juillet 2006 : réunion avec Pr. Dautrebande (Unité d'Hydrologie et Hydraulique Agricole – FUSAGx) sur l'intégration du risque d'érosion au modèle.
- 20 juillet 2006 : réunion à la DAEA sur les données
- 22 août 2006 : réception des données géographiques en provenance de l'IGN
- 30 août 2006 : réunion à la Coordination de l'Intervention (IG21) sur les données
- 11 septembre 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 23 octobre 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 6 novembre 2006 : réunion avec les chargés de mission de la convention Opti-MAE.
- 27 novembre 2006 : réunion ADAGE de suivi scientifique
- 30 novembre 2006 : réunion du Comité d'Accompagnement ADAGE
- 31 décembre 2006 : fin du projet de recherche

III. Activités et résultats durant la période

Cette section ne rend compte que des travaux réalisés par le GIREA dans le cadre du projet de recherche D31-1108 / Section 2. Cependant, il sera fait référence également aux travaux réalisés par ECRU. Nous renvoyons le lecteur au rapport d'activité du projet de recherche D31-1108 / Section 1 en complément de celui-ci. La complexité des traitements a parfois induit des collaborations qui n'étaient pas prévues initialement entre les deux unités de recherche, ce qui explique de légères modifications d'affectation des travaux avec le rapport intermédiaire de janvier 2006. Les parties communes (JOINT) ne nécessitent pas la consultation du rapport D31-1108 / Section 1.

III.1. Modélisation bio-économique

III.1.1. *Estimation des paramètres de la fonction de coût (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

III.1.2. *Incorporation du risque dans la fonction de coût (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

III.1.3. *Activités d'élevage : le module animal (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

III.1.4. *Contraintes environnementales : l'écoconditionnalité (GIREA)*

Les aspects environnementaux constituent aujourd'hui une responsabilité explicitée pour les exploitants agricoles, qui s'exprime notamment à travers l'écoconditionnalité.

La contrainte d'un taux de liaison au sol inférieur à un est intégrée au modèle. La prise en compte du parcellaire SIGEC et de l'information vectorielle relative aux zones vulnérables, au sens du Plan de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) de la Région wallonne, affine l'estimation des taux de liaison au sol.

La contrainte d'un maintien des prairies permanentes selon le respect d'un ratio de référence (prairie permanente / superficie agricole utile) est intégrée au modèle.

III.1.5. *Contraintes de politiques agricoles (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

III.1.6. *Mesures agri-environnementales (GIREA)*

a. Les MAE modélisables

Les mesures agri-environnementales (Arrêté du Gouvernement wallon (GW) du 11/03/99 et du 28/10/04 modifié par l'arrêté du GW du 20/07/05) sélectionnées sont techniquement modélisables, c'est-à-dire que les critères d'éligibilité sont facilement appliqués aux données géographiques. Des traitements spécifiques permettent d'estimer les superficies qu'on aurait pu engager sous contrat chaque année. Il s'agit des MAE suivantes :

- MAE 1 : Conservation des éléments du réseau écologique et du paysage (haies et mares)

- MAE 2 : Prairie naturelle (fauche tardive)
- MAE 3A : Tournière enherbée en bordure de culture
- MAE 3B : Bande de prairie extensive (dans le nouveau programme)
- MAE 4 : Couverture hivernale du sol
- MAE 5 : Réduction d'intrants en céréales
- MAE 7 : Maintien de faible charge en bétail
- MAE 9B : Bande aménagée en bord des cours d'eau et lutte contre l'érosion
- MAE 10 : Plan d'action agri-environnemental (dans le nouveau programme).

La modélisation des MAE doit permettre aux exploitations de l'échantillon retenu de choisir, d'adopter une ou plusieurs de ces MAE si elles leur sont profitables. Les MAE sont modélisées comme toute autre activité agricole à savoir comme une activité productrice d'un service valorisé par un subside plutôt que par un prix.

L'extraction des informations relatives aux critères d'éligibilité a été dans un premier temps réalisée sur base du cahier des charges du programme agri-environnemental de 1999 (Arrêté du GW du 11/03/99). Le nouveau programme de 2004 (Arrêté du GW du 28/10/2004 modifié par l'arrêté du GW du 20/07/05), en application dès 2005, pourra être modélisé dès que les données du RICA+ 2005 seront disponibles. Les cahiers des charges n'étant pas fondamentalement différents, le transfert entre les deux programmes devrait être réalisable relativement aisément.

La priorité a été donnée aux MAE les plus populaires, c'est-à-dire celles qui génèrent le plus de subsides versés aux agriculteurs. Ces MAE sont les suivantes : les tournières enherbées en bordure de culture, les tournières enherbées en bordure de culture le long des cours d'eau, la conservation des éléments du réseau écologique et du paysage (haies, bandes boisées et mares) et la couverture hivernale du sol. À ce stade, la modélisation des tournières est complète, celle de la couverture hivernale est en cours de réalisation (données traitées, conceptualisation en cours) et celle des mares et des haies a été amorcée par la réception de données en août 2006.

Le cas de la couverture hivernale du sol est particulier en ce sens qu'il en existe trois types distincts. Tout d'abord, la couverture du sol en hiver est une bonne pratique agricole, reconnue pour son rôle d'engrais vert améliorant la structure du sol. Deuxièmement, la couverture hivernale est également l'une des mesures agri-environnementales en Région wallonne. Enfin, les cultures intercalaires pièges à nitrates (CIPAN) interviennent dans la législation relative au PGDA (Arrêté du GW du 10/10/02). Les dates de références pour les travaux cultureux des deux couvertures hivernales légiférées (PGDA et MAE) ne correspondent pas.

b. Estimation des paramètres intervenant dans la fonction de coût

L'intérêt des données METAGRE concernant les informations relatives aux MAE réside dans la comparaison de la situation réelle avec la situation potentiellement réalisable. La comparaison de ce qui a été engagé sous contrat MAE et de ce qui aurait pu réellement être engagé comme superficie permet le calcul d'un paramètre reflétant les coûts cachés liés à l'adhésion à cette mesure (pas de disponibilité de main d'œuvre, période de travail déjà saturée, coûts d'apprentissage...). L'aversion au risque n'est pas intégrée au modèle pour cette activité car le subside est connu par avance et garanti par le contrat sous réserve du

respect du cahier des charges¹. Les retards de paiements très fréquents entraînent toutefois une certaine réticence à s'engager dans un contrat MAE. Les contrôles, parfois litigieux, découragent aussi les exploitants. La période de travail est une variable difficile à intégrer dans le modèle économique car le RICA+ ne mentionne aucune temporalité. Il est donc difficile de jouer sur des modifications de dates des travaux culturels lors de simulations de scénarios dans la modélisation.

L'identification des coûts associés à la mise en œuvre de la mesure est réalisée, dans la mesure où ils peuvent être identifiés, sur base des données du RICA+. Pour les tournières enherbées, comme il n'existe pas encore de code spécifique dans le RICA+ pour cette activité, il a fallu estimer le prix des semences sur base de devis auprès de fournisseurs. Pour les couvertures hivernales, comme les codes concernant cette mesure existent dans le RICA+ (culture intercalaire pour engrais vert notamment), nous avons préféré utiliser les coûts des semences qui y sont indiqués. Ces coûts ont été comparés avec les prix proposés par des fournisseurs et étaient conformes aux avis des professionnels. Le cahier des charges interdit l'apport de fertilisants, de produits phytosanitaires, d'engrais et d'amendement pour les tournières et de fertilisation minérale azotée dans le cas de la couverture hivernale. Ces conditions restreignent fortement les coûts pouvant être mis en œuvre pour ces MAE. Dans le cas d'autres MAE, il faudra probablement intégrer d'autres coûts que les prix des semences (amortissement de matériel spécifique dans le cas des haies par exemple). Nous avons contacté des entrepreneurs agricoles pour qu'ils nous proposent un devis pour la mise en place de la tournière et pour son entretien. Les entrepreneurs nous ont confirmé que les agriculteurs faisaient rarement appel à eux pour ce type de travaux, il n'y a donc pas de frais de travaux par tiers pour cette mesure, poste budgétaire présent dans le RICA+.

Nous avons également voulu essayer de quantifier économiquement les avantages engendrés par les MAE dans le but de les intégrer au modèle économique. Par exemple, la couverture hivernale du sol joue un rôle d'engrais vert (apport de matière organique, amélioration de la structure du sol) qui est souvent plus établi que le rôle de limitation de l'érosion. En effet, la culture intercalaire, en se décomposant, apporte de l'azote à la culture suivante. Hupin *et al.* (2002) nuancent l'effet de l'azote sur la culture suivante selon la plante utilisée comme culture intercalaire, son état physiologique lors de l'enfouissement et selon la date d'enfouissement. Dautrebande *et al.* (2004) met également en évidence l'importance de considérer l'ensemble de l'itinéraire technique (types de cultures, dates des travaux culturels) pour identifier d'éventuels effets positifs sur les problématiques de l'érosion diffuse et des pertes en nitrates par percolation. Les variations des rendements agricoles, suite à l'introduction d'une culture intercalaire, ne sont pas apparues significatives dans les premiers tests. Dans la reconduction d'ADAGE, nous avons prévu d'aborder la problématique de l'érosion plus en détail.

c. Résultats

Les traitements des données ont mis en évidence certains éléments :

-La contrainte des superficies de tournières² sous contrat limitée à 8% de culture sous labour est une limite effective. En d'autres termes, cet élément du cahier des charges restreint la superficie maximale potentiellement réalisable. Plus précisément, dans seulement 12% des exploitations, les superficies potentielles sont limitées par les autres contraintes du cahier des charges. Il est donc envisageable de simuler des scénarios présentant une augmentation de cette contrainte jusqu'à 10% de culture sous labour par exemple.

¹ Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1, section III.1.1 pour plus de détail sur la notion d'aversion au risque

² Dans le nouveau programme agri-environnemental, les 8% de culture sous labour restreignent les superficies en tournières mais aussi en bandes de parcelles aménagées.

-En moyenne, chaque exploitant pourrait emblaver 3,1 hectares de tournière enherbée selon le SIGEC.

-Dans le cas de la MAE « couverture hivernale du sol », les superficies engagées sous contrat sont généralement inférieures à ce qui est déclaré comme culture intercalaire dans le RICA+. La signature d'un contrat MAE impose le respect des superficies engagées pour une période de 5 ans. Les rotations culturales doivent donc être prévisibles à 5 ans lors du calcul des superficies déclarées ce qui est difficile dans le contexte agricole actuel. En effet, un semis de céréales d'hiver ne peut être considéré comme superficie sous contrat MAE car le cahier de charge MAE interdit la récolte de la culture intercalaire.

-En moyenne, chaque exploitant pourrait s'engager pour 26.1 hectares de couverture hivernale sous contrat MAE selon le SIGEC.

La modélisation des tournières n'apporte pas de difficulté supplémentaire. Pour cela, nous nous basons sur la modélisation exposée aux sections III.1.1 et III.1.2 du rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1 où sont ajoutés les revenus générés par les tournières (subsidés), les coûts associés (semences essentiellement) et la surface engagée. Le revenu est considéré comme non aléatoire (bien que ce fait puisse être remis en cause si nous considérons la probabilité de contrôle et de ne pas être en conformité). La même démarche est entamée pour la couverture hivernale pour laquelle les données ont été traitées et leur intégration dans le modèle des grandes cultures est en cours. La fonction de coût est détaillée dans la section III.1.6 du rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

La modélisation des mesures agri-environnementales a notamment permis de calculer la marge brute standard associée à ces activités, qui est variable par exploitation. Cela s'explique par la prise en compte des coûts à l'échelle de chaque exploitation dans le RICA+. Néanmoins, l'exploitation du modèle grandes cultures permet d'affirmer que la marge brute standard de la tournière enherbée est de l'ordre de celle du blé d'hiver. Le tableau 1 détaille les statistiques descriptives de différentes activités agricoles, en termes de superficie moyenne par exploitation, de rendement moyen, de marge brute moyenne, de coefficient de variation de la marge brute ainsi que de subside à l'hectare. On constate donc que la marge brute de la tournière est affectée d'un coefficient de variation bien plus faible que les autres activités, témoignant du faible risque lié à cette activité en raison du subside. La couverture hivernale est un peu différente de la tournière en ce sens qu'elle se réalise après une culture principale et donc qu'une parcelle génère plusieurs sources de revenu. Il est donc tout à fait normal que la marge brute de la couverture hivernale soit nettement inférieure à celle de la tournière enherbée.

Tableau 1: Statistiques descriptives par activité

	Blé d'hiver	Betterave sucrière	Chicorée	Pomme de terre	Tournière
Superficie moyenne / exploitation (ha)	30.0	27.7	9.7	12.7	1.8
Rendement moyen (t/ha)	8.2	35.7	22.4	11.4	n. d.
Marge brute moyenne (Euro/ha)	970.9	1177.9	1205.1	1769.3	896.2
Coefficient de variation ³ de la marge brute par ha par exploitation (%)	23.6	30.4	28.1	39.5	3.2
Subside à l'hectare moyen (Euro/ha)	359.1	0.0	0.0	0.0	914.7

Source: Polomé *et al.*, 2006

³ Le coefficient de variation est calculé en divisant l'écart type de la distribution par sa moyenne. L'écart type mesure la dispersion standard de la distribution autour de la moyenne.

III.1.7. Développement d'indicateurs de résultats (GIREA)

Des indicateurs environnementaux synthétiques, utilisés largement en Région wallonne et/ou sélectionnés à partir de la littérature (SOLAGRO, 1999 ; Van Bol *et al.*, 2001) ont été identifiés et codifiés en GAMS. Certains de ces indicateurs sont des références légales, notamment ce qui concerne le taux de liaison au sol est précisé dans le PGDA (Arrêté du GW du 10/10/02).

Des indicateurs plus complexes ont ensuite été étudiés tels le bilan d'azote sur l'exploitation (Van Bol *et al.*, 2001) ou encore les émissions de gaz à effets de serre et acidifiants - protoxyde d'azote N₂O, méthane CH₄ et ammoniac NH₃ (SITEREM, 2001).

Ces indicateurs permettent l'évaluation des performances environnementales des exploitations du RICA+ parallèlement à l'évaluation économique dans le souci de développer à terme des corrélations entre les performances environnementales et économiques. Ils permettent aussi d'évaluer les changements environnementaux suite à des modifications de politiques agricoles et environnementales.

a. Indicateurs de base

Les premiers indicateurs sélectionnés sont ceux pouvant être estimés à partir des seules données du RICA+ :

- nombre de cultures par année sur l'exploitation
- charge en bétail exprimée en nombres d'animaux en UGB / superficie en culture fourragère
- couverture du sol en hiver exprimée en % de la superficie agricole utile (SAU) sous culture
- couverture du sol en hiver (y inclus prairies) en % de la SAU totale
- taux de liaison au sol interne
- taux de liaison au sol de base (matière organique importée comprise)
- respect de la norme PGDA à l'échelle de l'exploitation concernant l'azote total en prairies (en kilogramme d'azote totale par hectare)
- respect de la norme PGDA à l'échelle de l'exploitation concernant l'azote organique en prairies (en kilogramme d'azote organique par hectare)
- respect de la norme PGDA à l'échelle de l'exploitation concernant l'azote total en cultures exprimé en kilogramme d'azote total par hectare
- respect de la norme PGDA à l'échelle de l'exploitation concernant l'azote organique en cultures (en kilogramme d'azote organique par hectare)
- nombre de cultures dépassant les normes concernant l'azote total par exploitation
- rapport entre l'azote total épandu sur l'exploitation et la norme PGDA en azote total sur l'exploitation
- superficie amendée en matières organiques (SAMO) correspond à la part de la SAU amendée en matière organique (remarque : le calcul de SAMO est réalisé par activité végétale en raison de l'organisation des données du RICA alors qu'il devrait être calculé par parcelle)
- rapport entre l'azote organique et l'azote total (remarque : on prend en compte l'azote organique épandu et non l'azote organique produit par l'exploitation)
- pourcentage de légumineuses dans la SAU

b. Amélioration de l'estimation des indicateurs de base

L'utilisation des données du SIGEC couplées à l'information géographique disponible permet d'estimer plus finement certains indicateurs de base. Ainsi, les taux de liaison au sol des exploitations sont, dès lors, estimés en prenant en compte la répartition des parcelles par rapport aux zones vulnérables, sachant qu'une parcelle qui a une intersection graphique

supérieure ou égale à 2 ares avec une zone vulnérable est considérée entièrement en zone vulnérable.

c. Bilan d'azote

Le bilan d'azote peut être réalisé au niveau de l'exploitation ou au niveau de l'assolement. Cependant, comme les informations du RICA+ sont seulement disponibles par culture et non par parcelle, nous ne pouvons aborder le bilan au niveau de l'assolement dans ce modèle. Le bilan d'azote sur l'exploitation (Van Bol *et al.*, 2001) est calculé à partir des données du RICA+ et est basé sur le bilan prévisionnel de Nitrawal pour le raisonnement de la fertilisation azotée auprès des exploitations en démarche qualité (Arrêté du GW du 10/10/02).

Les différentes entrées d'azote sont :

- fixation symbiotique ;
- fixation asymbiotique ;
- immission atmosphérique ;
- engrais organiques importés ;
- engrais minéraux épandus ;
- paille achetée ;
- animaux achetés ;
- fourrages achetés ;
- aliments concentrés achetés ;
- diminution du stock.

Les différentes sorties d'azote sont :

- produits végétaux vendus
- produits animaux et animaux vendus
- effluents d'élevage exportés
- augmentation du stock.

La modélisation du bilan d'azote prévoit l'étude d'une taxe sur l'azote en excès (voir point V.1.7).

d. Gaz à effets de serre (GES)

L'intégration des GES est réalisée sur base de SITEREM (2001). La modélisation des GES s'appuie également sur l'expérience française en la matière (De Cara *et al.*, 2004).

Les émissions de méthane (CH₄) suivantes sont prises en compte :

- fermentation entérique des bovins
- stockage des effluents liquides et solides
- déjections des bovins en prairies
- épandage des effluents liquides et solides sur cultures et sur prairies.

Les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) suivantes sont prises en compte :

- stockage des effluents liquides et solides
- déjections des bovins en prairies
- épandage des effluents liquides et solides sur cultures et sur prairies
- épandage des fertilisants chimiques
- fourniture en azote des résidus cultureux précédents
- fourniture en azote atmosphérique

- fixation asymbiotique des sols
- fixation symbiotique des sols.

Les émissions d'ammoniac (NH₃) suivantes sont prises en compte :

- stockage des effluents liquides et solides
- épandage des effluents liquides et solides sur cultures et sur prairies
- déjections des bovins en prairies
- épandage des fertilisants chimiques.

III.2. Construction, assemblage et croisement des bases de données

III.2.1. *Examen des bases de données (GIREA)*

Sur base des données du RICA+, l'unité ECRU a produit des analyses statistiques internes ne traitant pas nécessairement de questions environnementales (par exemple, la gestion du troupeau, la nutrition animale, l'allocation de superficie agricole, les corrélations entre intrants, etc.). Le GIREA a examiné et extrait les données du RICA+ nécessaires à l'estimation des indicateurs environnementaux développés au point III.1.7.

Pour ADAGE, la base de données METAGRE reprend l'ensemble des contrats agri-environnementaux engagés par les agriculteurs participant au RICA+. Cette base de données reprend les informations suivantes : numéro ADAGE, numéro de la mesure engagée, superficie ou quantité engagée, date d'engagement, montants perçus. La disponibilité des données est 1996-2005. Avant nettoyage (voir section IV), la base de données comportait 1785 contrats engagés par 1360 exploitants.

La base de données SIGEC a été analysée à l'aide du logiciel de système d'information géographique ArcGIS. Cette base de données consiste en la représentation géographique du parcellaire agricole de l'échantillon d'agriculteurs participant à l'inventaire RICA+. Ce parcellaire est corrélé avec une table d'attribut reprenant une série d'informations liées à la parcelle comme le numéro ADAGE du producteur, le code culture et le code destination (indiquant si la culture est sous contrat de transformation par exemple). La période de disponibilité des données est 1997-2005. Chaque année, cela représente environ 13 000 parcelles agricoles. Par exemple, le SIGEC 2005 comporte 13 535 parcelles gérées par 592 exploitants agricoles avec une SAU moyenne de 68 hectares répartis en 22 parcelles en moyenne.

La base de donnée TALISOL (taux de liaison au sol) n'a pas été demandée puisque le GIREA possède toutes les données nécessaires pour calculer les taux de liaison au sol.

III.2.2. *Assemblage des données du RICA et extraction de données (JOINT)*

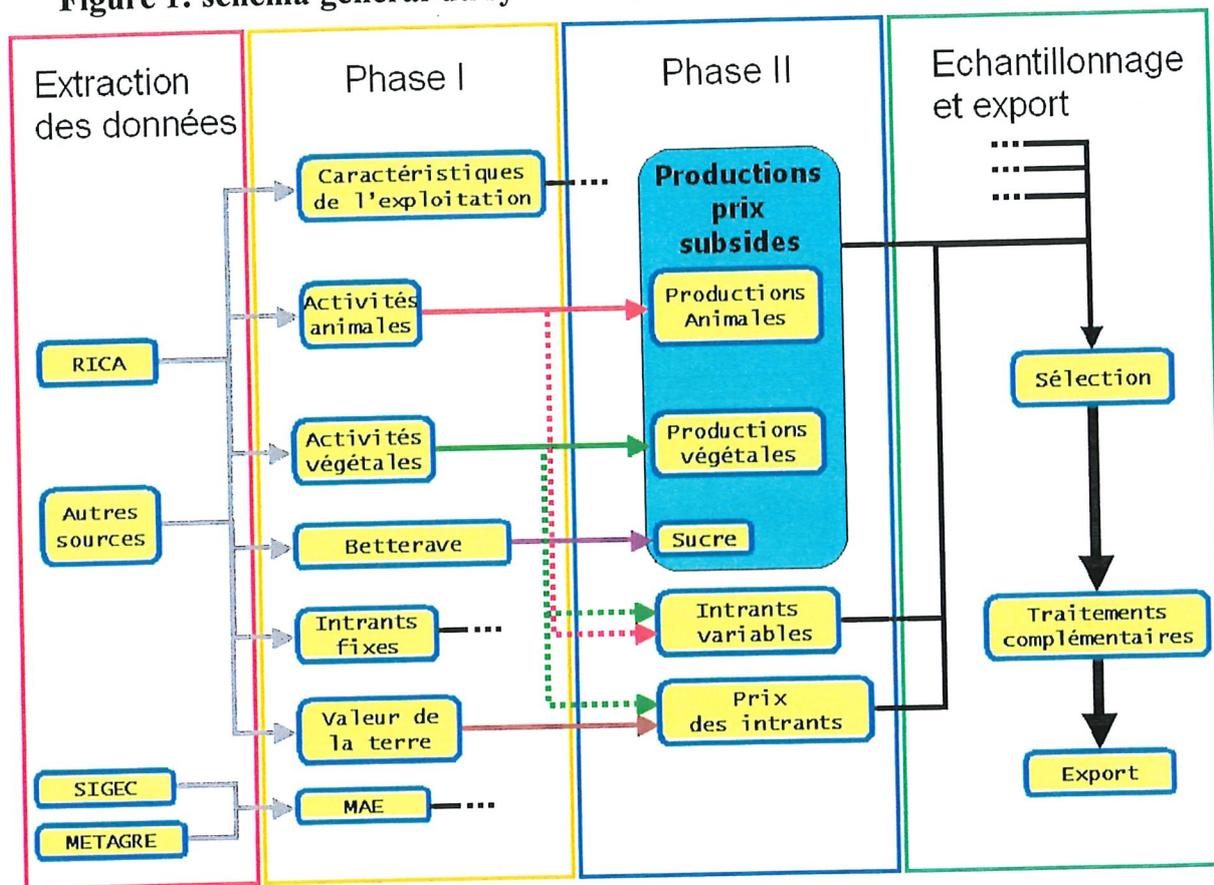
Pour la réalisation du système d'assemblage et de traitement des données, ECRU s'est basé sur les travaux du consortium SEPALE qui exploite également le RICA. Les routines écrites sous les logiciels SAS et GAMS relatives à l'extraction des données pour SEPALE ont donc été revues, adaptées et enrichies, en ne conservant que les procédures utiles.

Les programmes informatiques incluent notamment un modèle économétrique permettant d'estimer le prix des engrais, divers filtres de sélection, ainsi qu'une transformation en monnaie constante si nécessaire. Les rendements régionaux de l'INS sont utilisés pour le calcul de la production de fourrages sur base des superficies, seules données disponibles dans le RICA+. De plus, des données complémentaires, telles que les stocks de productions végétales ou les facteurs fixes (capital, travail, machines), sont extraites du RICA+.

Le développement de la modélisation des activités animales a nécessité de compléter le jeu de données avec des informations complémentaires relatives à la nutrition animale telles que les intra-consommations de productions végétales (y.c. pailles et stocks), les achats d'aliments, les quantités en énergie exprimées en VEM, en protéines exprimées en DVE et le solde des protéines instables exprimées en OEB de chaque intrant ainsi que leur volume en matière sèche exprimée en UEB, le poids des animaux et le taux de protéine du lait produit.

La figure 1 illustre le schéma général du traitement des données, où chaque nœud est un sous-programme exécutant une série de tâche consacrée à un thème. Après extraction, les données sont isolées en phase I. La phase II consiste à assembler les données en format liste compréhensible pour le logiciel GAMS, c'est-à-dire une valeur par ligne. Vient ensuite l'étape de la sélection des sous-échantillons d'exploitations de grandes cultures et spécialisées lait avant export.

Figure 1: schéma général du système de traitement des données sous SAS

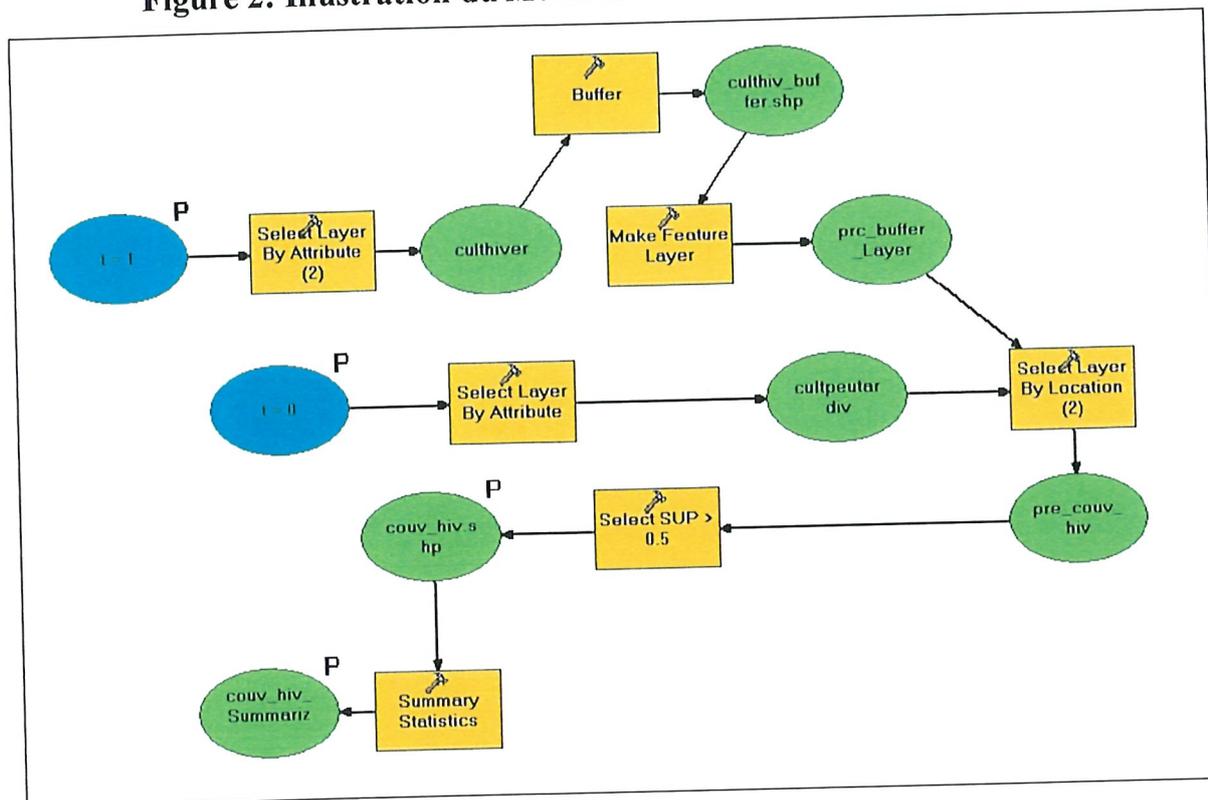


Afin d'identifier le potentiel maximal d'engagement aux MAE, les exigences liées au cahier des charges (Arrêté du GW du 11/03/99 et du 28/10/04 modifié par l'Arrêté du 20/07/05) ont du être traduites en traitements géographiques par le GIREA. Le parcellaire agricole a été croisé avec une banque de données géographiques rassemblée pour ADAGE. Ces traitements ont été réalisés sur ArcGIS de manière systématisée grâce à la programmation Python et au « Model Builder ». Python est un langage de programmation permettant de commander des traitements de données géographiques gérées sous ArcGIS. Le « Model Builder » permet d'automatiser ces tâches de façon conviviale. Les résultats obtenus dans un fichier DBF (DataBase File) ont du être traités et mis en forme sous SAS afin d'exporter les données sous un format GDX compatible avec GAMS et ainsi entrer dans la modélisation.

La figure 2 illustre une application du Model Builder en utilisant l'exemple de la MAE "couverture hivernale". L'objectif est ici de mettre en évidence la couverture maximale

réalisable pour chaque exploitant sur cinq ans compte tenu de ses exigences en terme de rotation. Les données exploitées sont présentées en bleu et matérialisent les couches géographiques aux périodes t et t+1. En effet, la MAE "couverture hivernale" n'est valable que selon certains critères relatifs aux cultures antérieures et postérieures comme exposé au cahier des charges de cette MAE. Une nouvelle couche est ensuite créée sur base de ces critères. Les parcelles d'une superficie inférieure à 0.5 hectare sont exclues, toujours suivant le cahier des charges. L'étape finale est le calcul de la superficie totale pouvant accueillir une couverture hivernale pour chaque exploitation. Un traitement complémentaire est réalisé sous le logiciel SAS pour mettre en évidence la couverture hivernale maximale réalisable sur cinq ans.

Figure 2: Illustration du Model Builder: la couverture hivernale



Pour ADAGE, la base de données METAGRE reprend l'ensemble des contrats agri-environnementaux engagés par les agriculteurs participant au RICA+. Les informations sont stockées dans un fichier Excel mais un nettoyage et une mise en forme des données ont du être réalisés grâce au logiciel SAS afin d'écarter les erreurs qui subsistaient (voir section IV). Les contrats MAE sont définis ici comme l'engagement d'une exploitation se référant à une MAE et établi pour une durée de 5 ans. Chaque tournière correspond à un contrat, il est donc possible d'avoir simultanément plusieurs contrats MAE pour le même exploitant pour la même mesure.

III.2.3. Croisement entre les bases de données (JOINT)

Une fois les différentes bases de données obtenues, examinées, nettoyées et mises en forme, l'assemblage de ces bases avec le RICA+ a pu débuter en décembre 2005. Ces différentes bases de données (RICA+, SIGEC et METAGRE) peuvent être couplées entre elles sur base d'un numéro d'identification commun et confidentiel.

Pour intégrer la base de données SIGEC au système de traitement de données, il a fallu préalablement établir une correspondance des nomenclatures des codes de cultures. En effet,

les cultures sur les parcelles du SIGEC sont identifiées par un code PAC qui diffère de celui utilisé pour identifier les activités végétales du RICA+. Il a donc fallu établir un tableau de correspondance entre les définitions de ces deux bases de données de manière à pouvoir intégrer les données du SIGEC au système de traitement de données du RICA+.

L'intégration des données de METAGRE avec celles du RICA+ a fait l'objet de traitements spécifiques. En effet, chaque observation de METAGRE est un contrat valable cinq ans. Pour rendre ces informations compatibles avec le RICA+, il a été nécessaire d'échelonner pour 1/5 de la valeur du contrat sur cinq ans à partir de la date de signature du contrat.

Les bases de données METAGRE et SIGEC sont intégrées au processus de traitement des données conçu pour le RICA+. Les informations relatives aux activités de MAE ont été intégrées dans la modélisation sous GAMS, après avoir créé de nouvelles variables supportant ces données.

Il est également prévu de compiler les données du PAEXA à celles du RICA+ en vue d'introduire les données environnementales d'exploitations reprises par le PAEXA dans la modélisation. La faisabilité d'une telle compilation est à l'étude (voir section V.2.4).

III.2.4. Construction de la base de données PAEXA (GIREA)

La base de données PAEXA reprendra les diagnostics environnementaux relatifs aux exploitations agricoles engagées dans un plan d'action agri-environnemental (MAE 10). Actuellement, environ 70 exploitations agricoles ont réalisé le diagnostic environnemental PAEXA préalable à la signature du contrat MAE 10. Cette base de données va s'étoffer rapidement puisque la mise en place de plans d'action est actuellement une priorité du programme agri-environnemental.

III.2.5. Utilisation d'autres bases de données (JOINT)

Le traitement des données du RICA+ par ECRU est enrichi par d'autres données, provenant pour l'essentiel de l'INS. Voici la liste détaillée des données complémentaires utilisées:

- Le prix moyen de vente de terre agricole par arrondissement (source: Statbel).
- Le nombre d'exploitations recensées par l'INS selon la taille, l'OTE et la région en vue d'extrapoler les résultats obtenus à partir de l'échantillon du RICA+ à l'ensemble de la Région wallonne (source: INS par l'intermédiaire de J.M. Bouquiaux).
- L'indice de prix agricole afin de transformer les valeurs courantes en valeurs constantes (source: Ecodata).
- Les valeurs nutritives moyennes des aliments pour bovins utilisés pour le module animal (source: Ministère de l'agriculture, 1993 ; et CVB, 1998).
- Les rendements moyens par culture et par région agricole utilisés pour calculer la production de fourrages sur base des superficies (source: INS).
- Le prix de vente moyen du fourrage et de la paille de froment pour convertir les achats en valeur en quantités (source: Ecodata).

Concernant les rendements des prairies, il est possible de substituer les données de l'INS par les estimations réalisées par le Centre wallon de recherche agronomique (CRA-W) sur base du modèle *Belgian Crop Growth Monitoring System* (B-CGMS). Ce modèle se base sur les données de l'INS ainsi que sur des relevés satellitaires et des données de type pédologiques et météorologiques. Il est donc plus précis, notamment au niveau géographique, car les chiffres sont répartis sur un quadrillage composé de carrés de 100 km² recouvrant l'ensemble

de la Belgique. Ces informations sont ensuite croisées aux prairies présentes dans le SIGEC grâce au logiciel ArcGIS. Cependant, les données ne sont disponibles que pour les années 2002, 2003 et 2004.

Afin d'extraire plus d'informations pertinentes de la base de données du SIGEC, il a été nécessaire d'acquérir d'autres couches géographiques. Le GIREA a dès lors demandé auprès de différentes instances de la Région wallonne l'accès aux couches d'informations géographiques suivantes :

- Le réseau hydrographique permet de situer les localisations potentielles de tournières enherbées en bordure de cours d'eau.
- Les périmètres de captage. La situation en zone de périmètre de captage permet une majoration de la prime MAE.
- Les zones vulnérables sont sensibles à la pollution par les nitrates. Cette couche intervient dans le calcul du taux de liaison au sol, qui traduit le rapport entre la charge en azote organique d'une exploitation et sa capacité d'épandage. La situation en zone vulnérable permet une majoration de la prime MAE.
- Les zones forestières interviendront dans la modélisation de la MAE "tournières enherbées" du programme 2004.
- Les Plans Photographiques Numériques Communaux (PPNC) (photos aériennes géo-référencées à l'échelle du 1: 20 000 environ) permettent de vérifier ponctuellement la situation réelle du terrain au vu de leur grande précision.
- Les zones Natura 2000 seront exploitées afin d'intégrer au modèle les contraintes qui y seront associées.
- Les parcs naturels indiquent l'existence d'une structure organisant parfois les échanges entre agriculteurs sur certaines thématiques (organisation de filière de qualité différenciée), donc identifie des zones où les agriculteurs sont globalement mieux informés, ce qui est important concernant les MAE.
- Les réserves naturelles sont très régulièrement associées à la MAE "prairie naturelle".
- Les zones de protection spéciale (ZPS) visent la conservation d'espèces d'oiseaux. Cette cartographie, associée aux ZSC, a été à la base de la construction des zones Natura 2000. Cependant, le territoire couvert par Natura 2000 est plus restreint que les ZPS et les ZSC. Il nous a donc paru intéressant d'avoir ces deux bases de données géographiques afin de bien percevoir la répartition de la biodiversité en Région wallonne.
- Les zones spéciales de conservation (ZSC) visent la conservation d'habitats d'espèces animales et végétales.
- Les zones humides d'intérêt biologique (ZHIB) sont utiles pour identifier les prairies étant éligibles pour la MAE "prairie naturelle".
- La carte numérisée des sols décrit la qualité des sols, et permet notamment de retrouver les terres les plus propices pour certaines cultures (limons) et les sols imbibés d'eau (gley). Ces derniers seront exploités pour la modélisation de la MAE "prairie de haute valeur biologique".
- Les haies et les mares (données vectorielles au 1: 10 000) sont utilisées afin de modéliser la MAE "Conservation d'éléments du réseau écologique et du

paysage : haies et mares". Ces couches géographiques sont délivrées par l'Institut Géographique National (IGN).

- Les zones Structure écologique principale (SEP) identifient les grandes zones d'intérêts biologiques. Ces zones englobent entre autres Natura 2000 et les ZHIB.
- *Certaines informations relatives à la parcelle du SIGEC 2005, notamment les parcelles en situation de risque érosif.*
- *Le Modèle Numérique de Terrain au 1: 10.000 en Région wallonne est une représentation du relief en trois dimensions, et permettrait d'introduire de nouvelles informations sur le risque érosif.*
- *La base de données des antécédents culturaux mesurés sur base du SIGEC par SAGRIWATEL. En effet, les unités de recherche participant au projet SAGRIWATEL ont eu accès au SIGEC complet depuis 1997. Elles ont ainsi compilé les informations relatives aux successions culturales. Nous essayerons de nous baser sur ce travail pour intégrer les contraintes liées à la rotation dans la modélisation.*

Ces couches sont ensuite croisées avec le parcellaire du SIGEC afin d'extraire de nouvelles données. Celles-ci peuvent servir pour le calcul d'indicateurs, pour introduire des contraintes environnementales dans les modèles présentées plus haut, pour élaborer des scénarios (cahier des charges des MAE plus strict ou plus souple), et pour introduire certaines MAE comme une activité (voir l'exemple des tournières à la section III.1.6.). Cependant, les couches géographiques en italique sont toujours en attente de réception.

III.3. Développement des interfaces

III.3.1. Interface entre base de données et modèle bio-économique (ECRU)

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1

III.3.2. Interface modèle bio-économique et résultats (ECRU)

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1

III.3.3. Intégration entre modèle externe et modèle bio-économique (ECRU)

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1

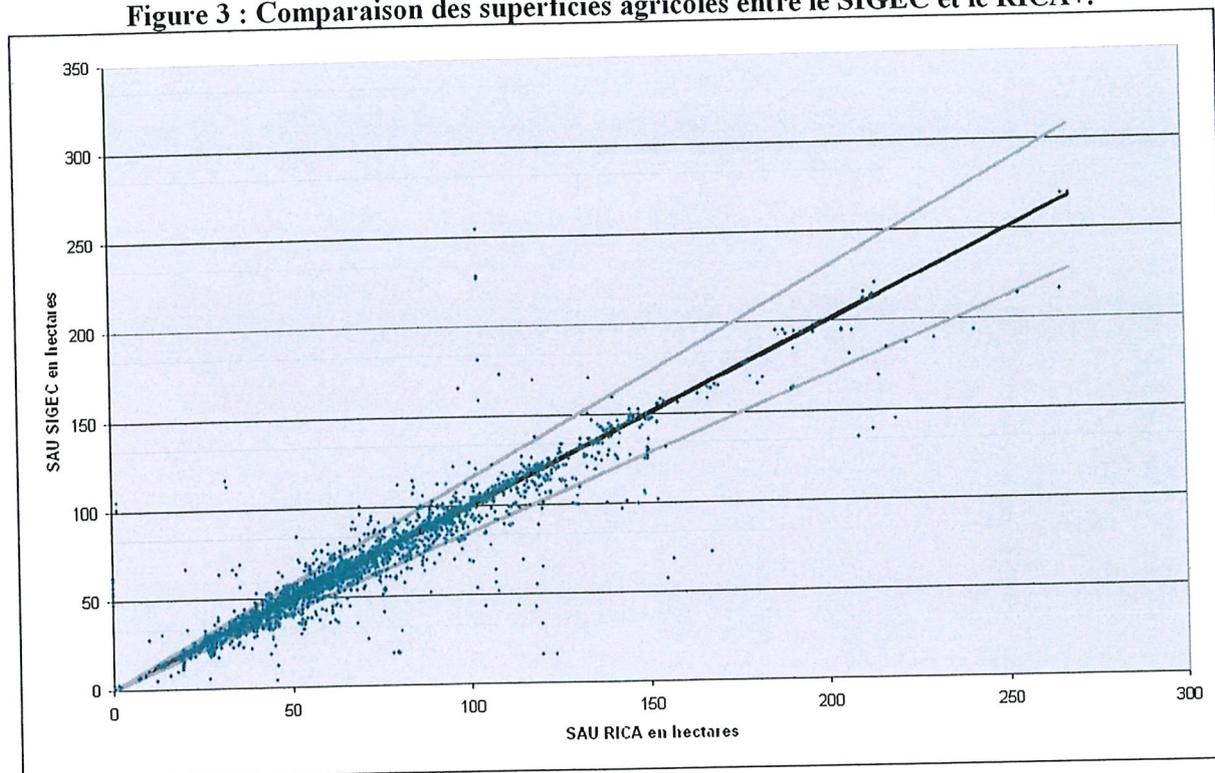
IV. Difficultés rencontrées

IV.1. SIGEC

Concernant les données SIGEC, la numérisation des parcelles est approximative et irrégulière et des problèmes de topologie sont présents (superposition de polygones limitrophes, présences de vides entre polygones...) compliquant les traitements (travail avec zones tampons).

Des divergences existent, comme illustré par la figure 3, entre les superficies déclarées au RICA+ et au SIGEC pour plusieurs raisons. Premièrement, les parcelles à vocation horticole sont déclarées dans la base de données du SIGEC mais pas dans celle du RICA+. Deuxièmement, certaines cultures sous contrat, telles que le lin textile ou le chanvre textile, induisent un transfert du droit lié à la terre au transformateur et non à l'exploitant. Dans ce cas, l'exploitant ne déclare pas sa parcelle dans sa déclaration de superficie reprise dans la base de données du SIGEC, bien qu'elle soit présente à l'inventaire du RICA+.

Figure 3 : Comparaison des superficies agricoles entre le SIGEC et le RICA+.



Source: réalisé par les auteurs sur base du RICA+ et du SIGEC

Ces divergences posent des problèmes lors du calibrage des paramètres de la fonction de coût. En effet, le SIGEC permet de mettre en évidence le maximum potentiel que l'exploitant peut engager en MAE, comme par exemple, le maximum légal de tournières. Or, lors de différences trop importantes entre les données du RICA+ et du SIGEC, il est possible de trouver des cas où la superficie maximale réalisable est inférieure à la superficie réalisée reprise dans le RICA+. Pour surmonter ces divergences, les exploitations dont les SAU du SIGEC et du RICA+ présentaient une différence de plus de 15% ont été écartées. Chaque point du graphique de cette figure représente une observation, c'est-à-dire une exploitation une année donnée, caractérisée par sa SAU déclarée dans le RICA+ et celle déduite du SIGEC. Les exploitations qui se situent à l'écart de l'axe central, c'est-à-dire au delà du triangle grisé, doivent être écartées, ce qui représente 3,35% des observations.

Certaines exploitations du RICA+ sont également absentes certaines années dans le SIGEC en raison du numéro d'identification des exploitations. En effet, la Division de l'Analyse économique agricole en charge du RICA+ répertorie les exploitations en fonction du numéro des exploitations tandis que la Division des Aides, qui gère le SIGEC, se base sur les numéros d'exploitant. En cas de changement d'exploitant, le numéro d'exploitation est conservé pour le RICA+ tandis que le numéro d'exploitant change pour le SIGEC. Le numéro d'identification confidentiel utilisé dans le cadre d'ADAGE est quant à lui basé sur le numéro d'exploitation, ce qui explique que, pour certaines années, il soit impossible de retrouver les données du SIGEC correspondant à une exploitation donnée.

IV.2. METAGRE

En ce qui concerne la base de données METAGRE, un nettoyage a dû être réalisé avant de pouvoir exploiter la table. En effet, il a fallu écarter de ces tables :

-les contrats abandonnés. Dans ce cas les subsides ont été remboursés par l'exploitant et n'apparaissent pas dans les données comptables. Les abandons sont cependant impossibles à identifier avant 2002.

-les contrats modifiés. Ces modifications sont repérées lorsque le contrat est clôturé et lors de reprises d'exploitation. Il faut alors éliminer le premier engagement contracté.

-les contrats à montants nuls. Cela concerne uniquement les MAE « mares » et « vieux arbres fruitiers à haute tige » car le nouveau programme agri-environnemental a revu à la hausse les primes qui y sont liées et certains exploitants ont annulé leurs contrats pour s'engager dans un régime plus attractif.

IV.3. Autres

La réception tardive (fin octobre 2005) et incomplète de METAGRE et du SIGEC explique le retard pris dans l'analyse des données environnementales.

Certaines informations géographiques demandées sont toujours attendues. Il en est ainsi pour certaines informations relatives à la parcelle du SIGEC 2005, le Modèle Numérique de Terrain au 1: 10.000 en Région wallonne ainsi que la base de données des antécédents culturaux mesurés sur base du SIGEC par SAGRIWATEL.

Le remplacement du chargé de mission ADAGE au milieu de la subvention a suscité des pertes en temps de par l'intégration dans le projet de la nouvelle personne engagée.

V. Programme de travail pour la fin de la subvention

Le tableau 2 donne l'état des activités prévues dans cette première subvention et indique le développement prévu pour chacune de ces activités lors des derniers mois de cette première subvention.

Tableau 2 : Etat des objectifs prévus à la première subvention

Intitulé	Situation	Possibilités
Estimation des paramètres de la fonction de coût	Opérationnelle pour les exploitations grandes cultures	A finaliser pour les exploitations laitières
Incorporation du risque	Opérationnelle pour les exploitations grandes cultures	Incorporer la volatilité du prix pour les activités d'élevage
Activités d'élevage	Développement en cours	Prendre en compte les exploitations mixtes et le volatilité du prix ; mettre en place un marché des quotas
Contraintes environnementales	Développement partiel	Intégrer l'érosion après réception des données nécessaires
Contraintes de politique agricole	Développement et simulation de scénarios en collaboration avec le consortium SEPALE	Simuler des scénarios de réforme de l'OCM "Lait et produits laitiers"
Mesures agri-environnementales	Intégration des tournières dans le modèle	Intégrer la couverture hivernale, les haies et les mares
Développement d'indicateurs de résultats	Opérationnel en tant que résultat. Le taux de liaison au sol est également une contrainte du modèle	Intégrer des indicateurs en tant que contraintes
Examen des bases de données	Pleinement réalisé	-
Assemblage et extraction des données	Opérationnels	Introduire d'autres millésimes du RICA+
Croisement entre les bases de données	Intégration aisée de données complémentaires	Intégrer des données géographiques pré-traitées sous ArcGIS
Construction de la base de données PAEXA	Non réalisée	A réaliser avant la fin de la subvention
Utilisation d'autres bases de données	Développement avancé	Utiliser des données géographiques complémentaires dès leur réception
Interface entre base de données et modèle	Opérationnelle	Améliorer la convivialité du paramétrage des instruments de politiques agricole et environnementale
Interface entre modèle et résultats	Opérationnelle	Améliorer la convivialité grâce à GSE
Intégration de modèles externes	Une utilisation parallèle des différents modèles est préférable à une intégration totale	Concevoir un tableau de correspondance des nomenclatures
Validation	Partiellement réalisée	A réaliser avant la fin de la première subvention

V.1. Modélisation bio-économique

V.1.1. *Estimation des paramètres de la fonction de coût (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.1.2. *Incorporation du risque dans la fonction de coût (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.1.3. *Activités d'élevage: le module animal (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.1.4. *Contraintes environnementales: l'écoconditionnalité (GIREA)*

En Région wallonne, les principes d'écoconditionnalité en projet de modélisation sont :

- En zone NATURA 2000, l'interdiction d'usage de pesticides en prairies et l'interdiction de labourer les prairies.
- L'interdiction de plantes sarclées sur les parcelles présentant un risque érosif (50% de la superficie des parcelles ou au moins 50 ares caractérisés par une pente de plus de 10%) sauf si installation en bas de pente et en bordure de parcelle d'une bande enherbée. Cette modélisation sera possible quand nous aurons les données relatives à la parcelle du SIGEC (« code R » apparaissant sur les déclarations de superficie). L'étude d'un renforcement de cette contrainte (interdiction de plantes sarclées sur les parcelles avec des pentes de plus de 5%) est également envisagée. Cela pourra se faire sur base du Modèle Numérique de Terrain au 1: 10 000, donnée qui devrait être finalisée et mise à notre disposition dans les prochains mois.
- Le renforcement de la contrainte de liaison au sol est en cours d'étude : Il s'agit, d'une part, de considérer la Région wallonne complètement en zone vulnérable. D'autre part, il y a lieu de soustraire les superficies qui ne sont pas réceptrices d'effluents selon le PGDA - bordure de cours d'eau de 4 m de large, zone inondable (en s'appuyant sur la carte numérique des sols) et selon la législation MAE (tournières enherbée et bandes de prairies extensives...).

Enfin, il y a lieu d'étudier le renforcement des normes d'épandage en azote organique en prairies et en culture (170 unités plutôt que 210) conformément à la Directive Nitrates.

De plus, certains principes d'écoconditionnalité au Royaume-Uni (cross compliance requirements) et en Suisse, plus contraignants qu'en Région wallonne, sont en projet de modélisation.

En Suisse, La notion de prestations écologiques requises (PER) porte sur les conditions écologiques précises auxquelles est subordonné le droit aux paiements directs. Les prestations écologiques requises retenues sont :

- Bilan de fumure équilibré : en ce qui concerne le bilan d'azote, une marge d'erreur s'élevant au maximum à +10 % du besoin des cultures est admise pour l'ensemble de l'exploitation. Le cycle de l'azote sera aussi fermé que possible. Le bilan de fumure doit montrer que les apports en azote ne sont pas

excédentaires. Les apports autorisés en azote sont calculés en fonction des besoins des plantes et du potentiel de production de l'exploitation.

- Part équitable de surfaces de compensation écologique représentant 7% de la SAU. Des bandes extensives de surface herbagère d'une largeur minimale de 3 mètres doivent être aménagées le long des cours d'eau, des plans d'eau, des haies, des bosquets champêtres, des berges boisées et des lisières de forêt. Des bandes herbeuses d'une largeur minimale de 0,5 mètres doivent être maintenues le long des chemins.
- Assolement régulier pour les exploitations comptant plus de 3 hectares de terres ouvertes : au moins 4 cultures différentes
- Observation des parts maximales de cultures et des pauses entre les cultures. Par exemple, la part maximale des céréales (maïs et avoine non compris) est de 66%.
- Protection appropriée du sol pour les exploitations comptant plus de 3 hectares de terres ouvertes. Ainsi, pour les cultures récoltées avant le 31 août, obligation de mettre en place (a) une culture d'automne, ou (b) une culture intercalaire ou d'engrais verts avant le 15 septembre (qui doivent être maintenus en place au moins jusqu'au 15 novembre).

V.1.5. Contraintes de politiques agricoles (ECRU)

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.1.6. Mesures agri-environnementales (GIREA)

Les mesures agri-environnementales suivantes vont être analysées dans une optique d'intégration au modèle :

- MAE 1 : Conservation des éléments du réseau écologique et du paysage (haies et mares)
- MAE 2 : Prairie naturelle (fauche tardive)
- MAE 3B : Bande de prairie extensive
- MAE 5 : Réduction d'intrants en céréales
- MAE 7 : Maintien de faible charge en bétail
- MAE 9B : Bande aménagée en bord des cours d'eau et lutte contre l'érosion
- MAE 10 : Plan d'action agri-environnemental.

V.1.7. Développement d'indicateurs de résultats (GIREA)

Concernant les bilans azotés, la modélisation prévoit l'étude d'une taxe sur l'azote en excès. En effet, le bilan d'azote pourrait être utilisé dans le cadre des législations relatives à la gestion de l'azote comme c'est déjà le cas aux Pays-Bas. Ainsi, le système hollandais comptabilise les entrées et les sorties d'azote et fixe une taxe pour l'azote en excès où le seuil acceptable d'excès varie entre 60 et 180 kilogrammes d'azote par hectares.

La modélisation des gaz à effets de serre a pour but de considérer, dans un premier temps, l'imposition d'une taxe sur les émissions de GES que l'on suppose alors parfaitement connues et observables. Rappelons que théoriquement le niveau de la taxe est supposé refléter le dommage marginal social imputable à la dernière unité de carbone émis. Cela permettra de montrer l'impact d'une telle taxe sur les émissions des exploitations.

V.2. Construction, assemblage et croisement des bases de données

V.2.1. *Examen des bases de données (GIREA)*

Le processus d'examen des bases de données à notre disposition est terminé.

V.2.2. *Assemblage des données du RICA+ et extraction de données (JOINT)*

Le processus d'extraction des données à notre disposition est terminé. Les bases de données en attente (voir section III.2.5.) seront traitées au fur et à mesure de leur réception grâce à la routine mise en oeuvre.

V.2.3. *Croisement entre les bases de données (JOINT)*

Le traitement des données du SIGEC et le recoupement avec d'autres couches géographiques sont toujours en cours. Certaines de ces couches sont à notre disposition, mais d'autres sont toujours en attente (voir section III.2.5.). Les données concernant les haies et les mares ainsi que les superficies en zone vulnérable, seront prochainement extraites.

V.2.4. *Construction de la base de données PAEXA (GIREA)*

Dans le cadre d'une modélisation plus poussée de l'environnement dans ADAGE, les correspondances entre le PAEXA et le RICA+ sont identifiées par l'intermédiaire de la DAEA sur base du numéro de producteur. Trois exploitations agricoles sont aujourd'hui présentes dans les deux recensements. L'administration du GIREA transmettra alors les données du PAEXA munies de leur numéro ADAGE. Le modèle ADAGE sera alors appliqué à ces exploitations mais en calculant des indicateurs environnementaux plus poussés, en particulier le taux de liaison au sol ajusté, la contribution au réseau écologique, l'indice d'hétérogénéité du parcellaire et le respect des bonnes pratiques agricoles (intervenant dans la modélisation de l'éco-conditionnalité). Si le nombre de données le permet, le plan d'action agri-environnemental sera modélisé dans ADAGE.

V.2.5. *Utilisation d'autres bases de données (JOINT)*

Des données de type géographique sont en attente (voir la section III.2.5.).

V.3. Développement des interfaces

V.3.1. *Interface entre base de données et modèle bio-économique (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.3.2. *Interface modèle bio-économique et résultats (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.3.3. *Intégration entre modèle externe et modèle bio-économique (ECRU)*

Voir rapport d'activité du projet subsidié D31-1108 / Section 1.

V.4. Validation (JOINT)

La validation consiste à tester la pertinence empirique des résultats simulés. Une méthode de validation classique consiste à simuler la dernière année connue en ayant pris soin d'écarter cette année lors de la phase de calibrage des paramètres et à comparer les résultats obtenus avec les observations. Cette méthode sera appliquée lorsque le modèle aura atteint un niveau de développement suffisant. Il est possible également de soumettre les résultats à des experts et à des exploitants agricoles. Cette seconde méthode est appliquée périodiquement lors des réunions mensuelles de l'ensemble des membres du projet et lors de réunions avec le Comité de suivi scientifique et le personnel de la DGA (voir section II.)

VI. Conclusions

La première subvention ADAGE, dans la continuité de la convention SEPALE, aura permis de construire un modèle économique pertinent permettant, à terme, de simuler des changements de politiques agricoles et environnementales sur les exploitations de la Région wallonne. Ce modèle économique exploite principalement trois bases de données croisées : les données économiques du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA), les données géographiques du parcellaire agricole (SIGEC) ainsi que les données relatives à l'adhésion de contrats agri-environnementaux de la base de données METAGRE. La modélisation couvre actuellement deux grands types d'exploitations agricoles, c'est-à-dire les fermes orientées sur les grandes cultures et les fermes orientées principalement sur la production laitière. Il est prévu de couvrir les exploitations mixtes lait-viande et les exploitations mixte lait-grandes cultures dans la deuxième subvention.

Les premiers mois de la subvention furent consacrés à la construction d'un système de traitement de données capable de mettre en forme l'ensemble des données de façon appropriée pour la modélisation. Ce système comprend principalement des procédures d'import et de fusion des données brutes, ainsi qu'un échantillonnage, le tout géré par le logiciel SAS. Les données traitées sont ensuite stockées en format GDX.

Au cours de cette subvention, des interfaces ont été conçues et développées. Elles sont le lien virtuel entre les données brutes et les modèles mis en place. Elles sollicitent un ensemble d'applications ayant chacune un rôle précis, comme le traitement d'informations géographiques pour ArcGIS, la mise en forme des données pour SAS, la modélisation pour GAMS et les estimations économétriques pour Stata.

Le modèle lié aux exploitations spécialisées en grandes cultures représente le comportement des exploitants concernant leur choix d'allocation de leurs superficies agricoles en vue de maximiser la marge brute de leur exploitation dans un environnement aléatoire de prix et de rendements. Ce modèle permet de simuler des scénarios de variations exogènes de prix, de subsides et de toute autre contrainte, notamment le quota betteravier, et d'examiner leurs effets sur l'allocation des superficies agricoles, la production agricole, la marge brute et les indicateurs environnementaux.

La fonction d'utilité de ce modèle prend en compte l'aversion au risque du chef d'exploitation vis-à-vis de la volatilité des rendements et des prix. Des simulations de marchés à terme et d'assurances sur les prix et les rendements des récoltes ainsi que des variations d'espérances et de variances des prix ont été aussi testées avec succès pour ce type d'exploitations.

Le modèle lié aux exploitations spécialisées en production laitière représente le comportement des producteurs laitiers concernant leur choix d'allocation de terres agricoles et leurs achats d'aliments en vue de maximiser la marge brute de leur exploitation tout en prenant en compte les besoins nutritionnels de leur troupeau laitier et leurs ressources nutritives. Ce modèle permet aussi de simuler des scénarios de variations de prix, de subsides et/ou de toute autre contrainte, notamment le quota laitier, et d'examiner leurs effets sur l'allocation des superficies agricoles, la production laitière, la marge brute et les indicateurs environnementaux.

L'intégration d'aspects environnementaux constitue une des principales originalités de ces modèles. Certaines mesures agri-environnementales (les tournières et la couverture hivernale) sont intégrées au modèle des grandes cultures comme des activités agricoles, rémunérées par un subside plutôt qu'un prix. De plus, une série d'indicateurs

environnementaux, tels que ceux relatifs au bilan d'azote et aux GES, ont été introduits en tant que résultats de simulation. L'écoconditionnalité est en partie modélisée.

L'expérience acquise lors de la simulation de la révision à mi-parcours de l'Agenda 2000 et de la réforme de l'OCM du sucre par le modèle SEPALE sera transférée au modèle ADAGE. Prochainement, des scénarios de réforme de l'OCM du lait et des produits laitiers seront simulés grâce au modèle ADAGE.

Cette subvention est reconduite pour deux années. De nouveaux aspects seront abordés pendant cette deuxième subvention afin d'affiner le modèle pour des problématiques actuelles et à venir (réforme du secteur lait, évolution structurelle du secteur agricole wallon, interactions entre exploitations, systèmes de production émergents, différenciation des produits, risque phytosanitaire, risque d'érosion, etc.). Cet enrichissement du modèle permettra d'améliorer la qualité du système d'aide à la décision face à des opportunités de changements de politiques agricoles et environnementales et de quantifier les effets agronomiques, environnementaux et économiques induits par de tels changements. En permettant l'anticipation de tels effets, cet outil d'aide à la décision publique permet aussi une meilleure préparation à l'accompagnement du secteur agricole confronté à de tels changements.

Bibliographie

- Arrêté du GW du 11/03/99, 1999, « Arrêté du Gouvernement wallon du 11 mars 1999 relatif à l'octroi de subventions agri-environnementales ». Moniteur belge, 20 p.
- Arrêté du GW du 10/10/02, 2002, « Arrêté du Gouvernement wallon du 10 octobre 2002 relatif à la gestion durable de l'azote en agriculture ». Moniteur belge, 13 p.
- Arrêté du GW du 28/10/04 modifié par l'arrêté du GW du 20/07/05, 2005 « Arrêté du Gouvernement wallon du 24 octobre 2004 relatif à l'octroi de subventions agri-environnementales modifié par l'arrêté du GW du 20 juillet 2005 ». Moniteur belge, 30 p.
- De Cara S., Houzé M., Jayat P.A., 2004, « Green gas emissions from agriculture in the EU: a spatial assessment of sources and abatement costs », INA-PG working papers n°4, 31 p.
- Dautrebande S., Sohier, C., 2004, « Evaluation des Mesures Agri-environnementales de la RW - Simulation "EPIC-maille" et Bioindicateurs azote et érosion diffuse: Application à l'exploitation agricole et aux "zones vulnérables". » Rapport à la Direction Générale de l'Agriculture de la Région wallonne. 31 p.
- GIREA, 2002, « Evaluation des Mesures Agri-environnementales de la RW - le plan de gestion agri-environnemental. » Rapport à la Direction Générale de l'Agriculture de la Région wallonne. 56 p.
- GIREA, 2005, « Evaluation des Mesures Agri-environnementales de la RW – EVAGRI V. » Rapport à la Direction Générale de l'Agriculture de la Région wallonne, 215 p.
- Hupin F., Dewez A., 2002, « Mieux gérer l'interculture », Les Nouvelles de l'été – 3ème trimestre 2002, Direction Générale de l'Agriculture, pp. 9-21.
- Polomé P., Harmignie O., Henry de Frahan B., 2006, "Farm-Level Land Allocation under Risk", *Meeting de l'Association Américaine d'Économie Agricole*, Long Beach, Californie, 25-28 juillet.
- SITEREM, 2001, « Estimation des émissions dans l'air de CH₄, NH₃, et N₂O par le secteur agricole en Région wallonne », Rapport final, DGRNE, MRW, 68 p.
- SOLAGRO, 1999, *Le diagnostic agri-environnemental pour une agriculture respectueuse de l'environnement*, Société agricole et rurale d'édition et de communication, Paris, 165 p.
- Van Bol V., Dewez A., Grosjean E., Léonard C., Maljean J.-F., Meiers P., Mohimont A.-C., Sacré J.-P., Sanderson S., 2001, « Bilans annuels d'azote, mise au point d'une méthode commune de calcul », Note rédigée par l'Association de recherches des indicateurs d'azote (ARIA), 16 p.

Liste des abréviations

- ADAGE-RW - Système Intégré d'Aide à la Décision Publique Agricole et Environnementale en Région wallonne
- ARIA - Association de recherches des Indicateurs d'azote
- ArcGIS - Logiciel de cartographie (Système d'information géographique)
- B-CGMS - Belgian Crop Growth Monitoring System
- CRA-W - Centre wallon de Recherche Agronomique
- CH₄ - Méthane
- CIPAN - Cultures intercalaires pièges à nitrates
- DAEA-RW - Direction de l'Analyse économique agricole D14 – DGA
- DBF - DataBase File
- DGA - Direction Générale de l'Agriculture
- DGATLP - Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, du Logement et du Patrimoine
- DGPL - Direction Générale des Pouvoirs Locaux
- DGRNE - Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- DVE - Darmverteerbaar Eiwit – protéines digestibles dans l'intestin
- ECRU - Unité d'Economie Rurale de l'UCL
- GAMS - Logiciel d'optimisation (General Algebraic Modelling System). Sa fonction est basée sur le principe de l'itération. Il essaye de multiple solution jusqu'à déterminer la solution maximale (par exemple le profit maximum)
- GES - Gaz à Effets de Serres
- GIREA - Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée
- GW - Gouvernement wallon
- IGN - Institut Géographique National
- INS - Institut national de Statistique
- MAE - Mesures agri-environnementales
- METAGRE - Base de données relatives aux engagements aux mesures agri-environnementales des exploitations agricoles en Région wallonne
- MRW - Ministère de la Région wallonne
- N₂O - Protoxyde d'azote
- NH₃ - Ammoniac
- OCM - Organisation commune de marché dans le cadre de la PAC
- OEB - Onbestendig Eiwit Balans – solde des protéines instables
- OTE - Orientation technico-économique
- PAC - Politique agricole commune

- PAEXA - 'Performance Agri-environnementale de l'exploitation agricole' – Logiciel utilisé pour l'élaboration des plans d'actions agri-environnementaux en Région wallonne (MAE10)
- PGDA - Plan de Gestion Durable de l'Azote de la Région wallonne
- PPNC - Plans photographiques numériques communaux
- RICA - Réseau d'Information Comptable Agricole de l'Union européenne
- RICA+ - Réseau d'Information Comptable Agricole wallon comprenant plus d'informations
- SAD - Système d'Aide à la Décision
- SAMO - Superficie amendée en matière organique
- SAS - Logiciel statistique (Statistical Analysis System) utilisé par les institutions du RICA+ pour le traitement des données. Ces capacités sont variées (statistiques, économétrie, analyse de données, optimisation, gestion de base de données, data mining, etc.)
- SAGRIWATEL - Suivi de l'état de l'AGRICulture WALLonne par TELédétection
- SAU - Superficie Agricole Utile
- SEP - Structure Ecologique Principale
- SEPALE - Système d'Evaluation de Politiques Agricoles et Environnementales
- SIGEC - Système Intégré de Gestion et de Contrôle
- UEB - Unité d'encombrement du rumen bovin
- UGB - Unité Gros Bétail
- ZHIB - Zone Humide d'Intérêt Biologique