

Conception d'une méthode destinée à promouvoir l'implantation de bandes herbeuses extensives dans les prairies permanentes en Wallonie

Florence de Longueville ⁽¹⁾, Bernard Tychon ⁽²⁾, Robert Oger ⁽³⁾, Pierre Ozer ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Département de Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège. Avenue de Longwy, 185. B-6700 Arlon (Belgique). E-mail : fdelongueville@ulg.ac.be

⁽²⁾ Département de Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège. Avenue de Longwy 185. B-6700 Arlon (Belgique).

⁽³⁾ Unité de Biométrie, Gestion des Données et Agrométéorologie. Centre Wallon de Recherches Agronomiques. Rue de Liroux, 9. B-5030 Gembloux (Belgique).

⁽⁴⁾ Département de Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège. Avenue de Longwy 185. B-6700 Arlon (Belgique).

Reçu le 29 avril 2005, accepté le 7 septembre 2006.

En adéquation avec l'évolution de l'agriculture en Europe, la Région wallonne souligne l'importance de la présence de zones tampons dans les parcelles agricoles depuis une dizaine d'années. Ainsi, une des mesures agri-environnementales en vigueur est consacrée aux bandes herbeuses extensives implantées dans les parcelles agricoles. Elles contribuent à protéger les eaux de surface, lutter contre l'érosion et diversifier le paysage. Elles constituent également un refuge pour de nombreuses espèces animales et végétales. Sur base du parcellaire du Système Intégré de Gestion et de Contrôle (SIGEC) de la Direction Générale de l'Agriculture (DGA), il est possible de déterminer, par l'intermédiaire d'un système d'informations géographiques (SIG), les portions de prairies permanentes que les agriculteurs peuvent convertir en bandes herbeuses extensives conformément au cahier des charges. Les résultats de la méthode proposée se présentent dans une table de diagnostic comportant notamment un indicateur de longueur de bandes extensives subsidiables exprimé en mètres à l'échelle de l'exploitation. Son calcul se fonde sur les bandes existantes, la superficie et la localisation des parcelles de prairies. Les résultats s'accompagnent d'une représentation cartographique des possibilités d'implantation pour chaque exploitation. Ces deux outils complémentaires – table de diagnostic et carte de localisation – peuvent s'avérer utiles pour améliorer l'encadrement des exploitations agricoles.

Mots-clés. Bandes herbeuses extensives, prairies permanentes, indicateur, mesures agri-environnementales, SIG, SIGEC, Wallonie.

Conception of a method to promote extensive grassy headland's establishment in permanent meadows of the Walloon Region. In accordance with agriculture evolution in Europe, the Walloon Region has emphasized the importance of buffer zones in agricultural parcels since many years. Consequently, one of the agri-environmental measures in force at the present time concerns extensive grassland strips settlement in agricultural parcels. Buffer zones preserve river quality, reduce soil erosion, diversify landscapes and promote biodiversity. With a Geographic Information System (GIS) based on the Integrated Administration and Control System (IACS) of the Walloon General Directorate of Agriculture, it is possible to detect parcel sections where farmers can introduce extensive strips in accordance with legal specifications in order to benefit of grants. Results of the new method are presented in a diagnostic table which includes an indicator expressing the total grantable strips length (in meters) at the exploitation scale. Its calculation is based on existing strips, surface and location of permanent meadow parcels. Results are completed with cartographic representation of settlement's possibilities for each exploitation. These two complementary tools – diagnostic table and geographical map – can be very useful to manage agricultural exploitations.

Keywords. Extensive grassy headlands, permanent meadows, indicator, agri-environmental measures, GIS, IACS, Wallonia (Belgium).

1. INTRODUCTION

En Europe, depuis le début des années 1990, les préoccupations environnementales sont devenues un intérêt majeur de la Politique Agricole Commune (PAC) (Piorr, 2003 ; Freibauer *et al.*, 2004). L'importance grandissante des dispositifs d'application de règlements et directives émanant de la Commission Européenne a lié durablement les questions d'environnement et les pratiques de production (Alphandéry, Bourliaud, 1996). Les incitations financières prévues pour encourager l'adoption de pratiques agricoles dites durables représentent une part toujours croissante des aides destinées à l'agriculture. Parmi les initiatives consécutives à cette prise de conscience, les mesures agri-environnementales ont vu le jour en Europe en même temps que la réforme de la PAC de 1992 (Règlement CEE n° 2078/92) (Wilson *et al.*, 1999). Selon Lepoivre et Baltus (1997), le bénéfice de l'application de ces mesures va dépendre de leur impact et de l'adhésion des agriculteurs. En Wallonie, les mesures agri-environnementales sont proposées aux agriculteurs depuis 1995 (Arrêté du Gouvernement wallon du 8 décembre 1994). Parmi ces mesures, l'implantation et la gestion extensive des zones tampons dans les parcelles agricoles occupent une place importante.

Les actions positives attribuées aux zones tampons ne sont plus à démontrer. Elles participent au maintien de la qualité des eaux de surface par la filtration des sédiments et des polluants présents dans l'eau de ruissellement (Sliva, Williams, 2001 ; Tattari *et al.*, 2003 ; Syversen, Bechmann, 2004). Elles luttent contre l'érosion en évitant la formation de rigoles ou de ravines et les coulées de boue (Biielders *et al.*, 2003 ; Veihe *et al.*, 2003). Elles abritent des espèces pouvant appartenir aux deux milieux en contact mais aussi des espèces spécifiques à ce type de zone (de Snoo, 1999 ; Hietala-Koivu, 1999 ; Critchley *et al.*, 2004) et constituent donc une zone nourricière pour le petit gibier grâce à sa richesse floristique et aux insectes (Ma *et al.*, 2002 ; Perkins *et al.*, 2002 ; Vickery *et al.*, 2002 ; Pywell *et al.*, 2005). Finalement, elles permettent de diversifier le paysage grâce à l'introduction d'herbacées et de plantes à fleurs au sein des terres en culture (OCDE, 1999) et viennent ainsi compléter le réseau écologique. Les programmes agri-environnementaux nationaux ont tendance à prôner l'installation de zones tampons le long des cours d'eau ou des parcelles de cultures (Haysom *et al.*, 2004). Toutefois, l'implantation de bandes extensives dans les prairies permanentes peut offrir des avantages particuliers comme une richesse spécifique plus élevée encore que le long des parcelles cultivées (Hald, 2002).

En Région wallonne (Arrêté du Gouvernement wallon du 28 octobre 2004), une des dix mesures agri-environnementales est consacrée à l'introduction

et au maintien de bandes herbeuses extensives dans les parcelles agricoles, notamment dans les prairies permanentes qui constituent des puits de carbone plus importants que les terres cultivées (Loveland, Webb, 2003 ; Dendoncker *et al.*, 2004 ; Lettens *et al.*, 2004) et couvrent plus de 30 % de la surface agricole utile en Région wallonne.

Dans cette étude, nous proposons une nouvelle méthode destinée à promouvoir l'adhésion des agriculteurs à cette mesure agri-environnementale. Lors de la mise en place de la méthode, deux objectifs précis étaient poursuivis. Il fallait qu'elle puisse calculer un indicateur de potentialité, défini comme la longueur totale de bandes herbeuses extensives subsidiabiles dans les prairies permanentes, exprimé en mètres à l'échelle de l'exploitation et fournir une représentation cartographique de toutes les portions de prairies permanentes convertibles en bandes extensives.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le **tableau 1** reprend l'ensemble des critères conditionnant l'octroi de la prime relative aux bandes herbeuses extensives dans les prairies permanentes (méthode 3b). Parmi ces critères, on distingue ceux liés à l'implantation et ceux guidant le mode de gestion. Dans cette étude, on s'attache exclusivement aux critères d'implantation puisque le but est d'identifier les portions de prairies permanentes convertibles en bandes herbeuses extensives primables. Les critères 1, 2 et 3 sont relatifs à la bande enherbée en tant qu'élément isolé alors que le critère 5 considère l'ensemble des bandes herbeuses d'une même exploitation. En ce qui concerne le critère 4, les tronçons de 20 m minimum sont associés à la parcelle, la longueur totale minimale de 100 m est à mettre en relation avec l'exploitation.

L'analyse des critères révèle que la méthode nécessite deux ensembles de données d'entrée. Le premier concerne des informations inhérentes aux parcelles et exploitations (occupation et délimitation géographique des parcelles, somme de la surface agricole utile de l'exploitation). Ces informations sont disponibles via le Système Intégré de Gestion et de Contrôle (SIGEC) créé par le Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture en 1995. Il contient l'ensemble des parcelles agricoles du territoire wallon déclarées par les exploitants dans le cadre de l'obtention des primes européennes prévues par la PAC, ce qui représente approximativement 95 % de la surface agricole utile. Elles sont redigitalisées chaque année sur base des déclarations des agriculteurs qui dessinent leurs parcelles sur des orthophotoplans et fournissent une série de renseignements. Le second lot de données se compose des couches d'informations suivantes : le réseau hydrographique 1 :10000, les plans d'eau, les réserves

Tableau 1. Critères de gestion des bandes extensives dans les prairies permanentes — *Criteria relating to the management of grassy headlands at the edges of cultivated fields.*

Description des critères	Type de critère
1. Dans les prairies permanentes	Implantation
2. Le long d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau, d'une réserve naturelle ou d'une zone humide d'intérêt biologique	Implantation
3. Largeur standard de 10 m mais subsidiable entre 6 et 12 m	Implantation
4. Cumul de tronçons ≥ 20 m (a) - Longueur minimale par exploitation ≥ 100 m	Implantation
5. Superficie totale $< 8\%$ de la superficie de prairies permanentes de l'exploitation	Implantation
6. Aucun fertilisant et aucun produit phytopharmacologique	Maintenance
7. Fauchée éventuellement après le 1 ^{er} juillet, exportation du produit de fauche	Maintenance
8. Pâturée éventuellement après le 1 ^{er} juillet	Maintenance
9. Accès direct du bétail aux berges et lit du cours d'eau interdit	Maintenance
10. Pas de concentré ni de fourrage pour le bétail, sur ces parcelles, bande comprise	Maintenance
11. Pas accessible à des véhicules motorisés, pas de chemin, pas de dépôt	Maintenance
12. Pas de combinaison avec deux autres mesures agri-environnementales	Maintenance

naturelles et les zones humides d'intérêt biologique, puisque seules les bandes herbeuses extensives situées le long de ces éléments sont primables (critère 2).

Certains auteurs (Xiang, 1996 ; Narumalani *et al.*, 1997) ont montré les avantages d'utiliser les systèmes d'informations géographiques (SIG) dans l'étude de l'installation de zones tampons pour protéger les cours d'eau. La méthode proposée dans le cas présent consiste, par l'intermédiaire d'un SIG et sur base du parcellaire du SIGEC, à examiner un par un les critères d'implantation des bandes herbeuses extensives présents dans le cahier des charges. Les deux niveaux d'échelle, parcelle et exploitation, sont complémentaires et traités successivement.

La première étape a comme objectif de cibler l'ensemble des portions de parcelles de prairies potentiellement convertibles en bandes extensives selon les critères 1, 2, 3 et 4a (**Figure 1**). Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer une requête sur les prairies permanentes (critère 1), d'ajouter les couches d'informations relatives aux éléments à protéger et de sélectionner ceux qui avoisinent des prairies permanentes. Des zones tampons de 10 m sont créées autour de ces éléments (critère 2). Les intersections entre les prairies permanentes et les zones tampons des éléments à protéger sont créées afin de répondre aux critères de contiguïté (critère 3). Les superficies de chaque segment de zones tampons issu de l'opération précédente sont calculées et converties en longueur en divisant par la largeur de 10 m. Les zones tampons dont la longueur est inférieure à 20 m sont supprimées (critère 4a).

La seconde étape vise à examiner les critères 4b et 5 afin de déterminer les potentialités des exploitations en termes de bandes herbeuses extensives primables (**Figure 2**). Une table de diagnostic est construite par une succession organisée de liens, de requêtes et de calculs. Elle résume, en une ligne par exploitation, la surface agricole utile, la superficie en prairies perma-

nentes et le cumul de l'ensemble des bandes extensives issues de l'étape précédente. Elle comprend aussi la superficie maximale subsidiable de bandes extensives à l'échelle de l'exploitation obtenue en multipliant la superficie de parcelles de prairies permanentes y compris les bandes extensives existantes par 0,08 (critère 5) puis en soustrayant l'information relative aux bandes existantes. Après avoir été convertie en longueur via une division de la surface par la largeur de 10 m, ce dernier résultat est confronté à celui acquis en cumulant, par exploitation, les tronçons de bandes herbeuses extensives potentielles obtenus au terme de la première étape. La valeur minimale entre les deux est conservée si elle est supérieure à 100 m (critère 4b), sinon une valeur nulle est attribuée à l'indicateur.

Grâce aux bases de données disponibles et à l'approche adoptée, la méthode proposée permet la spatialisaiton de toutes les portions de prairies permanentes convertibles en bandes extensives.

3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les résultats sont présentés en trois phases, de la plus petite échelle vers la plus grande. Un diagnostic au niveau régional permet de concentrer l'encadrement des exploitations dans les zones à haut potentiel. Un diagnostic au niveau des exploitations permet de se focaliser sur celles qui sont plus proches des éléments à protéger. Finalement, un diagnostic à l'intérieur d'une exploitation montre comment l'outil final peut être utilisé.

3.1. Diagnostic au niveau régional

Les résultats de l'indicateur ont été spatialisés pour trois communes wallonnes situées dans des régions agricoles différentes (**Figure 3**). Elles présentent des dispari-

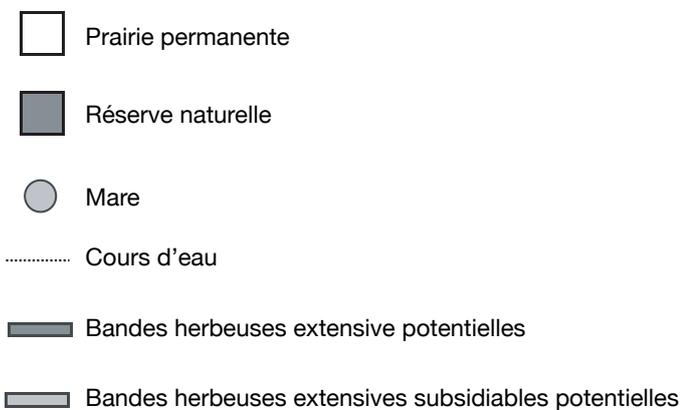
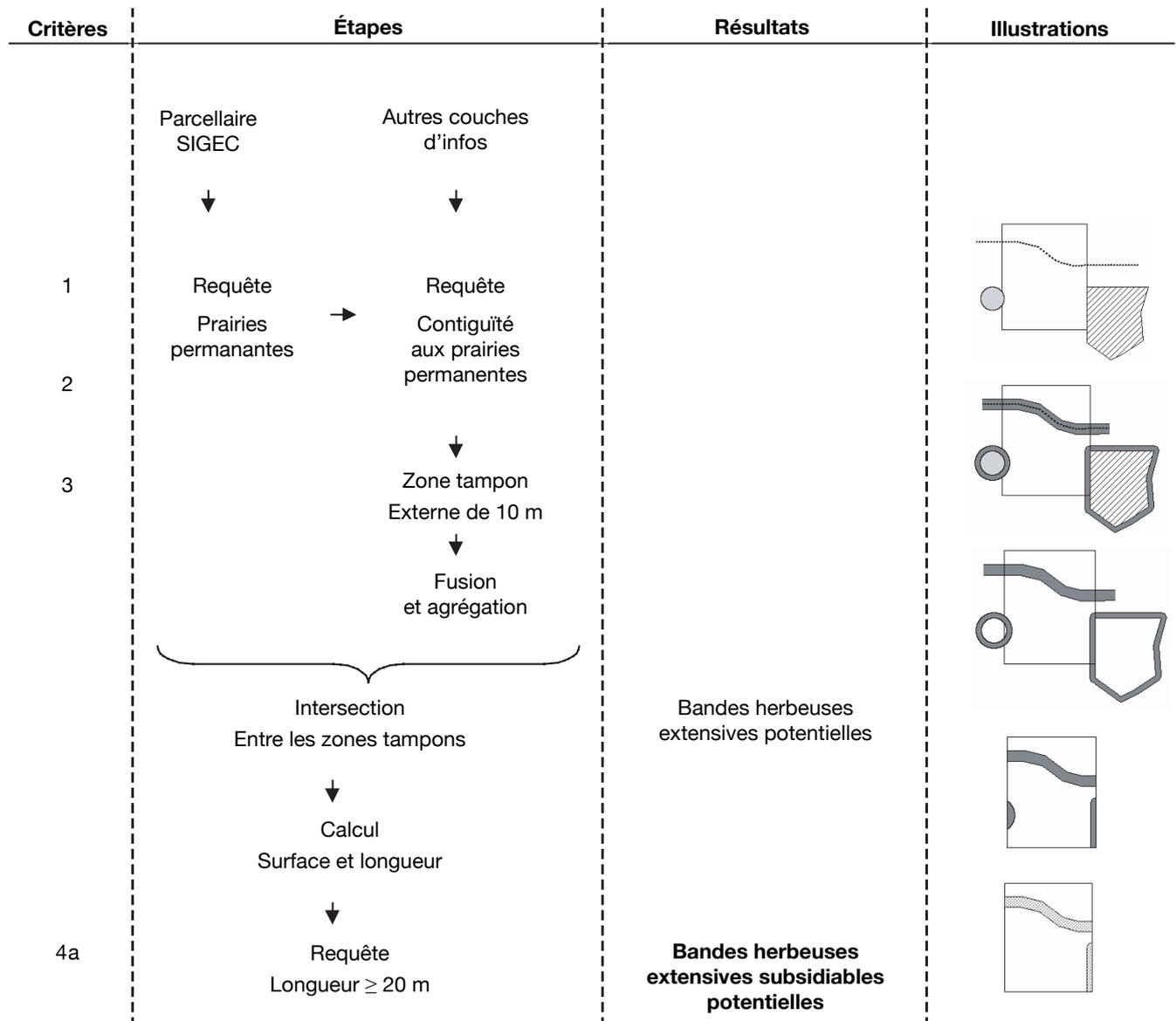


Figure 1. Procédure SIG pour l'obtention de bandes extensives potentielles sur les prairies — *GIS procedure for identifying potential buffer zones in permanent meadows.*

Critères	Étapes	Formules	Résultats
	Créer		Table vide
	↓		
	Agréger et joindre dans la table		a. Surface totale b. Surfaces prairies permanentes c. Surface BH existantes d. Longueur BH potentielles e. Longueur BH potentielles f. Nombre BH potentielles
	↓		
	Fusionner	$[b] + [c]$	g. Surface BH + prairies permanentes
	↓		
	Calculer	$[g] \times 8 \%$	h. Surface BH maximale
5	↓		
	Convertir (ha en m)	$[h] \times 10^4 \cdot 10^{-1}$	i. Longueur BH maximale
	↓		
	Calculer	$[i] - [d]$	
	↓		
	Ajouter	100	j. Longueur BH subsidiable
4b	↓		
	Programmer	Si $\min([e], [j]) \geq [k]$ Alors $I = \min([e], [j])$ Sinon $I = 0$	k. Longueur BH minimale
			I = Indicateur

Figure 2. Procédure SIG pour l'obtention de bandes herbeuses (BH) subsidiables par exploitation — *GIS procedure for identifying buffer zones on which aid would be payable per farm.*

tés régionales importantes dépendant de l'orientation technico-économique des exploitations. La commune de Chastre se trouve au centre de la zone de grandes cultures céréalières, l'agriculture dans la commune de Thimister est essentiellement tournée vers l'élevage et les productions herbagères et la commune d'Attert est caractérisée par une agriculture mixte. À l'ensemble des parcelles de chaque exploitation est attribuée la valeur de l'indicateur correspondant à la longueur totale de portions de parcelles de prairies permanentes convertibles en bandes extensives subsidiables.

3.2. Diagnostic au niveau des exploitations

Le **tableau 2** montre les résultats obtenus dans la table de diagnostic pour un échantillon aléatoire de dix agriculteurs exploitant au moins une parcelle dans la commune d'Attert. Cinq cas de figures se présentent

sachant qu'aucun des exploitants repris ici ne possède déjà des bandes extensives. Le premier agriculteur possède une exploitation de 10,8 ha mais aucune prairie permanente, il n'a donc pas la possibilité d'installer des bandes herbeuses extensives primables. L'indicateur prend une valeur nulle. Le deuxième agriculteur a une exploitation de 59,1 ha dont 11,2 ha de prairies permanentes. Cette superficie lui permettrait d'introduire 893 m de bandes extensives subsidiables. Cependant, aucune de ses prairies n'est située à côté d'un élément à protéger. La valeur de l'indicateur associée à son exploitation est nulle. Le troisième agriculteur a une exploitation de 11 ha dont 8,2 ha de prairies permanentes, ce qui l'autorise à installer 643 m de bandes herbeuses. Toutefois, l'analyse SIG met en évidence la possibilité d'implanter seulement 57 m, cette valeur étant inférieure au 100 m requis, une valeur nulle est attribuée à l'indicateur pour son exploitation. Le quatrième agri-

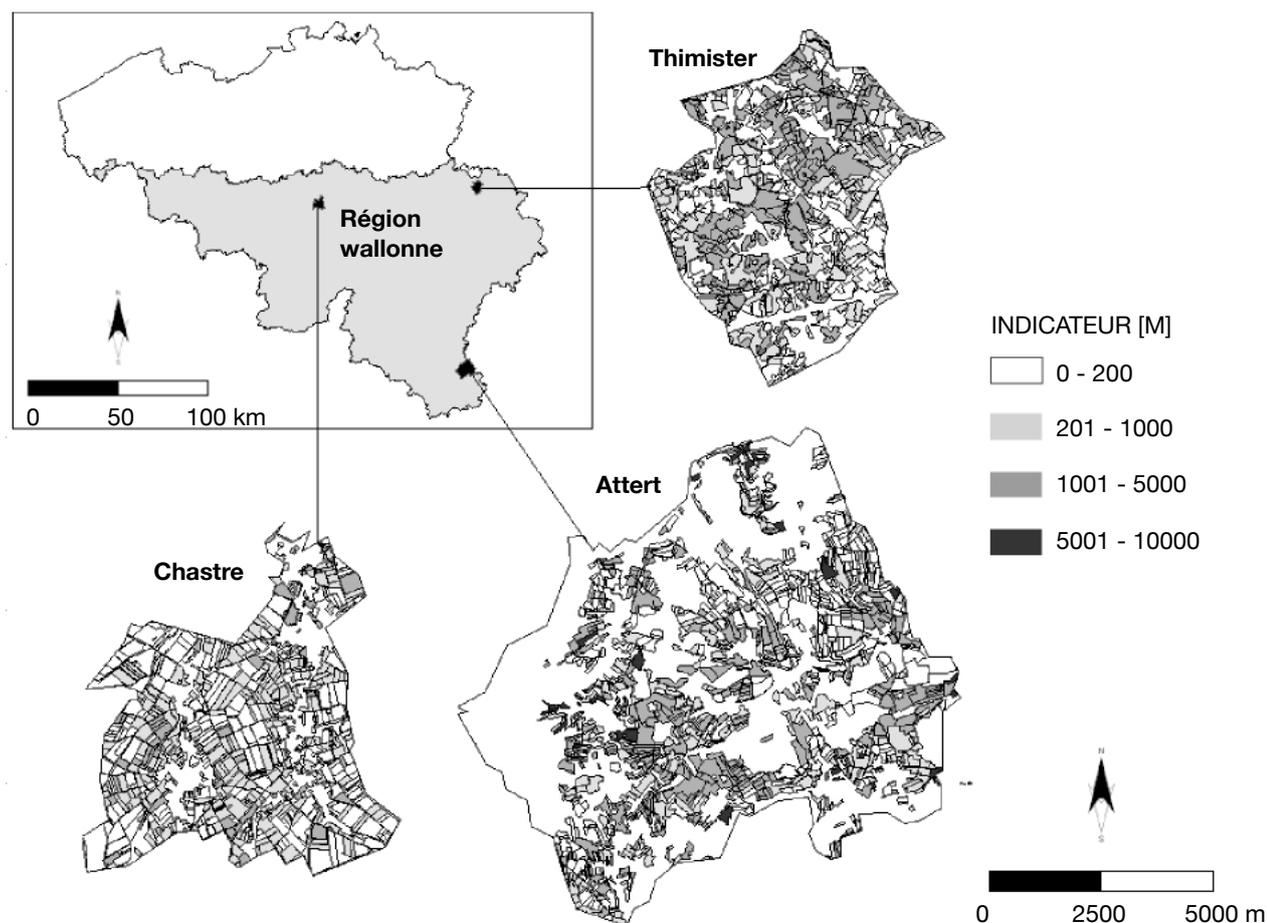


Figure 3. Présentation des résultats pour 3 communes — *Results for the 3 municipalities.*

Tableau 2. Extrait de la table de diagnostic de la commune d'Attart — *Extract from the diagnostic table for the municipality of Attart.*

Surface par exploitation (ha)				Bandes herbeuses extensives par exploitation					Indicateur (m)
Agriculteur	Totale	Prairies permanentes + bandes extensives	Nombre potentiel	Longueur (m)					
				Pot.	Max.	Ex.	Subs.	Min.	
1	10,8	0	0	0	0	0	0	100	0
2	59,1	11,2	0	0	893	0	893	100	0
3	11,1	8,2	0	57	643	0	643	100	0
4	61,7	38,4	4	1596	3069	0	3069	100	1596
5	35,9	16,6	5	1442	1329	0	1329	100	1329

Pot. : potentielle ; Max. : maximale ; Ex. : existante ; Subs. : subsidiable ; Min. : minimale.

culteur est à la tête d'une exploitation de 61,7 ha dont plus de la moitié occupée par des prairies permanentes, ce qui lui permettrait de placer une longueur totale de bandes extensives subsidiables de plus de 3000 m. L'environnement de ses prairies permanentes restreint la longueur de portions convertible à 1596 m. Enfin,

pour le dernier agriculteur qui gère une exploitation de 35,9 ha dont 16,6 ha de prairies permanentes, la proximité d'éléments à protéger est particulièrement importante. L'analyse SIG met en avant la possibilité de convertir 1442 m de prairies permanentes mais cette valeur est revue à la baisse par la superficie couverte

par ce type de prairies. Finalement, l'indicateur prend la valeur de 1329 m.

3.3. Diagnostic au niveau des parcelles d'une exploitation (Figure 4)

L'agriculteur, choisi au hasard à titre d'exemple, possède une exploitation dans la commune d'Attert de 138,43 ha répartis sur 32 parcelles dont 12 de prairies permanentes couvrant 79,78 ha. Comme il n'a pas encore de bandes herbeuses extensives au sein de son exploitation, cette valeur est multipliée par 0,08 puis convertie en mètres pour fournir une information sur la longueur maximale subsidiable : 6382 m. Selon l'analyse spatiale réalisée, l'agriculteur a en réalité la possibilité de convertir près de 3949 m de portions de prairies permanentes, la représentation cartographique les met en évidence. Cette longueur est supérieure à 100 m, elle constitue donc la valeur résultat de l'indicateur pour cette exploitation.

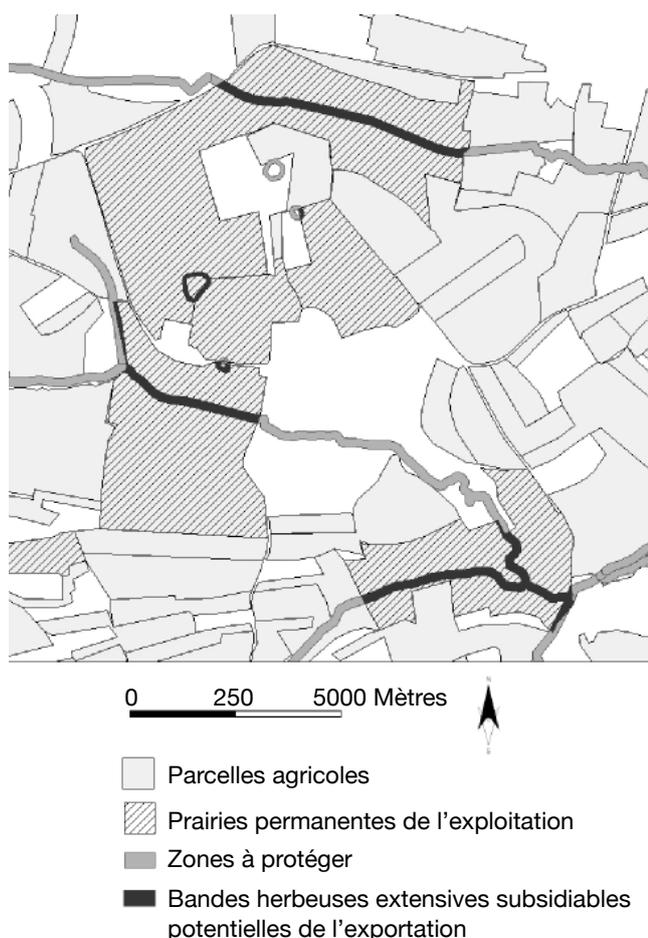


Figure 4. Présentation des résultats pour une exploitation — *Individual farm field result.*

4. CONCLUSION

La nouvelle méthode proposée peut être qualifiée de complète, modulable et exhaustive. La première qualité est justifiée parce qu'elle prend en compte l'ensemble des critères d'implantation. Elle met en exergue toutes les possibilités de conversion de portions de prairies permanentes en bandes extensives, parmi lesquelles des choix pourront être opérés sur le terrain. Le fait d'être modulable autorise une adaptation aisée dans le cas où certains critères subiraient des modifications. Son caractère d'exhaustivité lui est attribuable puisqu'un résultat peut être obtenu pour chacune des exploitations wallonnes dont les parcelles sont reprises par le SIGEC.

La précision des résultats dépend de plusieurs facteurs. Des déclarations erronées d'agriculteurs ou une superposition imprécise des couches d'informations sont des éléments qui peuvent biaiser les résultats. Ces sources d'erreurs peuvent être plus ou moins importantes dans l'espace et/ou dans le temps et certaines sont impossibles à évaluer. Il est donc très difficile de quantifier l'erreur. Néanmoins, puisque les résultats obtenus n'ont pas comme ambition d'être utilisés dans des applications strictes mais bien de fournir des informations pertinentes, une simple connaissance des sources d'imprécision devrait suffire à pouvoir utiliser la méthode à bon escient.

Les résultats présentés permettent de conclure que la méthode répond adéquatement aux objectifs qui motivaient sa mise en place. Elle prouve également que la méthode est prête à être automatisée afin de procurer un outil opérationnel qui pourrait être mis à la disposition des agriculteurs par la Direction Générale de l'Agriculture, dans le but d'augmenter la surface de bandes herbeuses extensives.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet SAGRIWATEL financé par les Services Fédéraux de la Politique Scientifique. Nous tenons à remercier A. Istasse, L. Vanhalle et M. Thirion (Direction Générale de l'Agriculture) pour leur contribution.

Bibliographie

- Arrêté du Gouvernement wallon du 12 décembre 1994 relatif à l'octroi de subventions agri-environnementales en vue de promouvoir des méthodes de la production agricole compatible avec les exigences de la protection de l'environnement et l'entretien de l'espace naturel. *Moniteur belge*, 08/03/1995, p. 5199.
- Arrêté du Gouvernement wallon du 28 octobre 2004 relatif à l'octroi de subventions agri-environnementales.

- Moniteur belge*, 29/12/2004, p. 86573. <http://reflex.raadvst-consetat.be/reflex/pdf/Mbbs/2004/12/29/89336.pdf> (dernière consultation le 28/08/2006).
- Alphandéry P., Bourliaud J. (1996). L'agri-environnement, une production d'avenir ? *Etud. rurale*, **141-142**, p. 21–43.
- Biielders CL., Ramelot C., Persoons E. (2003). Farmer perception of runoff and erosion and extent of flooding in the silt-loam belt of the Belgian Walloon Region. *Environ. Sci. Policy* **6**, p. 85–93.
- Critchley CNR., Annen DS., Fowbert JA., Mole AC., Gundrey AL. (2004). Habitat establishment on arable land: assessment of an agri-environmental scheme in England, UK. *Biol. Conserv.* **119**, p. 429–442.
- Dendoncker N., van Wesemael B., Rounsevell MDA., Roelandt C., Lettens S. (2004). Belgium's CO₂ mitigation potential under improved cropland management. *Agr. Ecosyst. Environ.* **103**, p. 101–116.
- De Snoo GR. (1999). Unsprayed fields margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. *Landscape Urban Plann.* **46**, p. 151–160.
- Freibauer A., Rounsevell MDA., Smith P., Verhagen J. (2004). Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma* **122**, p. 1–23.
- Hald AB. (2002). Impact of agricultural fields on vegetation of stream border ecotones in Denmark. *Agr. Ecosyst. Environ.* **89**, p. 127–135.
- Haysom KA., McCracken DI., Foster GN., Sotherton NW. (2004). Developing grassland conservation headlands: response of carabid assemblage to different cutting regime in a silage field edge. *Agr. Ecosyst. Environ.* **102**, p. 263–277.
- Hietala-Koivu R. (1999). Agricultural landscape change: a case study in Yläne, southwest Finland. *Landscape Urban Plann.* **46**, p. 103–108.
- Lepoivre P., Baltus C. (1997). Mesures d'incitation en faveur de la conservation de la diversité génétique en matière agricole. 2. Analyse des mesures agri-environnementales belges. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **1** (3), p. 187–195.
- Lettens S., Van Orschoven J., van Wesemael B., Perrin D., Roelandt C. (2004). The inventory-based approach for prediction of SOC change following land use change. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **8** (2), p. 141–146.
- Loveland P., Webb J. (2003). Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil Tillage Res.* **70**, p. 1–18.
- Ma M., Tarmi S., Helenius J. (2002). Revisiting the species-area relationship in a semi-natural habitat: floral richness in agricultural buffer zones in Finland. *Agr. Ecosyst. Environ.* **89**, p. 137–148.
- Narumalani S., Zhou Y., Jensen JR. (1997). Application of remote sensing and geographic information systems to the delineation and analysis of riparian buffer zones. *Aquat. Bot.* **58**, p. 393–409.
- OCDE. (1999). *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 2 – Questions clés et conception*. Paris : Éditions de l'OCDE.
- Perkins AJ., Whittingham MJ., Morris AJ., Bradbury RB. (2002). Use of field margins by foraging yellowhammers *Emberiza citrinella*. *Agr. Ecosyst. Environ.* **93**, p. 413–420.
- Piorr HP. (2003). Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. *Agr. Ecosyst. Environ.* **98**, p. 17–33.
- Pywell RF., Warman EA., Carvell C., Sparks TH., Dicks LV., Bennett D., Wright A., Critchley CNR., Sherwood A. (2005). Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biol. Conserv.* **121**, p. 479–494.
- Sliva L., Williams DD. (2001). Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water Resour.* **35**, p. 3462–3472.
- Syversen N., Bechmann M. (2004). Vegetative buffer zones as pesticides filters for simulated surface runoff. *Ecol. Eng.* **22**, p. 175–184.
- Tattari S., Schultz T., Kuussaari M. (2003). Use of belief network modelling to assess the impact of buffer zones on water protection and biodiversity. *Agr. Ecosyst. Environ.* **96**, p. 119–132.
- Veihe A., Hasholt B., Schiøtz IG. (2003). Soil erosion in Denmark: processes and policies. *Environ. Sci. Policy* **6**, p. 37–50.
- Vickery J., Carter N., Fuller RJ. (2002). The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. *Agr. Ecosyst. Environ.* **89**, p. 41–52.
- Wilson GA., Petersen JA., Höll A. (1999). EU member state responses to Agri-Environment Regulation 2087/92/EEC – towards a conceptual framework ? *Geoforum* **30**, p. 185–202.
- Xiang WN. (1996). GIS-based riparian buffer analysis: injecting geographic information into landscape planning. *Landscape Urban Plann.* **34**, p. 1–10.