

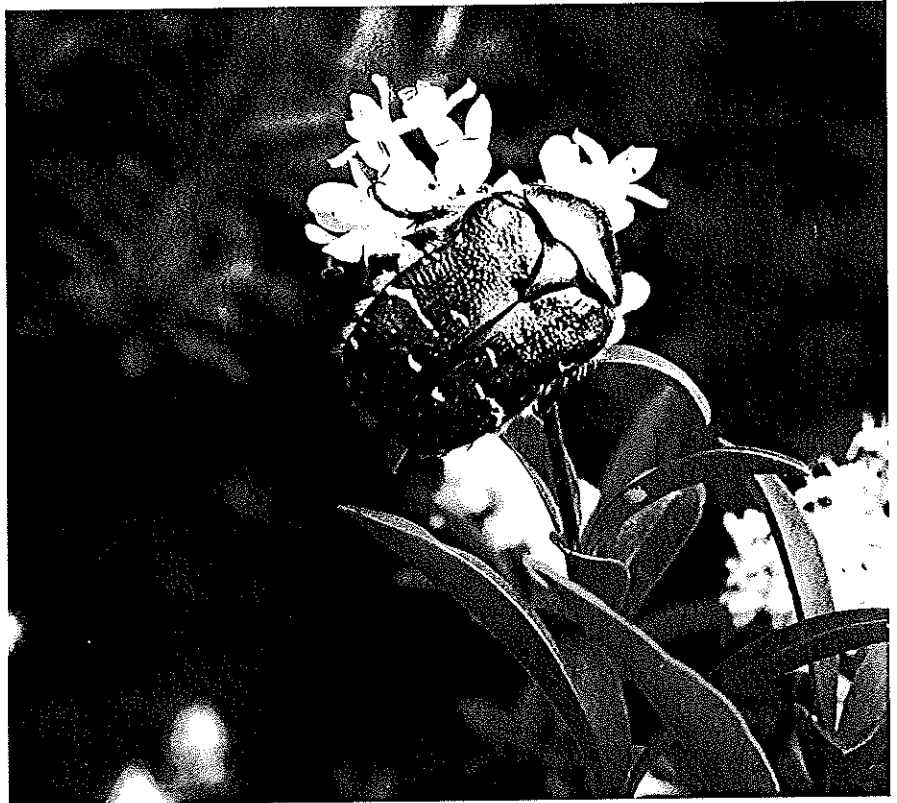
Evaluation des restaurations de pelouses calcicoles en région wallonne: coûts, structure écologique et diversité botanique

Julien PIQUERAY / piqueray.j@fsagx.ac.be,
Gaëtan BOTTIN, Louis-Marie Delescaille, Emanuelle BISTEAU et Grégory MAHY.

Introduction

Les pelouses calcicoles constituent des 'hotspots' de biodiversité en zone tempérée au regard de la diversité locale et régionale de leur flore et de leur entomofaune (Prendergast et al. 1993; WallisDeVries et al. 2002). Cette valeur patrimoniale est reconnue par leur classement en tant qu'habitat prioritaire dans l'Annexe 1 de la Directive Habitat 92/43/EEC. Très étendus à travers l'Europe occidentale à la fin du 19^{ème} siècle, ces écosystèmes ont subi une fragmentation drastique au cours des 50 dernières années sous l'effet de l'abandon des pratiques agro-pastorales traditionnelles, suivi de leur recolonisation spontanée par les fourrés et la forêt, de leur reboisement dirigé ou de leur transformation en systèmes agricoles intensifs (WallisDeVries et al. 2002). En Belgique, le processus de fragmentation des pelouses calcicoles est particulièrement dramatique. Par exemple, dans une étude parue dans un précédent Parc et Réserve, Leduc et Mahy (2004) on montré que la superficie des pelouses calcicoles dans un paysage de 3500ha de la vallée du Viroin avait diminué de 93% au cours des 40 dernières années.

Face à ce constat, la réponse 'traditionnelle' a consisté à protéger les reliques de ces milieux sous formes de Réserves Naturelles. Force est de constater que, malgré l'énergie déployée par de nombreux acteurs, plus de trente années de lutte pour la conservation et la gestion des pelouses calcicoles n'ont pas permis d'enrayer le déclin de la biodiversité. La raison principale du déclin de la diversité des pelouses calcicoles est que les habitats relictuels présentent de trop petites surfaces et sont trop isolés les uns des autres pour assurer la pérennité des populations des espèces typiques de ces milieux (voir par



Cétoine dorée

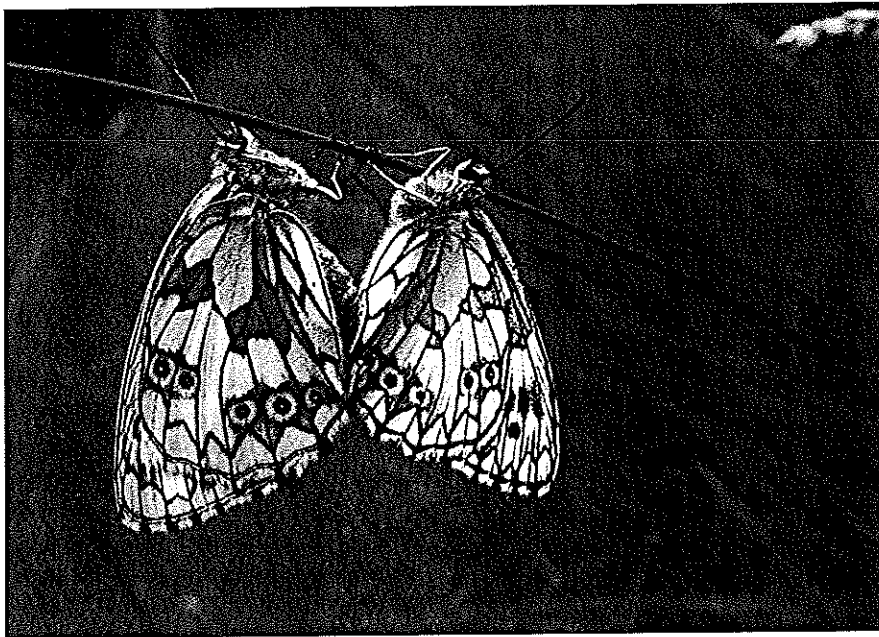
exemple, Mahy, 2003, pour une synthèse des problèmes liés aux petites populations).

L'idée s'est donc progressivement imposée que le maintien de la diversité des pelouses calcicoles passait par une phase de restauration de surfaces d'habitats suffisantes pour assurer les processus populationnels des espèces. Dans ce contexte, la restauration peut se définir comme la ou les action(s) dont l'objectif est de diriger le développement d'un écosystème vers un stade choisi en accélérant la succession écologique ou en évitant un/des stade(s) de la succession (Bakker et al. 2000; Weddell 2002). Concrètement, ceci implique de restaurer les conditions physico-chimiques propices aux espèces de l'habitat cible, par exemple par la réouverture du couvert forestier, par l'élimination des couches superficielles

de sol enrichies en azote, par le rétablissement d'un régime hydrique favorable,... Cette approche sous-entend, qu'après la restauration des conditions physico-chimiques du milieu, les communautés d'espèces typiques vont se reconstituer spontanément. Cette dernière étape n'est toutefois pas évidente pour la flore vu les capacités de dispersion limitées de nombreuses espèces végétales (Mahy, 2003).

Des campagnes de restauration des pelouses calcicoles ont été menées par différents organismes depuis le début des années 1990 en Région wallonne. Dans la région du Viroin, le centre Marie-Victorin a réalisé quelques actions de restauration dès 1990. Un nombre assez important de sites ont été restaurés, à la fin des années 1990, par la DNF, notamment dans les cantonnements de Rochefort, Viroinval et Wellin. Mais c'est

©LIFE HM



Demi-deuils accouplés.

au début des années 2000 que les plus grandes campagnes de restauration de pelouses calcicoles ont été lancées. En 2001, un projet LIFE-Nature démarre dans la région de Lesse et Lhomme à l'initiative de l'ASBL Ardenne et Gaume. Deux ans plus tard, la même ASBL, cette fois en partenariat avec les RNOB, lancent le projet LIFE-Nature Haute Meuse. Ce projet concerne non seulement les pelouses de Haute-Meuse, mais aussi celles de la vallée du Viroin.

Le travail réalisé est remarquable. Il demande bien entendu une expertise de la gestion écologique mais aussi une approche sociologique dans les processus de négociations avec les acteurs locaux (voir par exemple André & Vandendorpel 2004, Graux 2004). On ne peut que rendre hommage à l'investissement sans faille des acteurs qui interviennent dans ces programmes. Toutefois, face aux contraintes socio-économiques et en l'absence de moyens pour un suivi scientifique, les stratégies de restauration sont le plus souvent de nature empirique. Les programmes LIFE ne prévoient pas de moyens pour une phase de préparation et d'acquisition de données sur la situation de départ, ni pour un suivi scientifique des actions entreprises, ni pour la mise en place d'un monitoring post-projet. Pourtant, comme toute action impliquant un investissement de la société (investissement financier et humain), les résultats des actions de restauration des milieux naturels et semi-naturels doivent faire l'objet d'une évaluation.

C'est dans ce cadre qu'Ardenne et Gaume et le Laboratoire d'Ecologie de la FUSAGx ont initié depuis plusieurs années une collaboration visant à apporter un soutien scientifique aux campagnes de restauration de pelouses calcicoles. Dans cet article, nous rapportons les résultats d'une étude portant sur l'évaluation des coûts et résultats des actions de restauration des pelouses calcicoles en Région wallonne au cours des 15 dernières années.

Objectifs

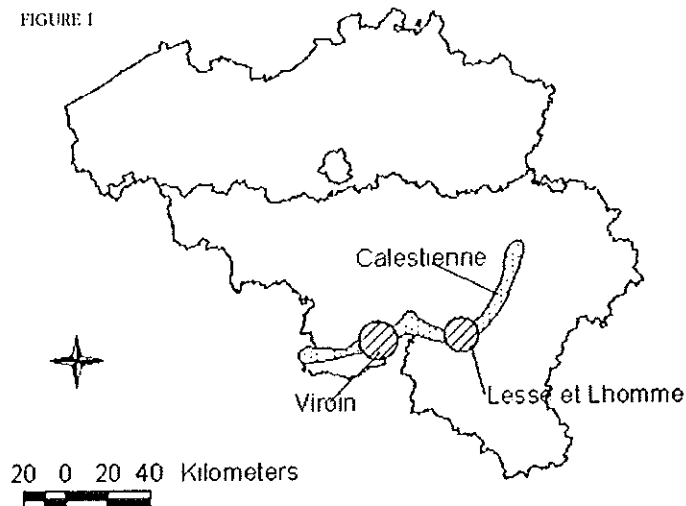
L'objectif de cette étude est de contribuer au suivi scientifique d'une partie des actions de restauration de pelouses calcicoles menées en Région wallonne

depuis 15 ans selon trois axes:
 1°) La synthèse des coûts engendrés par la restauration. Le but est de donner une estimation des coûts auxquels on peut s'attendre lors d'une campagne de restauration ainsi que d'évaluer l'influence de certains paramètres (type de milieu, topographie, méthode de restauration) sur ce coût.
 2°) Une évaluation des effets de la restauration sur la structure spatiale des pelouses calcicoles. Le but est d'évaluer si les actions de restauration sont menées de telle façon qu'elles permettent effectivement d'augmenter la taille des pelouses et de réduire leur isolement spatial.
 3°) Une évaluation de la recolonisation des zones restaurées par la flore des pelouses calcicoles. La restauration des surfaces ouvertes peut ne pas être suffisante si les espèces des pelouses ne parviennent pas à se disperser ou à s'installer dans les zones restaurées. L'objectif est donc d'évaluer l'efficacité écologique de la restauration et de déterminer si la végétation des parcelles restaurées tend à se rapprocher de celle des pelouses anciennes.

Zone d'étude

La zone de l'étude est scindée en deux grandes sous-régions qui sont la vallée du Viroin d'une part et la région de Han-sur-Lesse – Rochefort d'autre part. Ces deux sous-régions ont en commun de se situer dans la région naturelle de Caestienne. La Caestienne est une

FIGURE 1



Localisation des zones d'étude.

bande au sous-sol formé principalement de calcaire et qui s'étire selon un axe ouest-sud-ouest - est-nord-est entre Wallers-Trélon en France et Comblain-au-Pont. Elle est bordée au nord par la dépression famennienne et au sud par l'Ardenne. Les roches que l'on y retrouve datent du Dévonien et plus précisément du Frasnien, du Givetien et du Couvinien (Decocq et al, 2004).

Evaluation des coûts de la restauration

Méthode

Cette synthèse des coûts des actions de restauration menées dans les deux régions a été réalisée sur la base de données récoltées dans différents organismes ayant réalisé des restaurations:

- le projet Life-Nature Haute Meuse (personne de contact: M. Gaëtan Graux, responsable du projet)
- le cantonnement de Viroinval (personne de contact: M. Jean-Pierre Scohy, premier attaché)
- le centre Marie-Victorin (personne de contact: M. Léon Woué, directeur du centre)
- le projet Life-Nature Lesse et Lhomme (personne de contact: M. Benoît André, responsable du projet)
- le cantonnement de Rochefort (personne de contact: M. Luc Picard, premier attaché provisoire)
- le cantonnement de Wellin (personne de contact: M. Jean Gillissen, premier attaché)



Escargot sur Aster linosiris

Pour tous les chantiers pour lesquels l'information existait, les offres de prix ont été examinées et seule la meilleure offre a été prise en compte. Le prix moyen des chantiers a été comparé en fonction de plusieurs paramètres afin de déterminer si des différences significatives pouvaient être mise en évidence (tests statistiques de Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis). Les paramètres considérés sont:

- la région (Lesse et Lhomme ou Viroin)
- la topographie (pente)
- la nature de la végétation avant restauration (arbres ou fruticées)
- le type de pelouse (pelouse mésophile ou pelouse xérophile)
- la méthode utilisée (manuelle ou gyrobroyage)

Résultats

En moyenne le coût d'un chantier est significativement plus élevé dans le Viroin qu'en Lesse et Lhomme. Cette différence de prix, pourrait être due à des différences socio-économiques ou à des natures de chantiers globalement différentes mais nous ne disposons pas d'éléments appuyant cette explication..

La pente, si elle est importante, peut rendre les conditions de travail considérablement plus difficiles. Dès lors, on peut s'attendre à ce que l'entrepreneur qui va rendre une offre au gestionnaire prenne ce paramètre en compte. C'est donc sans surprise que l'on voit apparaître une augmentation significative du prix en fonction de la pente, les coûts des chantiers sur pente forte étant en moyenne plus de trois fois plus élevés que sur pente faible. Toutefois, la comparaison multiple n'a pas permis de détecter de différence entre les moyennes pour les terrains plats et en pentes moyennes. Seuls les chantiers sur pentes fortes sont donc significativement plus chers que les chantiers sur terrains plats ou sur pentes moyennes. Pour évaluer l'effet du **type de végétation présent avant restauration**, nous avons utilisé les données du LIFE Haute-Meuse. Etant donné la diversité des types de végétation et le nombre assez restreint de chantiers, il a été choisi de reclasser les végétations en deux catégories: «arbres et arbustes» et «vieilles fruticées». Les données ambiguës qui n'ont pu être insérées dans une de ces classes n'ont pas été prises en compte. La nature des végétaux pré-

		Prix (€/ha)				Nombre de chantiers pris en compte
		Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	
Région	Lesse et Lhomme	5068	4017	1839	19818	24
	Viroin	6963	4218	1636	22967	46
Milieu	pelouse mésophile	3970	2244	1839	8671	15
	pelouse xérophile	7068	5979	2892	19818	8
Végétation	arbres et arbustes	9816	5825	2449	22967	13
	vieilles fruticées	10809	6013	2259	23791	10
Pente	pente forte	11910	3837	6409	22967	17
	pente moyenne	7725	6210	2449	23791	12
	plat	3368	1978	1844	6307	8

TABLEAU 1: Coût moyen (en euros par hectare) de la restauration de pelouses calcicoles en fonction de différents paramètres.

sents avant la coupe n'influence pas le coût, la différence observée est faible. Il aurait été plus intéressant d'avoir des données sur la densité de la végétation, bien que ce soit assez difficile à estimer. On peut en effet s'attendre à ce qu'un chantier visant à enlever quelques arbres épars soit moins cher qu'un autre où la végétation est tout à fait impénétrable comme c'est parfois le cas dans les vieux fourrés de recolonisation.

Pour évaluer l'effet du **type de pelouses** (mésophile ou xérophile), à restaurer, nous avons utilisé les données du projet LIFE Lesse et Lhomme. On remarque ici une différence de coût assez nette entre les deux types de pelouses, avec une moyenne presque deux fois plus grande pour les pelouses xérophiles. Toutefois, cette différence n'est pas significative selon le test de Mann-Whitney, bien que le niveau de probabilité soit très proche du seuil de significativité. Cette différence de prix observée entre les pelouses mésophiles et xérophiles n'est certainement qu'une répétition de ce qui a été observé pour la pente. En effet, les pelouses mésophiles se retrouvent le plus souvent sur des terrains plats ou modérément pentus. A l'inverse, on retrouve les pelouses xérophiles en général sur des escarpements rocheux ou des ravins très pentus. La différence de prix vient certainement de ce fait plutôt que de la nature de la végétation qui s'y trouve. Dans le cadre du projet LIFE Haute-Meuse, une technique de restauration



Mesobrometum

©LM Delcaillie



Parcelle gyrobroyée au Fondry-des-Chiens

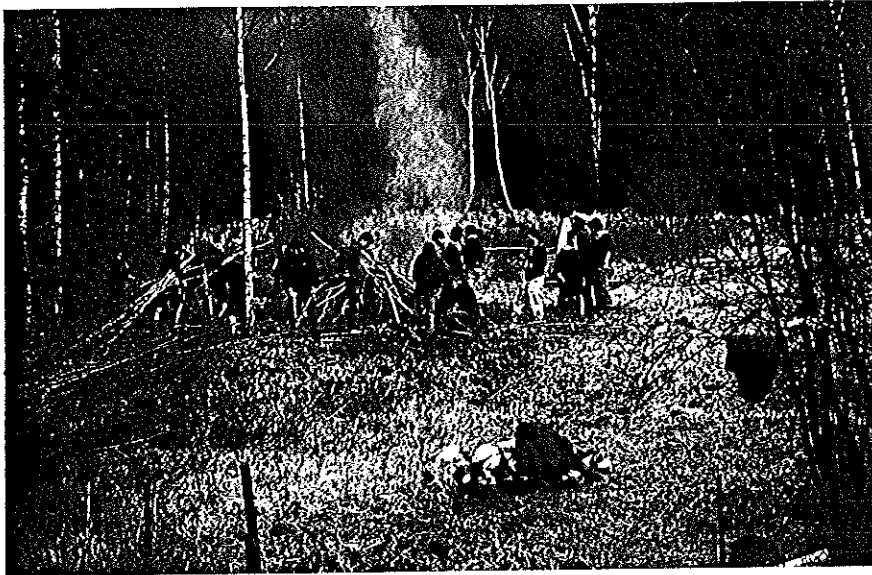
©LIFE HM



Xerobrometum

©LM Delcaillie

par gyrobroyage a été testée. Le but de cette technique étant de diminuer les frais engendrés par la restauration, il est intéressant de voir si cela se vérifie sur le terrain. Le principe de cette technique est de passer sur la coupe avec une gyrobroyeuse qui va non seulement détruire la végétation en surface, mais aussi s'attaquer aux souches jusqu'à quelques centimètres sous la surface du sol afin de limiter le pouvoir de rejets de ces souches. En plus d'une économie immédiate, cette technique devrait donc aussi permettre de diminuer les frais provenant des différentes coupes de rejets qui devront avoir lieu ultérieurement. Cet effet à moyen terme n'a toutefois pas été étudié. Cette technique s'oppose aux techniques manuelles qui peuvent toutefois se décli-



© LUC HM

Gestion manuelle par les scouts

ner selon un gradient de mécanisation en fonction du matériel utilisé. Globalement, la restauration reste un travail peu mécanisé, les machines les plus souvent utilisées étant la tronçonneuse et la débroussailleuse portée. Dès lors, les chantiers concernés par l'analyse ont presque tous pu être classés en deux méthodes: «gyrobroyage» et «manuelle». Afin de rendre les données plus comparables et étant donné que l'information était disponible, les classes de pente ont été reprises au sein de chaque méthode. Les chantiers sur pentes fortes n'ont pas été repris étant donné qu'aucun gyrobroyage n'y a été effectué. Les prix selon la méthode utilisée sont repris au tableau 2. Le prix des chantiers effectués par gyrobroyage est en moyenne significativement plus bas que pour les chantiers manuels. La même observation ne peut être faite séparément pour chacune des classes de pente car, dans

ces cas, les différences sont non significatives. On peut donc dire que le gyrobroyage semble une technique efficace pour diminuer le coût des restaurations. Toutefois, plusieurs remarques sont à faire à ce sujet. Premièrement, l'effet du gyrobroyage sur la flore qui se réinstalle n'est pas encore connu. On ne peut donc pas encore affirmer que cette technique, en terme de qualité de la restauration, soit équivalente aux techniques manuelles; ni en mieux, ni en moins bien. Ensuite, cette technique détruit toute la végétation, y compris la végétation herbacée. Son application est donc exclue sur des sites où les espèces herbacées présentes sont intéressantes à conserver. Enfin, pour des raisons techniques, le gyrobroyage ne peut se faire que sur des terrains relativement plats, pas trop rocaillieux et d'une certaine étendue.

Conclusions sur le coût de la restauration

La restauration de pelouses calcicoles est une action assez onéreuse. Toutefois, dans certains cas, ces frais pourraient être allégés. Tout d'abord, certaines restaurations peuvent se faire avec l'aide de bénévoles. Ce bénévolat peut provenir d'associations de conservation de la nature, mais parfois aussi d'autres institutions. Par exemple, il arrive que des écoles techniques soient intéressées par des exercices d'abattage sur des sites réels. C'est ainsi que certaines pelouses peuvent être restaurées à très bas frais. Ensuite, bien que les peuplements forestiers présents sur les pelouses à restaurer soient souvent de qualité très médiocre, la vente des produits forestiers peut parfois permettre de récupérer les frais d'abattage. Dans ce cas, la restauration sera une action financièrement nulle. Enfin, l'utilisation de techniques mécaniques tel que le gyrobroyage, lorsque cela est possible, peut permettre aussi de diminuer les frais de restauration. Cette économie a lieu directement, puisqu'un chantier de gyrobroyage est moins cher en moyenne qu'un chantier manuel, mais on peut aussi espérer des économies sur les recépages ultérieurs qui devraient théoriquement être moins nombreux.

Quoi qu'il en soit, il ne faut pas attendre de la restauration de pelouses calcicoles qu'elle soit bon marché. Un coût certainement assez important est à envisager pour chaque campagne de mise à blanc. Toutefois, la survie des espèces inféodées à ce milieu en dé-

Méthode	Pente	Prix (€/ha)				Nombre de chantiers pris en compte
		Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	
gyrobroyage	pente moyenne	3769	266	3581	3957	2
	plat	2834	1949	1844	6307	5
	total	3101	1659	1844	6307	7
manuelle	pente moyenne	9257	7023	2499	23791	8
	plat	4258	2048	1988	5968	3
	total	7894	6389	1988	23791	11
Total		6030	5546	1844	23791	18

TABLEAU 2: coût moyen (en euros par hectare) de la restauration de pelouses calcicoles pour deux méthodes de restauration et selon la pente.

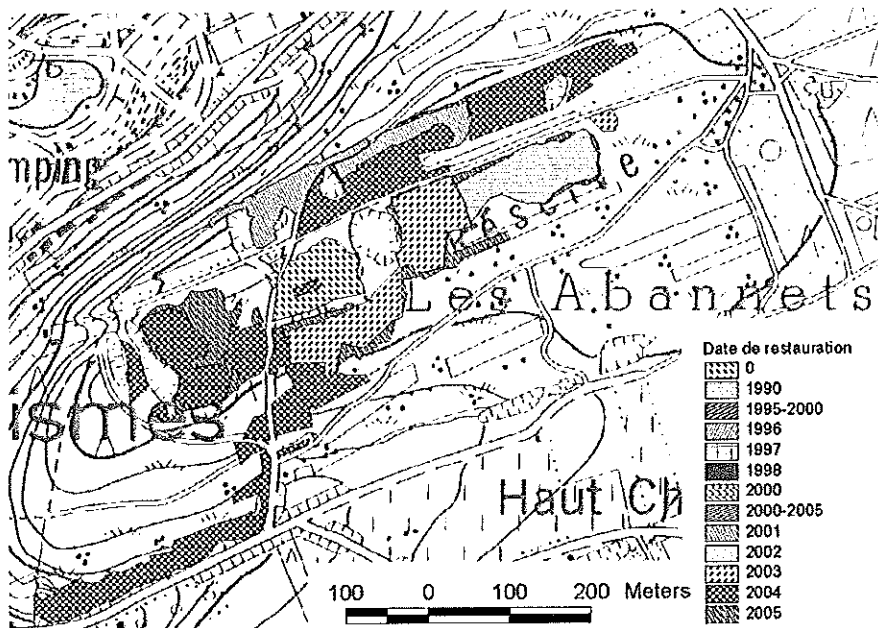


FIGURE 2: Extrait de la carte des dates de restauration (zone des Abanets).

pend car si rien n'est fait pour les maintenir, les pelouses calcicoles feront, en Belgique et dans d'autres pays, partie du passé. Les actions de restaurations de pelouses calcicoles sont des actions de sauvegarde du patrimoine naturel et historique de Wallonie. Il faut donc les poursuivre, mais sans jamais perdre de vue ce que cela implique au niveau financier.

Evaluation des effets de la restauration en termes de structure spatiale

Méthode

Les données qui ont permis de réaliser cette synthèse ont été récoltées dans les mêmes organismes que pour la synthèse des coûts, à savoir, les différents can-

tonnements concernés (Rochefort, Viroinval et Wellin) ainsi que les deux projets LIFE et le centre Marie-Victorin. Pour la région du Viroin, les informations géographiques récoltées auprès des différentes personnes-ressources ont été croisées avec les relevés GPS des contours des parcelles restaurées réalisés par Louis-Marie Delescaille du Centre de Recherche Nature, Forêts, Bois. Pour la région de Lesse et Lhomme des relevés GPS de l'ensemble des pelouses présentes sur la zone ont été utilisés. Ces relevés ont été réalisés par Emmanuelle Bisteau et Gaëtan Bottin du laboratoire d'écologie de la FUSAGx, dans le cadre de la convention «Développement et test d'une méthodologie pour l'élaboration des actes de désignation des sites NATURA 2000, DGRNE – RW» (Bottin et al., 2005). L'utilisation de ces données complémentaires a permis de préciser et de compléter les données récoltées. Le document construit permet ainsi de retracer l'évolution de la répartition et des surfaces de pelouses calcicoles au cours du temps tel qu'illustré à la figure 2. A partir de la couche construite, un ensemble de paramètres caractérisant la structure spatiale et le degrés de fragmentation des pelouses calcicoles ont été estimés.

- Surface totale de pelouses (ha).

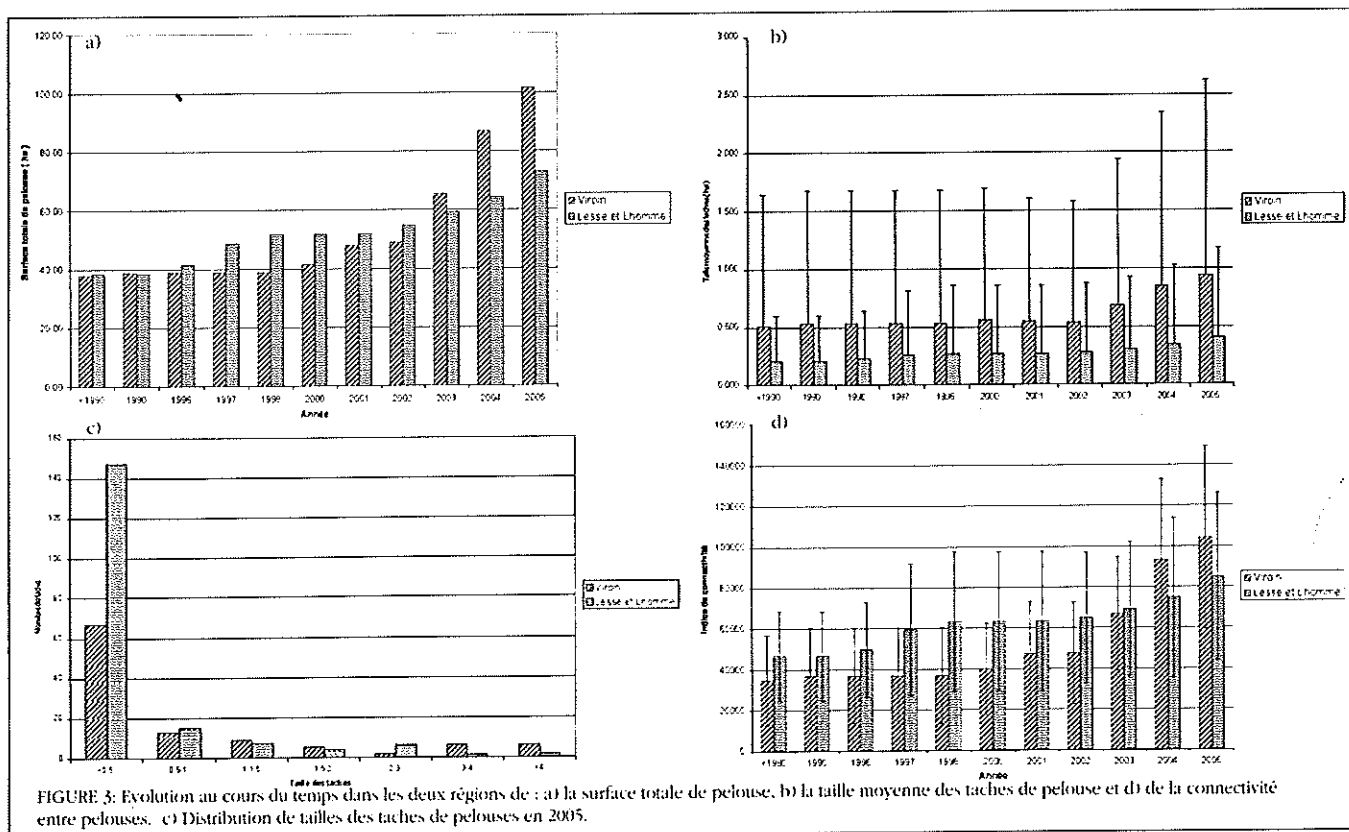


FIGURE 3: Evolution au cours du temps dans les deux régions de : a) la surface totale de pelouse, b) la taille moyenne des taches de pelouse et d) de la connectivité entre pelouses. c) Distribution de tailles des taches de pelouses en 2005.

- Taille moyenne (ha) des taches de pelouses
- Indice moyen de connectivité (IFM) entre les pelouses: cet indice permet de donner une estimation de la connectivité d'une pelouse avec les pelouses environnantes. Un indice IFM faible indique une pelouse isolée tandis qu'un indice fort correspond à une pelouse fortement connectée aux autres.

Ces différents paramètres ont été calculés pour chaque année pour lesquelles on avait de l'information concernant des restaurations. Le terme pelouse reprend ici l'ensemble des parcelles préexistantes et restaurées. Bien que les parcelles récemment restaurées ne puissent pas encore être appelées pelouses dans le sens où ce sont encore plutôt des coupes forestières, le terme «pelouse» sera ici utilisé par simplification. Le terme «tache» est équivalent à une parcelle de pelouse, celles-ci se matérialisant sur le document cartographique comme une tache sur le fond topographique.

Résultats

La figure 3a présente l'évolution de la **surface totale** de pelouse au cours du temps. Dans la région du Viroin, cette surface est passée de moins de 40 ha à la fin des années 1980 à plus de 100 ha à l'heure actuelle soit une augmentation d'environ 65 ha ou 165 %. Cette augmentation est de plus ou moins 35 ha en Lesse et Lhomme puisque l'on est passé de 38 à 73 ha, soit une augmentation de 92 % en 10 ans. Dans les deux cas, on voit apparaître deux vagues de restauration. La première vague, qui se situe entre 2000 et 2002 pour le Viroin et entre 1996 et 1998 pour la Lesse et Lhomme, correspond aux actions menées par les différents cantonnements. Une seconde vague de restauration qui débute en 2003 dans la vallée du Viroin et en 2002 en Lesse et Lhomme correspond aux travaux réalisés dans le cadre des projets LIFE.

La figure 3b montre l'évolution de la **taille moyenne des taches** de pelouse. En Lesse et Lhomme, ce paramètre est passé de 0,211 ha en 1990 à 0,401 ha en 2005, soit une augmentation de 90% environ. Cette augmentation est presque similaire dans la région du Viroin (84%; 0,51 ha en 1990; 0,939 ha en 2005). Il est aussi à remarquer la gran-



La renoncule bulbeuse (*Ranunculus bulbosus*) espèce non encore réinstallée sur les pelouses restaurées (pelouse de Saumière)

de variabilité de ce paramètre. Elle peut être expliquée par la présence sur les différentes zones d'un grand nombre de petites pelouses et d'un faible nombre de grandes pelouses (Figure 3c).

Les actions de restauration ont largement contribué à rétablir de la connectivité entre les pelouses (figure 3d). L'augmentation de l'indice de connectivité dans la région du Viroin est due à la grande surface de pelouse restaurée dans le cadre du projet Life Haute-Meuse. Toutefois, on observe une augmentation assez importante de ce paramètre dans les deux régions.

Conclusion sur l'effet de la restauration sur la structure spatiale

Il ressort de cette synthèse que les actions de restauration menées dans les deux régions ont largement contribué à augmenter la surface et la connectivité des pelouses calcicoles. On peut toutefois dire que globalement les augmentations sont plus fortes pour la région du Viroin, d'autant plus que le projet LIFE n'y est pas encore terminé.

La raison de cette différence est certainement que le contexte dans les deux régions est assez différent. Dans la région de Lesse et Lhomme, l'objectif du projet LIFE était l'acquisition de 40 hectares

de pelouses supplémentaires. Cette superficie devait être recrutée hors des Réserves Naturelles Domaniales (RND). Il s'est vite avéré que ces 40 hectares ne pourraient être recrutés étant donné qu'une telle superficie de pelouses, hors RND, n'existe pas sur la zone géographique concernée par le LIFE Lesse et Lhomme. Cette situation se complique en outre par le fait que la majorité des pelouses calcicoles relictuelles se trouvent sur des terrains communaux et donc, non éligibles pour des acquisitions par le projet. De plus, la conjoncture actuelle ne facilite pas l'achat de terrains privés, agricoles ou assimilés, dans la région (existence des MAE - Mesures Agri-Environnementales -, prime à l'extensification, faible valeur vénale de ce type de terrain, frilosité du fait des inconnues existant par rapport à Natura 2000, etc.) [André et Vandendorpel, 2004].

L'augmentation des différents paramètres estimés indique que la restauration contribue à améliorer la structure spatiale du réseau de pelouses. La création de nouvelles taches de pelouses augmente le nombre de stations potentielles pour les différentes espèces qui se développent sur les pelouses calcicoles. D'un autre côté, l'agrandissement de pelouses existantes pourrait permettre à certaines espèces de s'étendre et d'augmenter les effectifs de leurs populations, réduisant ainsi les risques d'extinctions locales (Mahy, 2003).

L'augmentation de la connectivité est due à deux phénomènes distincts. D'une part, l'augmentation de la taille moyenne des taches de pelouses va jouer un rôle dans l'augmentation de la connectivité, étant donné que ce paramètre intervient directement dans le calcul de l'indice de connectivité. D'autre part, l'augmentation du nombre de taches et de leur surface va indirectement contribuer à réduire les distances entre les pelouses.

La diminution de la distance entre deux pelouses ne permet certainement pas aux espèces typiques de se propager d'une pelouse à l'autre, ces espèces ont en effet le plus souvent une capacité de dispersion limitée à quelques mètres [Stampfli et Zeiter, 1999 cités dans Barbaro, 2001]. Toutefois, la diminution de la distance entre deux parcelles de pelouses peut favoriser les flux de gènes par l'intermédiaire des insectes pollinisateurs. De plus, pour certaines plantes à graines légères capables d'une grande dispersion par le vent (Orchidaceae, Orobanchaceae,...) ainsi que pour les espèces animales, cet effet de rapprochement est directement bénéfique.

Ces effets ne sont effectifs que dans la mesure où les sites restaurés peuvent être colonisés, ce qui ne se fera que si la disponibilité en graines est suffisante et si les conditions du milieu permettent le développement des espèces de pelouses. Nous examinons la recolonisation effective des pelouses restaurées dans le point suivant.

Evaluation de la restauration en terme de diversité botanique

Objectif

Le but de cette analyse est de caractériser les effets floristiques des actions de restauration effectuées dans les deux régions durant ces 15 dernières années. Elle montre l'évolution d'un certain nombre de caractéristiques de la végétation (nitrophilie, héliophilie, thermophilie, richesse spécifique et proportion en espèces typiques des pelouses) suite à la restauration. L'objectif final étant de déterminer si la flore des pelouses restaurées tend effectivement vers celle des pelouses en bon état.

Méthode

Choix des sites

Une analyse préliminaire des données récoltées dans les différents organismes a permis de classer les sites restaurés selon deux paramètres:

- le temps écoulé depuis la restauration qui comprend trois classes d'âge: 2-4 ans, 5-8 ans et 10-15 ans
- le peuplement présent avant la restauration qui peut être de deux types: chênaie (ou fruticée) ou pinède

La stratification de l'échantillonnage selon ces deux paramètres a pour but de réaliser l'étude de l'évolution de la végétation en fonction de l'âge de la restauration. Cela permet aussi de comparer les différences qui existent dans ces évolutions en fonction du type de peuplement qui était présent avant la restauration.

Données récoltées

Très souvent, les parcelles avant restauration ne sont pas strictement forestières, surtout dans le cas de recolonisations naturelles. On retrouve encore dans ces peuplements des lambeaux de pelouses plus ou moins dégradées. Afin de s'assurer que les relevés effectués se situaient, avant la restauration, dans la zone d'influence d'un arbre, c'est-à-dire dans une zone où un arbre apportait de l'ombrage ainsi que des débris organiques formant une litière, ils ont tous été réalisés autour de souches persistant sur les pelouses restaurées. Cela permettait d'éviter que certains relevés ne se situent dans des zones qui ont toujours été des pelouses. Cinq souches ont été choisies par site et 4 relevés de 1 m² ont été réalisés autour de chaque souche (répartis selon les 4 points cardinaux). Le nombre de répétitions dans chacun des sites était donc égal à 20, ce qui porte le nombre de relevés effectués à 240. Afin de comparer la situation des pelouses restaurées à celle des pelouses calcicoles anciennes, des relevés témoins effectués dans ces dernières ont été utilisés. Ces relevés ont été effectués par Louise-Marie Delescaille (CRNFB). Quarante-cinq relevés ont été sélectionnés sur les sites suivants: Rivelottes (5 relevés), Les Abannets (35 relevés), Montagne-aux-buis (10 relevés), Plateau des Pairées (30 relevés). Pour chaque relevé, les données suivantes ont été notées:

- pente (nulle, pente faible, pente moyenne ou pente forte) et orientation (Nord, Sud, Est, Ouest ou directions bissectrices)
- profondeur du sol: en trois points, à

Méthode	Pente	Prix (€/ha)				Nombre de chantiers pris en compte
		Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	
gyrobroyage	pente moyenne	3769	266	3581	3957	2
	plat	2834	1949	1844	6307	5
	total	3101	1659	1844	6307	7
manuelle	pente moyenne	9257	7023	2499	23791	8
	plat	4258	2048	1988	5968	3
	total	7894	6389	1988	23791	11
Total		6030	5546	1844	23791	18

TABLEAU 3: sites sélectionnés, pour les deux régions étudiées, selon le peuplement présent avant restauration et la classe d'âge de la restauration (l'âge réel de la restauration est donné à titre indicatif). La colonne « Localisation » donne les coordonnées dans le système Lambert belge

intervalle régulier sur une des diagonales du quadrat

- recouvrement total des espèces ligneuses (en %)
- recouvrement total des espèces herbacées (en %)
- recouvrement total de la strate muscinale (en %)
- relevé floristique: la valeur du recouvrement en % a été estimée visuellement pour chacune des espèces. Les espèces dont le recouvrement était inférieur à 1% ont été notées «+»

Paramètres estimés

A partir des relevés floristiques, certains paramètres ont été estimés afin de tenter de caractériser la végétation pour chaque relevé d'une part et pour chaque «classe d'âge» (en réalité des classes de nombre d'années depuis la restauration) d'autre part. Les paramètres qui ont été estimés sont les suivants:

- Indices d'Ellenberg [Ellenberg, 1974]
- La richesse spécifique: nombre d'espèces par m².
- La composition (proportions) de la flore selon différents groupes sociologiques que sont: les espèces de pelouses, de prairies, de lisières, de friches et de forêts.
- Le taux de recouvrement par *Brachypodium pinnatum*, une graminée contre laquelle la gestion s'efforce de lutter étant donné qu'elle a tendance à former des tapis dense et à empêcher les autres espèces de coexister.
- Le recouvrement par les espèces ligneuses. Là aussi, leur recouvrement doit être limité par la gestion afin de maintenir le caractère ouvert des pelouses.

In fine, l'objectif était de montrer com-

ment ces différents paramètres évoluent lorsque le temps depuis la restauration augmente.

Résultats

Evolution des indices d'Ellenberg

Tous les paramètres n'ont pas été étudiés, mais uniquement ceux qu'une analyse préliminaire avait retenu comme étant les plus pertinents à savoir: le paramètre N, qui indique la nitrophilie de la végétation et les indices L et T qui caractérisent respectivement son héliophilie et sa thermophilie.

Les tendances observées pour ces paramètres au cours du temps sont tout d'abord une diminution significative de la nitrophilie (Figure 4a), ce qui est un aspect recherché puisque les pelouses calcicoles sont caractérisées entre autres par leur pauvreté en éléments nutritifs [Decocq et al., 2004]. On observe aussi une augmentation de l'héliophilie significative (Figure 4b). Toutefois, dans les deux cas, on n'atteint pas, même pour les pelouses restaurées il y a 10 à 15 ans, le niveau des pelouses en bon état. En ce qui concerne la thermophilie, on n'observe pas d'évolution significative de ce paramètre pour les pelouses restaurées (Figure 4c). Néanmoins, on remarque que les pelouses témoins ont une végétation plus thermophile que les pelouses restaurées il y a moins de 8 ans. Les pelouses restaurées il y a 10 à 15 ans ayant une valeur de l'indice T intermédiaire.

Influence du peuplement

L'influence que pouvait avoir la nature du peuplement qui était présent avant

la restauration sur les différents paramètres présentés précédemment a été analysé. Les résultats sont présentés au Tableau 4. Durant les quelques années qui suivent la restauration, on voit que quelques différences peuvent apparaître selon que l'on se trouve dans une ancienne pinède ou une ancienne chênaie. Toutefois, après 10 à 15 ans, plus aucune différence n'est à signaler, ce qui tend à montrer qu'une situation n'est pas vraiment préférable à l'autre.

Richesse spécifique et composition selon les différents groupes sociologiques

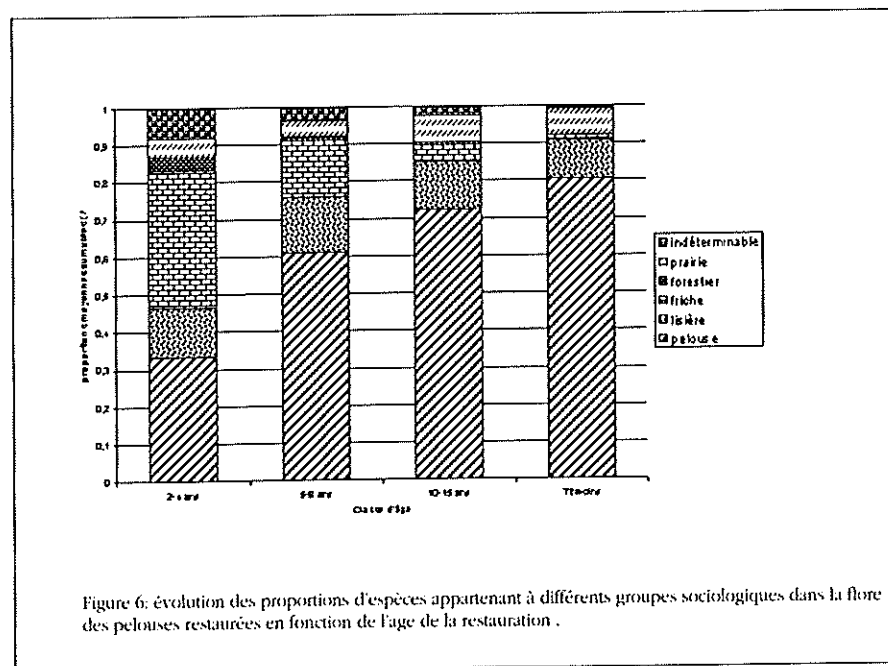
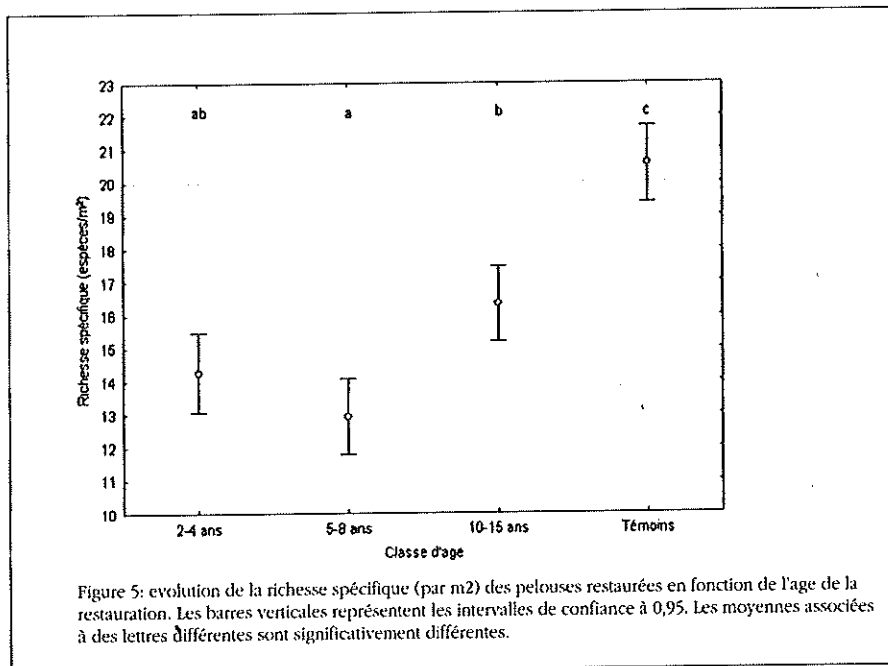
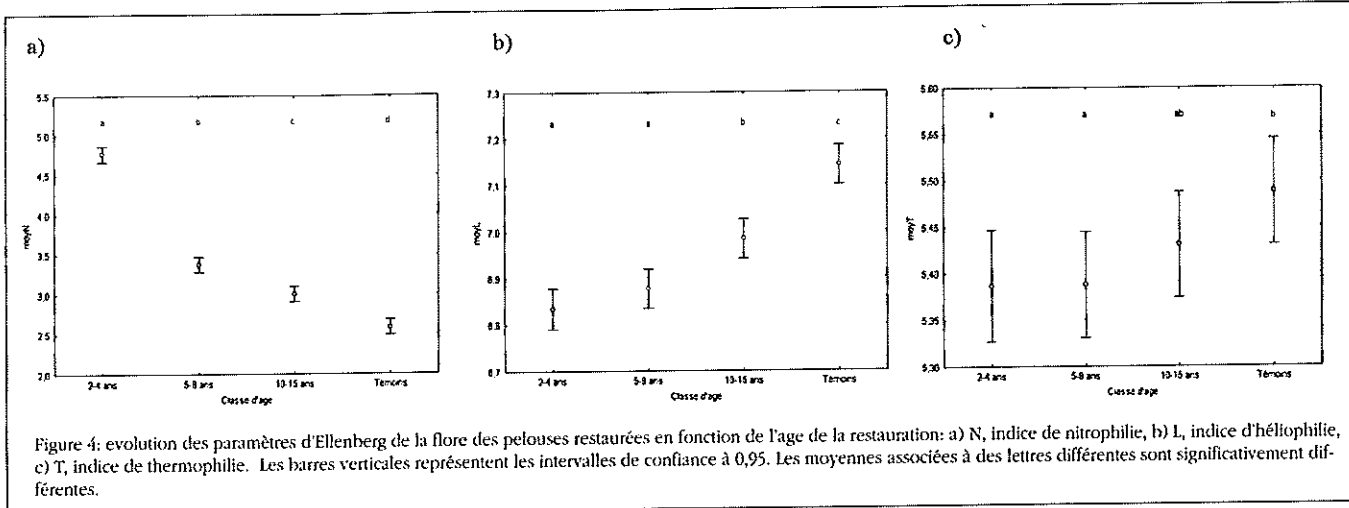
La richesse spécifique passe de 14 espèces par m² dans les pelouses récemment restaurées à 20,5 espèces par m² dans les pelouses témoins (Figure 5). Il faut attendre 10 à 15 ans pour observer une augmentation significative de la richesse spécifique. La richesse spécifique moyenne atteinte est toutefois encore assez éloignée de celle des pelouses témoins. Toutefois, les espèces que l'on retrouve dans les jeunes classes d'âge sont en grande partie des espèces de friche et on y retrouve encore des espèces forestières, ces dernières ayant pratiquement disparu après 10 à 15 ans où l'on retrouve en majorité des espèces de pelouses (Figure 6).

Recouvrement par *Brachypodium pinnatum* et par les espèces ligneuses.

Comme cela a déjà été évoqué, ces deux paramètres sont intimement liés à la gestion. Une gestion efficace devrait permettre de limiter ces espèces. Dans le cas présent, les résultats peuvent sembler antagonistes puisque l'on observe une augmentation du recouvrement de *Brachypodium pinnatum* (Figure 7a) et une régression des ligneux (Figure 7b). Toutefois, une hypothèse permettrait d'expliquer ces résultats. Certains auteurs ont déjà insisté sur le fait que les pelouses récemment restaurées devaient bénéficier d'une forte pression de pâturage pour éviter le recrus forestier [Dutoit et Alard, 1996, Verbeke et Lejeune, 1996, Delescaille, 2000]. L'augmentation du recouvrement par *Brachypodium pinnatum* dans les années qui suivent la restauration pourrait être due à une pression de pâturage trop faible. Une

		Classe d'âge		
		2-4 ans	5-8 ans	10-15 ans
<u>Paramètre testé</u>	moyL	n.s.	n.s.	n.s.
	moyT	Significatif** (chênaie)	Significatif*** (chênaie)	n.s.
	moyN	Significatif** (pinède)	n.s.	n.s.
	Richesse spécifique	n.s.	Significatif*** (chênaie)	n.s.
	Prop. d'esp. de pel.	n.s.	Significatif*** (pinède)	n.s.

TABLEAU 4: influence de la nature du peuplement forestier présent avant restauration sur les caractéristiques des pelouses restaurées, testés indépendamment pour chaque classe d'âge. Le nom entre parenthèses désigne le peuplement pour lequel la moyenne est la plus grande.

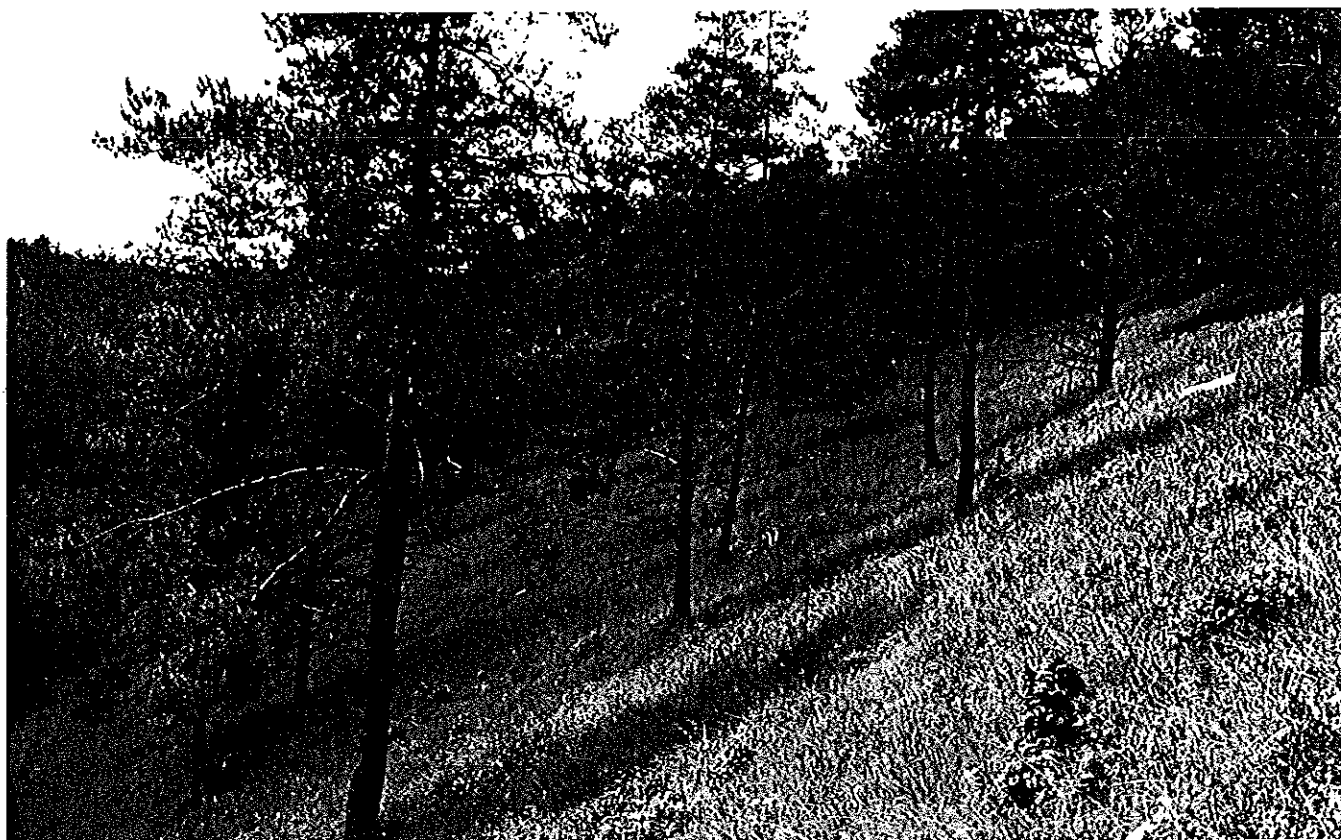


des raisons plausibles de cette trop faible pression de pâturage est que la plupart des sites pâturés contiennent à la fois des restaurations et des pelouses en bon état. Dès lors, le gestionnaire a le choix entre un sous-pâturage des zones restaurées et un surpâturage des pelouses en bon état. Il est évident que dans ce cas, il est préférable de sous-pâturer les pelouses restaurées.

Il est à noter que le pâturage est souvent doublé, quand cela s'avère nécessaire, d'un recépage fréquent des rejets ligneux. Cela pourrait expliquer le fait que leur recouvrement diminue au cours du temps. Cette aide apportée au pâturage semble efficace. Dès lors, il serait peut-être intéressant de généraliser cette aide en l'appliquant aussi aux graminées sociales par la réalisation d'un fauchage supplémentaire des parcelles restaurées.

Recherche des espèces indicatrices

Afin de rendre ces résultats un peu plus concrets, nous avons recherché les espèces qui sont les meilleurs indicateurs des différentes classes d'âge. Les classes d'âge qui sont comparées sont les 2-4 ans (pelouses les plus récemment restaurées), les 10-15 ans (pelouses les plus anciennement restaurées) et les pelouses témoins. Les espèces indicatrices ont été recherchées grâce au programme IndVal [Dufréne et Legendre, 1997]. Le tableau 5 montre pour chacune des classes d'âge les 5 espèces pour lesquelles la valeur indicatrice est la plus grande. On y voit clairement la dominance des espèces de friche dans les pelouses récemment restaurées alors que les deux autres classes sont principalement indiquées



© J. Piquery

La pelouse sous pineraie des Rivelottes, restaurée en 2000

par des espèces de pelouses. On peut aussi noter que *Brachypodium pinnatum* est parmi les espèces qui indiquent le mieux les pelouses de 10 à 15 ans, ce qui confirme la tendance évoquée précédemment.

Par ailleurs, cette analyse a aussi permis de détecter que certaines espèces qui sont présentes sur les pelouses témoins ne se retrouvent pas sur les pelouses restaurées. Or, ces espèces sont pour la plupart rares et d'un grand intérêt conservatoire. Il s'agit de *Pulsatilla vulgaris*, *Asperula cynan-*

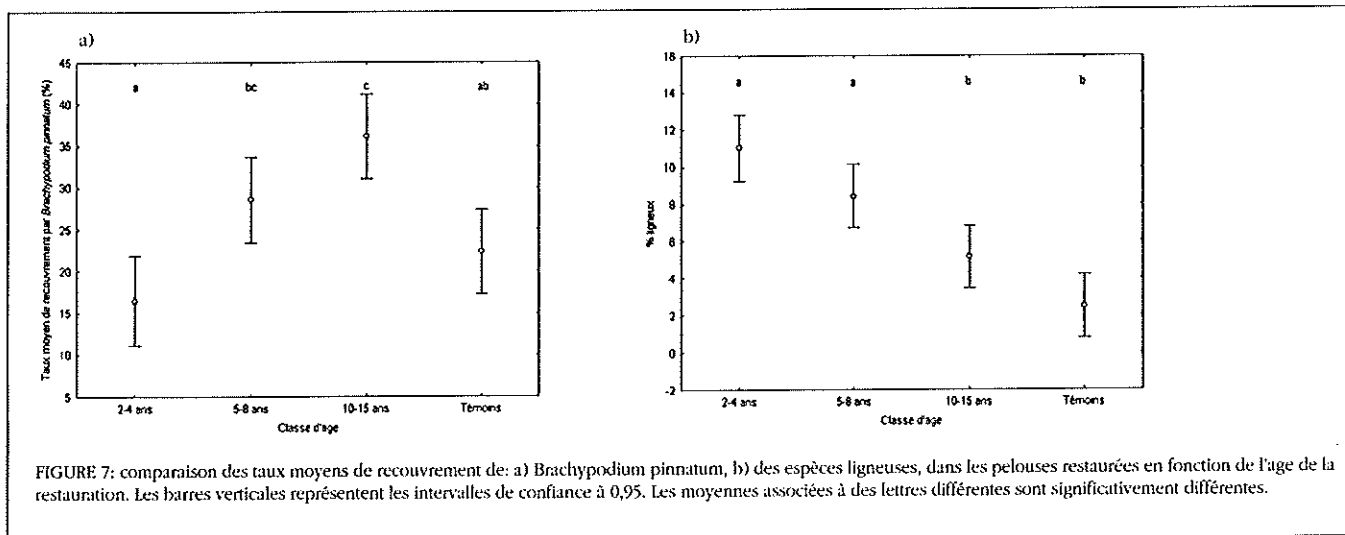
chica, *Carex humilis*, *Cuscuta epithymum*, *Globularia bisnagarica*, *Prunella laciniata*, *Ranunculus bulbosus*, *Anthericum liliago*, *Koeleria macrantha* et *Veronica prostrata*.

Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ce phénomène :

- Les plantes étaient présentes sur les zones restaurées, mais n'ont pas été retrouvées dans l'échantillon. Cette hypothèse est certainement plausible pour les espèces fort discrètes comme *Asperula cynanchica*, *Koeleria macrantha* ou *Carex humilis*.

Pour les autres, leur présence sur la zone aurait certainement été détectée, même hors des relevés.

- Aucune graine de ces plantes n'arrive sur les pelouses restaurées. C'est une hypothèse parfois retenue pour expliquer ce phénomène (Poschold et al.1992). Il faut toutefois savoir que dans le cas présent les pelouses témoins sont toutes contiguës à des pelouses plus ou moins anciennement restaurées et où des relevés ont été effectués. L'incapacité de ces plantes à disperser leurs graines sur





Lincote (*Aquilegia vulgaris*), espèce typique des coupes forestières thermophiles

© J. Piquerey

de longues distances ne peut donc pas être mise en cause.

- Les conditions du milieu ne permettent pas encore à ces plantes de s'installer sur les pelouses restaurées. Cette hypothèse est cohérente avec le fait que le niveau de nitrophilie des pelouses restaurées est encore trop élevé et avec la dominance de ces pelouses par *Brachypodium pinnatum*.
- Ces plantes ne se reproduisent pas dans la situation où les pelouses investiguées se trouvent actuellement et ne doivent leur survie qu'à leur caractère vivace.

Conclusion quant aux effets de la restauration sur la diversité botanique

Les analyses menées ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes concernant l'évolution de la végétation au cours du temps suite à la restauration d'une parcelle de pelouse calcicole. On constate de manière générale que la végétation des pelouses en restauration évolue progressivement pour ressembler de plus en plus à la végétation de pelouses existantes, que ce soit au niveau de la nitrophilie, de la thermophilie ou de l'héliophilie. Malgré tout, la végétation des pelouses restaurées il y a 10 à 15 ans n'est pas encore identique à celle des pelouses en bon état. Si l'augmentation du nombre d'espèces dans les pelouses en voie de restauration n'est que partielle, l'augmentation de la « qualité » l'est. En effet, on voit apparaître au cours du temps un net recul des espèces de friches et de coupes et des espèces forestières au profit des espèces de pelouses. Concernant l'effet du type de peuplement, la conclusion globale qui peut être tirée est que bien que quelques différences soient apparues dans les premières années après restauration entre les deux types de peuplements, après 10 à 15 ans, plus aucune différence ne persiste. La recherche des espèces indicatrices a montré que les pelouses restaurées depuis 2 à 4 ans étaient indiquées principalement par des espèces rudérales. La classe des 10-15 ans et les pelouses témoins sont indiquées majo-

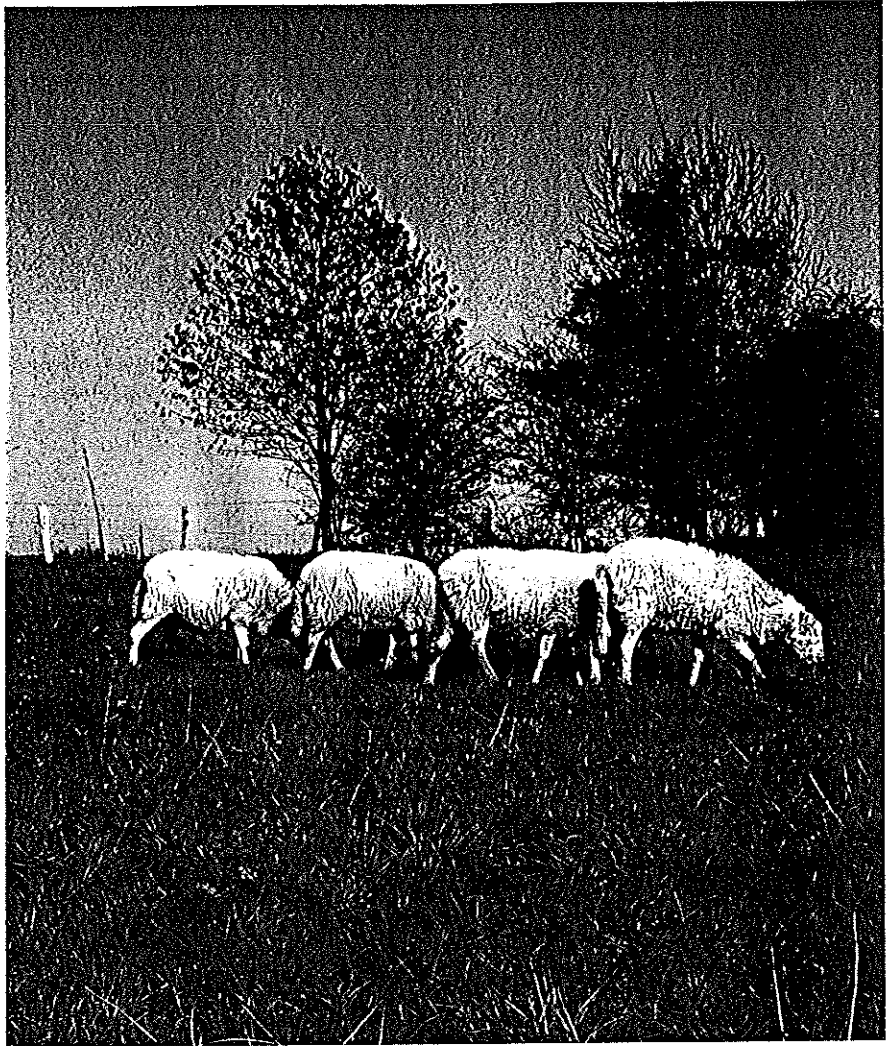
Espèce	IndVal	Classe d'âge	Groupe sociologique
<i>Fragaria vesca</i>	78,82	2-4 ans	friche
<i>Taraxacum sect. vulgaria</i>	74,65	2-4 ans	indéterminable
<i>Cirsium vulgare</i>	48,61	2-4 ans	friche
<i>Cirsium arvense</i>	26,39	2-4 ans	friche
<i>Hypericum perforatum</i>	23,97	2-4 ans	friche
<i>Galium pumilum</i>	52,9	10-15 ans	pelouse
<i>Brachypodium pinnatum</i>	48,34	10-15 ans	pelouse
<i>Carex flacca</i>	42,71	10-15 ans	pelouse
<i>Viola hirta</i>	40,62	10-15 ans	lisière
<i>Linum catharticum</i>	28,82	10-15 ans	pelouse
<i>Teucrium chamaedrys</i>	64,04	Témoins	pelouse
<i>Potentilla neumanniana</i>	54,73	Témoins	pelouse
<i>Sanguisorba minor</i>	47,73	Témoins	pelouse
<i>Scabiosa columbaria</i>	47,24	Témoins	pelouse
<i>Briza media</i>	46	Témoins	prairie

Tableau 5: espèces végétales indicatrices des différentes classes d'âge.

ritairement par des espèces de pelouses. Certaines espèces typiques des pelouses calcicoles ne sont pas encore réapparues 10-15 ans après la restauration.

Conclusions générales

La restauration des pelouses calcicoles est un processus coûteux mais indispensable à la conservation de la biodiversité de ces milieux exceptionnels et plus généralement à la conservation de la biodiversité de nos paysages. L'évaluation réalisée dans le cadre de cette étude montre que les actions effectuées en Région wallonne au cours des 15 dernières années vont dans le bon sens en rétablissant progressivement une structure spatiale moins fragmentée. Cette amélioration de la structure spatiale s'accompagne de résultats positifs pour la flore puisqu'il apparaît qu'au cours du temps la flore typique des pelouses calcicoles tend à se reconstituer sur les pelouses restaurées. Toutefois l'étude met l'accent sur la nécessité de considérer les actions de restaurations sur le long terme puisqu'un certain nombre d'espèces cibles



Pâturage à Furfooz

© J. Piquerry



Pelouse à la Montagne-aux-Buis (Dourbes) restaurée il y a moins de 5 ans

© J. Piquerry

n'ont pas recolonisé les zones restaurées. Des études supplémentaires sont nécessaires pour comprendre ce phénomène et tester si cette absence de recolonisation est due aux conditions abiotiques des zones restaurées ou aux capacités de dispersion limitées des espèces considérées. La collaboration entre gestionnaires et scientifiques doit donc continuer pour assurer le succès des efforts consentis pour sauver la biodiversité de nos régions.

Remerciements

Les auteurs remercient les personnes suivantes, ainsi que leur équipe, pour les renseignements communiqués et pour leur avoir ouvert les portes de leurs institutions respectives: B. ANDRE, responsable du projet Life Lesse et Lhomme, G. GRAUX, responsable du projet Life Haute Meuse, L. PICARD, chef a.i. du cantonnement de Rochefort, J. GILISSEN, chef du cantonnement de Wellin, J.-P. SCOHY, chef du cantonnement de Viroinval et L. WOUE, directeur du Centre Marie-Victorin

Julien PIQUERAY, Emmanuelle BISTEAU et Gregory MAHY
Unité Sol Ecologie Territoire –
Laboratoire d'écologie
Faculté universitaire des Sciences
agronomiques de Gembloux –
Passage des déportés, 2. 5030
Gembloux.

Gaëtan BOTTIN
NATAGORA – Rue du Wisconsin, 3.
5000 Namur

Louis-Marie DELESCAILLE
Centre de Recherche de la Nature,
des Forêts et du Bois – Avenue de la
Faculté d'Agronomie, 22. 5030
Gembloux

Bibliographie

- André B. & Vandendorpel A. (2004). Le projet LIFE Nature de restauration et de gestion des milieux calcaires en Lesse et Lhomme (PROJET LIFE 2000 NATURE/B/7168): une tradition pastorale séculaire en dernier recours. *Parcs & Réserves*, 59 (1-2): pp. 22-37.
- Bakker, J.P., Grootjans, A.P., Hermy, M. & Poschold, P. 2000. How to define targets for ecological restoration? Introduction. *Applied Vegetation Science* 3: 3-6.
- Barbaro L., Dutoit T. & Cozic P. (2001). A six-year experimental restoration of biodiversity by shrub-clearing and grazing in calcareous grasslands of the french prealps. *Biodiversity and conservation*, 10: pp 119-135
- Bottin G., Etienne M., Verté P. & Mahy G. (2005). Methodology for the elaboration of Natura 2000 sites designation acts in the Walloon Region (Belgium): calcareous grasslands in the Lesse-and-Lhomme area. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 9 (2): pp 101-110.
- Decocq O., Delescaille L.M. and Hofmans K. (2004). Les pelouses calcicoles: introduction. In: Les pelouses calcicoles en région wallonne. Entente nationale pour la protection de la nature: Vierves-sur-Viroin. pp. 8-11.
- Delescaille L.M. (2000). La gestion conservatoire de la pelouse calcicole du Chamousia à Vierves-sur-Viroin (Province de Namur, Belgique): comparaison de la fauche hivernale et du pâturage ovin en saison de végétation sur la structure et la composition du tapis végétal. *Parcs & Réserves*, 55 (3-4): pp. 2-9.
- Dufréne M. and Legendre P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67: pp. 345-366.
- Dutoit T. and Alard D. (1996). Restauration d'un système de parcours sur les pelouses calcicoles de la vallée de la Seine (Haute-Normandie, France). In: Actes du colloque international: 'La gestion des pelouses calcicoles'. Cercles des naturalistes de Belgique: Vierves-sur-Viroin. pp. 47-54.
- Ellenberg H. (1974). Indicator values of vascular plants in central Europe. *Scripta Geobotanica*, 9: 97 p.
- Graux G. 2004. Le projet LIFE en Haute Meuse. *Parcs et Réserves* 59, 38-48.
- Leduc, L. & Mahy, G. 2004. Evolution d'un paysage écologique de Caestienne de la fin du XVIIIe siècle à nos jours. *Parcs et Réserves* 59 (1-2): 49-57.
- Mahy G. Restauration des populations végétales : le point de vue des diaspores. *Les Naturalistes belges* 84 (2003): 85-96.
- Poschold P. & Jordan S. (1992) Wiederbesiedlung eines aufgeföresteten Kalkmagerrasenstandorts nach Rodung. *Z. Ökol. Naturschutz*, 1: pp 119-139
- Prendergast, J.R., Quinn, R.M., Lawton, J.H., Eversham, B.C. & Gibbons, D.W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335-337.
- Stampfli A. and Zeiter M. (1999). Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reverse by mowing : a case study from the southern Alps. *Journal of vegetation science*, 10: pp. 151-164.
- Verbeke W. and Lejeune M. (1996). Pâturage ou fauchage, la meilleure gestion pour la flore des pelouses calcicoles? In: Actes du colloque: 'La gestion des pelouses calcicoles'. Cercles des naturalistes de Belgique: Vierves-sur-Viroin. pp. 55-59.
- WallisDeVries, M.F., Poschold, P. & Willems, J.H. 2002. Challenges for the conservation of calcareous grasslands in northwestern Europe: integrating the requirements of flora and fauna. *Biol. Conserv.* 104: 265-273.
- Weddell B.J. (2002) *Conserving natural resources in a context of a changing world*. Cambridge University Press, Cambridge, 426 p.