

L'apport de la banque de graines du sol dans la restauration des pelouses calcicoles: *un exemple dans la vallée du Viroin (prov. de Namur, Belgique).*

Par L.-M. Delescaille¹ / lm.delescaille@mrw.wallonie.be, E. Taupinart
et A.-L. Jacquemart² / jacquemart@ecol.ucl.ac.be



©L.-M. Delescaille

La végétation des coupes forestières provient de repousses d'espèces herbacées et ligneuses présentes avant la coupe, de graines présentes dans le sol (banque de graines) et de graines apportées par le vent, les oiseaux, les animaux (pluie de graines).

Résumé

La composition de la banque de graines du sol et la végétation actuelle ont été comparées dans trois types de pelouses calcicoles d'une même série évolutive de la vallée du Viroin. Les 3 types distingués sont la pelouse rase, riche en espèces; la pelouse enfrichée, fortement envahie par le brachypode penné et la pelouse boisée (boisement mixte composé essentiellement de pin sylvestre et de chêne rouvre, âgé de 43 à 67 ans). Dans la pelouse boisée, l'évolution de la végétation a été suivie pendant 3 années après la coupe des arbres.

Introduction

L'aptitude de certaines espèces végétales à constituer un stock de graines persistant dans le sol est un élément important à considérer dans les opérations de restauration. Ces espèces peuvent avoir disparu dans la végétation actuelle mais subsister sous une forme dormante (Poschlod, 1991; Poschlod et Binder, 1991; Bakker et al., 1996; Bekker et al., 1997; Dulière et al., 2001; Bossuyt et Hermy, 2003). En raison de leur intérêt patrimonial considérable, de nombreux auteurs ont étudié la banque de graines dans des pelouses ou des boisements installés à l'em-

placement d'anciennes pelouses, en France (Dutoit et Alard, 1995), aux Pays-Bas (Willems, 1995; Willems et Bink, 1998), en Grande-Bretagne (Davies et Waite, 1988), en Allemagne (Poschlod et al., 1991; Poschlod et Jackel, 1993; Kiefer, 1998; von Blanckenhagen et Poschlod, 2005), e.a. Toutefois, ces pelouses sont différentes de celles qui subsistent en Caennaise où le reboisement semble en outre plus ancien¹ que dans la plupart des autres régions d'Europe

¹ Les sources historiques locales situent l'abandon du pâturage après la première guerre mondiale, le dernier berger communal de Nismes étant décédé en 1925 (Blondeau, 1983).

(Colmant et al., 1996; Bisteau et Mahy, 2004).

La plupart des études sur les banques de graines du sol (BGS) sont réalisées en laboratoire, après prélèvement d'échantillons de sol et mise en culture. Elles permettent de détecter les espèces les plus fréquentes et donnent une vision de la banque de graines «potentielle» (Thompson et al, 1997). Quelques études ont comparé la BGS obtenue en laboratoire et la reconstitution en nature, notamment Kiefer (1998), Bisteau et Mahy (2005) et von Blankenhagen et Poschod (2005). En préliminaire aux travaux de gestion et de restauration des pelouses calcicoles initiés par le cantonnement de Viroinval et amplifiés par le projet LIFE-Haute Meuse-Viroin, une étude de la BGS a été entreprise en 2001-2002 dans les pelouses du plateau des Abannets à Nismes (Taupinart, 2002). L'installation d'un transect permanent après les travaux de restauration a permis de suivre l'évolution de la végétation *in situ*.

Présentation du site

Le site des Abannets (commune de Nismes - prov. de Namur) se trouve au sommet d'une colline de calcaire

Givetien, vers 225 m d'altitude. Autrefois, cette colline était parcourue par les troupeaux de moutons ou de chèvres des habitants du village de Nismes. Elle était également occupée par des petits lopins de cultures. Le pâturage itinérant y a vraisemblablement disparu quelque temps après la première guerre mondiale. Sur le plateau, les pelouses se sont reboisées spontanément au départ de semis isolés de pins (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* subsp. *nigra*), de chêne (*Quercus robur* essentiellement) ou de nappes d'arbustes épineux (*Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, etc.). Le site fait partie des réserves naturelles domaniales du Viroin.

Matériel et méthodes

En juillet 2001, 10 quadrats de 1 m² chacun ont été délimités dans 2 répétitions de chaque type de végétation :

- (1) pelouse à végétation assez courte et à recouvrement faible du brachypode (recouvrement moyen = 22 %), dénommée dans la suite pelouse rase ;
- (2) pelouse à végétation haute et fort envahissement par le brachypode

(recouvrement moyen = 66,5 %), dénommée par la suite pelouse enrichie et

- (3) pelouse boisée (recouvrement moyen du brachypode: 9,3 %), soit un total de 60 quadrats.

Chaque quadrat a fait l'objet d'un relevé de végétation puis d'un prélèvement de 4 carottes de sol avec une sonde de 3,3 cm de diamètre sur une profondeur de 5 cm; les 4 carottes ont été rassemblées en 2 sous-échantillons. Au total, 120 sous-échantillons ont été constitués.

Le sol a été séché à température ambiante pendant 48 h puis placé dans une chambre froide (4° C) pendant 8 semaines, afin de simuler une période de froid (hiver). Les échantillons de sol ont ensuite été étalés dans des bacs de germination remplis de billes d'Argex recouvertes de sable stérilisé. Les bacs ont été arrosés à l'eau de pluie afin de garder le sol constamment humide. Ils ont été exposés à une alternance de 16 h de lumière à 23° C et 8 h d'obscurité à 15° C dans les salles de germination de l'Unité de Botanique de l'UCL. Les semis ont été déterminés ou éventuellement repiqués pour identification ultérieure. Le sol a été remué 2 fois au cours de la période de germination (16 semaines).



La végétation des coupes réalisées à l'emplacement d'anciennes pelouses comporte à la fois des espèces de pelouses et d'ourlets (*Viola hirta*, *Vicia cracca*) et des espèces rudérales (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Fragaria vesca*, *Cirsium arvense*).



©L-M Delacaille

La violette hérissée (*Viola hirsuta*), au centre, et le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*), en haut, figurent parmi les espèces de pelouse les plus fréquemment observées dans les coupes.

Après la première perturbation, les échantillons ont été replacés en chambre froide à 4° C pendant 6 semaines. Les comptages se sont arrêtés à la fin du mois d'avril 2002 après plusieurs semaines sans nouvelle germination. La seconde perturbation n'a en effet pas été suivie de nouvelles germinations.

Les arbres et arbustes de la pelouse boisée ont été coupés au cours de l'hiver 2002-2003. L'âge du peuplement a été estimé par comptage des cernes de croissance de 29 souches réparties sur l'ensemble de la parcelle déboisée. Les arbres (*Pinus sylvestris* et *Quercus robur*) étaient âgés de 43 à 67 ans, 48 % des arbres ayant de 45 à 49 ans.

Un transect de 20 x 1 m de long a été délimité dans la coupe et a fait l'objet de relevés de végétation tous les

mètres au cours des saisons 2003-2005. Pour chaque espèce, on a précisé s'il s'agissait de plantes issues de semis ou de repousses, afin de séparer les espèces présentes avant la coupe des espèces issues de germinations survenues après la coupe. Afin de faciliter les comptages, les repousses ligneuses ont été coupées après estimation des recouvrements.

Dans les tableaux 1 et 2, les espèces ont été séparées en espèces herbacées et ligneuses (a). Les espèces herbacées ont en outre été classées en espèces typiques des pelouses sèches (c), espèces des lisières (cl), espèces compagnes (co), espèces des pelouses ouvertes (i) et espèces rudérales (d'après Noirfalise et Dethioux, 1984 ; Royer, 1991). Ont été considérés comme caractéristiques des pelouses régionales les groupes c, cl, co et i.

Résultats

Composition de la banque de graines du sol

Au total, 1067 plantules ont germé, appartenant à 37 espèces dont 34 espèces herbacées et 3 espèces ligneuses (*Betula pendula*, *Rosa canina* et *Rubus fruticosus* s.l.) pour 60 espèces dans la végétation actuelle (47 espèces herbacées et 13 espèces ligneuses) (tableau 1). Sur ces 37 espèces, 26 sont des espèces caractéristiques des pelouses régionales et 9 sont absentes de la végétation actuelle proche. Il s'agit, pour ces dernières, d'essences ligneuses (*Betula pendula*), d'espèces herbacées des pelouses perturbées ou des friches thermophiles (*Arenaria serpyllifolia*, *Senecio jacobaea*,

ESPÈCE	pelouse rase			pelouse haute			pelouse boisée			
	nbre de plantules	présence ds BGS (n=40)	présence ds végétation (n=20)	nbre de plantules	présence ds BGS (n=40)	présence ds végétation (n=20)	nbre de plantules	présence ds BGS (n=40)	présence ds végétation (n=20)	
Espèces présentes dans la végétation actuelle et dans la BGS										
c	Potentilla neumanniana	49	25	20	61	27	11	3	3	-
co	Campanula rotundifolia	45	24	18	5	4	9	5	4	-
c	Galium pumilum	25	12	20	30	16	14	3	2	-
co	Hypericum perforatum	20	11	2	78	24	8	1	1	-
c	Helianthemum nummularium	19	10	14	21	9	12	1	1	-
c	Sanguisorba minor	11	7	20	20	8	20	1	1	-
c	Carex flacca	12	9	20	26	17	20	96	27	8
c	Centaurea sect. jacea	6	6	4	5	5	4	1	1	-
c	Carex caryophylla	8	5	19	1	1	9	2	1	1
c	Globularia bisnagarica	39	22	19	2	2	-	-	-	-
c	Scabiosa columbaria	13	12	19	6	4	5	-	-	-
c	Teucrium chamaedrys	8	6	20	10	7	17	-	-	-
c	Festuca lemanii	5	5	20	3	2	17	-	-	2
co	Cerastium fontanum	3	3	-	109	5	1	-	-	-
c	Linum catharticum	37	20	19	67	24	5	-	-	-
c	Thymus praecox	22	15	15	-	-	1	-	-	-
c	Hieracium pilosella	12	9	16	-	-	1	-	-	1
c	Genistella sagittalis	7	6	10	-	-	14	-	-	-
co	Lotus corniculatus	2	2	20	-	-	11	-	-	-
co	Avenula pubescens	1	1	9	-	-	9	-	-	-
r	Plantago major	1	1	1	-	-	-	-	-	-
c	Sesleria caerulea	-	-	10	1	1	11	3	2	2
cl	Viola hirta	-	-	20	5	5	17	8	4	-
r	Fragaria vesca	-	-	-	1	1	-	12	9	-
a	Rosa canina	-	-	3	2	1	8	-	-	4
co	Plantago lanceolata	-	-	9	1	1	-	-	-	-
c	Genista tinctoria	-	-	-	8	7	9	-	-	-
a	Rubus fruticosus s.l.	-	-	-	-	-	-	12	9	10
Espèces uniquement présentes dans la BGS										
a	Betula pendula	1	1	-	10	8	-	65	30	-
r	Epilobium cfr tetragonum	3	3	-	1	1	-	4	4	-
i	Arenaria serpyllifolia	2	2	-	6	3	-	1	1	-
r	Sonchus sp.	1	1	-	1	1	-	6	6	-
i	Verbascum cfr. lychnitis	2	2	-	-	-	-	-	-	-
r	Urtica dioica	-	-	-	4	4	-	-	-	-
r	Sinapis arvensis	-	-	-	-	-	-	3	3	-
r	Chenopodium album	-	-	-	-	-	-	1	1	-
co	Senecio jacobea	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Espèces uniquement présentes dans la végétation actuelle										
c	Brachypodium pinnatum	-	-	20	-	-	20	-	-	12
a	Crataegus monogyna	-	-	9	-	-	16	-	-	19
co	Briza media	-	-	17	-	-	9	-	-	-
c	Centaurea scabiosa	-	-	19	-	-	6	-	-	-
co	Leotodon hispidus	-	-	19	-	-	6	-	-	-
c	Cirsium acaule	-	-	16	-	-	3	-	-	-
a	Prunus spinosa	-	-	2	-	-	3	-	-	13
c	Koeleria macrantha	-	-	13	-	-	5	-	-	-
a	Quercus robur	-	-	5	-	-	4	-	-	6
a	Pinus sylvestris	-	-	6	-	-	-	-	-	7
a	Corylus avellana	-	-	-	-	-	2	-	-	7
cl	Galium verum	-	-	1	-	-	8	-	-	-
co	Knautia arvensis	-	-	8	-	-	1	-	-	-
c	Pimpinella saxifraga	-	-	-	-	-	9	-	-	-
a	Fagus sylvatica	-	-	-	-	-	-	-	-	7
cl	Fragaria viridis	-	-	1	-	-	5	-	-	-
a	Quercus petraea	-	-	-	-	-	1	-	-	4
co	Euphrasia cfr. stricta	-	-	5	-	-	-	-	-	-
a	Fraxinus excelsior	-	-	-	-	-	3	-	-	1
a	Hedera helix	-	-	-	-	-	-	-	-	4
a	Cornus sanguinea	-	-	-	-	-	-	-	-	3
c	Asperula cynanchica	-	-	3	-	-	-	-	-	-
cl	Bupleurum falcatum	-	-	1	-	-	2	-	-	-
c	Primula veris	-	-	-	-	-	-	-	-	3
co	Daucus carota	-	-	3	-	-	-	-	-	-
cl	Polygonatum odoratum	-	-	-	-	-	-	-	-	2
c	Polygala comosa	-	-	2	-	-	-	-	-	-
r	Taraxacum sect. ruderalia	-	-	1	-	-	1	-	-	-
a	Ligustrum vulgare	-	-	-	-	-	-	-	-	1
c	Carlina vulgaris	-	-	1	-	-	-	-	-	-
c	Gymnadenia conopsea	-	-	1	-	-	-	-	-	-
cl	Poa pratensis subsp. angustifolia	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Total plantules / espèces		354	26	45	484	26	42	229	20	21
densité plantules/m²		2621			3585			1636		

Tableau 1. Nombre de plantules, présence dans la banque de graines du sol et dans la végétation actuelle des espèces de 3 pelouses du plateau des Abanets à Nîmes (Viroinval). c : espèces typiques des pelouses calcicoles ; cl : espèces des lisières ; co : espèces compagnes des pelouses régionales ; i : espèces des pelouses ouvertes ; r : espèces rudérales ; a : espèces ligneuses.

ESPÈCE		présence BGS	présence	présence	présence	présence	présence	présence
		pelouse boisée (n = 40)	repousses 2003 (n = 20)	semis 2003 (n = 20)	repousses 2004 (n = 20)	semis 2004 (n = 20)	repousses 2005 (n = 20)	semis 2005 (n = 20)
Espèces détectées dans la BGS en laboratoire et dans la coupe forestière								
a	Rubus fruticosus s.l.	9	7	19	18	5	20	1
c	Carex flacca	27	10	15	19	-	20	-
co	Hypericum perforatum	1	-	12	13	3	16	-
cl	Viola hirta	4	2	11	11	20	20	-
r	Fragaria vesca	9	6	7	13	-	16	-
r	Sonchus sp. (asper + oleraceus)	6	-	7	-	7	-	13
c	Galium pumilum	2	-	4	5	-	8	-
a	Betula pendula	30	-	2	1	2	1	2
c	Potentilla neumanniana	3	-	2	2	2	1	3
c	Carex caryophylla	1	2	2	3	2	7	-
r	Epilobium tetragonum s.l.	4	-	1	1	-	-	-
c	Sanguisorba minor	1	-	-	-	2	2	1
i	Arenaria serpyllifolia	1	-	-	-	1	-	-
co	Campanula rotundifolia	4	-	-	-	-	-	1
Espèces détectées dans la BGS en laboratoire, non observées au cours des 3 années après la coupe								
r	Sinapis arvensis	3	-	-	-	-	-	-
c	Sesleria caerulea	2	1	-	1	-	1	-
c	Centaurea sect. jacea	1	-	-	-	-	-	-
c	Helianthemum nummularium	1	-	-	-	-	-	-
r	Senecio jacobaea	1	-	-	-	-	-	-
r	Chenopodium album	1	-	-	-	-	-	-
Espèces non détectées dans la BGS en laboratoire, observées au cours des 3 années après la coupe								
a	Clematis vitalba	-	-	20	19	5	20	-
a	Crataegus monogyna	-	18	17	20	3	18	-
r	Taraxacum sect. ruderalia	-	-	14	11	-	18	-
a	Pinus sylvestris	-	-	8	2	1	2	-
a	Salix caprea	-	-	5	2	-	2	-
a	Cornus sanguinea	-	-	4	2	2	5	1
r	Cirsium arvense	-	-	4	4	-	4	-
a	Rhamnus cathartica	-	-	2	1	-	-	-
a	Solanum dulcamara	-	-	2	1	-	-	-
c	Anthyllis vulneraria	-	-	2	2	1	1	2
co	Plantago lanceolata	-	-	2	2	-	2	3
i	Hieracium murorum	-	-	2	2	1	2	-
r	Alopecurus myosuroides	-	-	2	-	1	-	-
r	Cirsium vulgare	-	-	2	1	1	5	-
r	Poa annua	-	-	2	-	-	-	-
a	Euonymus europaeus	-	-	1	-	-	-	-
a	Quercus robur	-	1	1	2	-	2	-
a	Rosa canina	-	4	1	4	5	5	-
c	Genistella sagittalis	-	-	1	-	-	-	-
c	Linum catharticum	-	-	1	1	1	1	-
c	Medicago lupulina	-	-	1	1	-	1	1
cl	Digitalis lutea	-	-	1	-	2	2	2
cl	Galium verum	-	-	1	1	-	1	-
cl	Poa pratensis subsp. angustifolia	-	-	1	-	-	-	-
co	Cerastium fontanum	-	-	1	2	-	1	-
co	Lotus corniculatus	-	-	1	1	3	4	2
i	Picris hieracioides	-	-	1	1	-	1	5
r	Agrostis stolonifera	-	-	1	-	-	-	-
r	Arctium sp.	-	-	1	1	-	-	-
r	Myosotis arvensis	-	-	1	-	-	-	1
r	Ranunculus repens	-	-	1	1	-	-	-
r	Senecio cfr sylvaticus	-	-	1	-	-	-	-
r	Stellaria media	-	-	1	-	-	-	-
r	Lactuca serriola	-	-	-	-	11	-	7
cl	Helleborus foetidus	-	-	-	-	4	3	-
c	Primula veris	-	3	-	2	1	4	-
cl	Solidago virgaurea	-	2	-	1	1	2	6
r	Geranium robertianum	-	-	-	-	1	-	-
c	Festuca lemanii	-	-	-	-	-	-	2
c	Polygala comosa	-	-	-	-	-	-	1
r	Lapsana communis	-	-	-	-	-	-	1
Espèces présentes avant la coupe - aucun semis observé								
a	Prunus spinosa	-	19	-	19	-	19	-
a	Hedera helix	-	9	-	7	-	5	-
c	Brachypodium pinnatum	-	8	-	8	-	10	-
fo	Lamium galeobdolon	-	3	-	3	-	3	-
a	Acer campestre	-	1	-	1	-	1	-
a	Corylus avellana	-	1	-	3	-	5	-
a	Fraxinus excelsior	-	1	-	1	-	1	-
cl	Agrimonia eupatoria	-	1	-	1	-	1	-
cl	Epipactis cfr muelleri	-	-	-	1	-	-	-

Tableau 2. Fréquence des espèces dans la banque de graines du sol (BGS – colonne 1) et dans la végétation pendant les 3 saisons de végétation (2003 à 2005) qui ont suivi la coupe des arbres et arbustes d'une pelouse boisée sur le plateau des Abannets à Nismes (Viroinval). Semis : individus issus de germinations l'année d'observation ; repousses : individus issus de repousses herbacées ou ligneuses l'année d'observation. c : espèces typiques des pelouses calcicoles ; cl : espèces des lisières ; co : espèces compagnes des pelouses régionales ; i : espèces des pelouses ouvertes ; r : espèces rudérales ; a : espèces ligneuses.

Verbascum lychnitis) et d'espèces herbacées rudérales. Ensemble, les espèces absentes de la végétation actuelle représentent 2,6 % des germinations dans les pelouses rases, 4,5 % dans les pelouses enrichées et 36,1 % dans les pelouses boisées. Par rapport à la végétation actuelle, 32 espèces (soit 53 %) n'ont pas été détectées dans la banque de graines. Il s'agit en majeure partie d'espèces caractéristiques des pelouses régionales (20) et d'espèces ligneuses (11).

Dans le sol de la pelouse boisée, il ne subsiste que 11 espèces caractéristiques des pelouses régionales alors qu'il en subsiste respectivement 22 et 20 dans le sol de la pelouse rase et dans celui de la pelouse enrichée. Les espèces caractéristiques des pelouses sèches représentent 98,3 % des semis dans les pelouses rases, 96,3 % dans les pelouses enrichées et seulement 55 % dans les pelouses boisées.

Sur les 1067 plantules qui ont germé, plus de 50 % appartiennent à 5 espèces : *Carex flacca* (12,5 %), *Potentilla neumanniana* (10,6 %), *Cerastium fontanum* (10,5 %), *Linum catharticum* (9,7 %) et *Hypericum perforatum* (9,2 %). D'autre part, 8 espèces n'ont été observées qu'une seule fois (*Avenula pubescens*, *Chenopodium glaucum*, *Plantago lanceolata*, *P. major*, *Senecio jacobaea*) ou deux fois (*Lotus corniculatus*, *Verbascum lychnitis*, *Rosa canina*).

Dans le sol des pelouses rases, les germinations les plus abondantes sont celles de *Potentilla neumanniana*, *Campanula rotundifolia*, *Globularia bisnagarica*, *Linum catharticum*. Dans le sol des pelouses enrichées, les espèces les plus abondantes sont *Cerastium fontanum*, *Hypericum perforatum*, *Linum catharticum*, *Potentilla neumanniana* et, dans le sol des pelouses boisées, *Carex flacca*, *Betula pendula*, *Rubus fruticosus* et *Fragaria vesca* (tableau 1).

Densité des germinations

Les densités de germination sont en moyenne plus fortes dans les pelouses enrichées (3538/m²) que dans les pelouses rases (2588/m²) et, surtout, que dans les pelouses boisées (1696/m²).

Evolution de la végétation après la coupe

Le suivi de la végétation du transect pendant 3 saisons après la coupe a permis de mettre en évidence la présence de 70 espèces au total (dont 17 espèces ligneuses). Sur ce total, 20 espèces seulement étaient présentes avant la coupe (dont 9 espèces ligneuses - tableau 2). Au total, 27 espèces de pelouse ont été notées au cours des 3 saisons dont 10 étaient présentes avant la coupe.

Les semis les plus fréquents sont ceux d'espèces ligneuses (*Clematis vitalba*, *Rubus fruticosus* s.l., *Crataegus monogyna*), respectivement présents dans 20, 19 et 17 quadrats dès la première saison. Les espèces herbacées les plus fréquentes sont des espèces rudérales (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Fragaria vesca*, *Sonchus oleraceus* et *S. asper*, *Cirsium arvense*) et seules trois espèces de pelouses atteignent des fréquences élevées (*Carex flacca*, *Viola hirta*, *Hypericum perforatum* respectivement présentes dans 15, 12 et 11 quadrats la première année).

La plupart des semis sont apparus au cours de la première saison de végétation mais certaines germinations se sont poursuivies au cours des 3 saisons. Quelques semis sont apparus plus tard (*Helleborus foetidus*, *Solidago virgaurea*, *Polygala comosa*, *Primula veris*, e.a.), soit parce que les conditions de germination n'étaient pas réunies au cours de la première saison, soit parce qu'ils sont issus de graines produites en masse après la coupe. Ce phénomène est surtout marqué chez les Astéracées rudérales (*Cirsium*, *Lactuca serriola*, *Taraxacum*, *Sonchus*, e.a.) dont la pluie de graines a été extrêmement importante pendant les 2 premières années.

Comparaison de la BGS et de la végétation *in situ*

Par rapport à l'étude de la BGS en laboratoire, 41 nouvelles espèces ont été détectées, dont 15 espèces de pelouses sèches au sens large. Seulement 6 espèces étaient en place avant la coupe, les 35 autres provenant de la BGS et/ou de la pluie de graines. D'autre part, 6 espèces détectées en faible quantité dans la BGS en laboratoire n'ont pas été observées dans la coupe (du moins dans le transect).

Plusieurs espèces non détectées dans la BGS ont connu un développement massif dans la coupe. C'est particulièrement le cas pour *Clematis vitalba* présente dans tous les quadrats du transect et pour *Crataegus monogyna* mais aussi pour *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Salix caprea* et *Pinus sylvestris*. Dans le cas de *Crataegus monogyna*, il est possible que certains individus renseignés comme semis en 2003 soient en fait plus âgés: cette espèce, ainsi que d'autres espèces arbustives, peut constituer un stock de juvéniles (banque de plantules) sous la végétation arborescente. Les autres espèces peuvent provenir de la pluie de graines car toutes possèdent des dispositifs de dispersion à longue distance mais il est vraisemblable que certaines d'entre-elles constituent en outre une banque de graines permanente. A l'inverse, *Betula pendula* abondamment présent dans la BGS en laboratoire a été peu observé sur le terrain.

Commentaires et discussion

Composition de la banque de graines du sol et végétation actuelle

Dans les formations prairiales d'Europe occidentale et dans les pelouses sèches en particulier, le fait que la composition de la banque de graines ne corresponde que partiellement à la composition de la végétation actuelle est une règle générale (Poschlod et al., 1991; Leck et al.,



©I-M Delescaille

La potentille printanière (*Potentilla neumanniana*) constitue des banques de graines persistentes et peut reparaitre à l'occasion des coupes.

1993; Poschlod et Jackel, 1993; Willems, 1995; Dutoit et Alard, 1995; Bakker et al., 1996; Kalamees et Zobel, 1997; Davis et Waite, 1998).

Dans les pelouses échantillonnées, 53 % des espèces présentes dans la végétation actuelle sont absentes de la banque de graines du sol. Leur absence peut s'expliquer par le fait que soit elles ne produisent pas de graines (cas des arbres et arbustes juvéniles mais aussi de certaines espèces herbacées vivaces qui subsistent à l'état végétatif, notamment dans les boisements), soit elles ne constituent pas de banque de graines permanente (cas de la plupart des essences forestières et d'un nombre important d'espèces des pelouses sèches), soit elles sont trop rares pour être détectées, soit enfin elles

ne sont pas détectées par la méthode de mise en culture. D'autre part, 9 espèces de la banque de graines sont absentes de la végétation actuelle. Il s'agit d'espèces anémochores (*Epilobium tetragonum*, *Senecio jacobaea*, *Sonchus* sp) qui peuvent provenir des friches voisines du site, d'espèces caractéristiques des pelouses perturbées (*Arenaria serpyllifolia*, *Verbascum lychnitis*) et qui ont pu subsister dans le sol, et d'espèces rudérales ubiquistes réputées former des banques de graines permanentes (*Urtica dioica*, *Chenopodium album*, *Sinapis arvensis*²). L'abondance de *Betula pendula* est liée à la présence de quelques semenciers à proximité des parcelles.

Evolution de la banque de graines en fonction du stade dynamique

Globalement, la composition de la banque de graines évolue avec l'évolution dynamique de la végétation. La différence qualitative entre pelouse rase et pelouse enrichie reste cependant faible. En effet, on a détecté 22 espèces caractéristiques dans la

² Dans le cas du site étudié, il est possible que certains prélèvements de sol aient été effectués dans une ancienne culture. En effet, après déboisement, une parcelle au sol légèrement surélevé, indétectable dans le boisement, a été mise en évidence. La végétation qui s'y est développée la saison suivant la coupe contrastait singulièrement avec celle des parcelles voisines, notamment par la présence de *Sinapis arvensis*, *Anagallis arvensis* subsp. *arvensis*, *A. arvensis* subsp. *foemina* et *Papaver dubium*, e.a.

pelouse rase (pour un total de 26 espèces) et 20 espèces dans la pelouse dense (pour 26 espèces également). Sous la pelouse boisée, il ne subsiste que 11 espèces caractéristiques pour un total de 21 espèces et, à lui seul, *Carex flacca* représente 76% des semis d'espèces caractéristiques. Nos résultats confirment les observations de la plupart des auteurs qui notent également une réduction de la densité et de la diversité spécifique de la banque de graines au cours de la succession (Donelan et Thompson, 1980; Poschlod et al., 1991; Dutoit et Alard, 1995; Bisteau et Mahy, 2005, e.a.).

Evolution de la densité des germinations en fonction du stade dynamique

Les densités de germinations obtenues dans les divers stades dynamiques sont du même ordre de grandeur que celles observées par d'autres auteurs. Elles sont généralement dépendantes des quelques espèces qui forment des banques de graines permanentes. Ainsi, Dutoit et Alard (1995) obtiennent 2860 plantules/m² dans une pelouse pâturée, 5252 plantules/m² dans une pelouse enrichie et 5044 plantules/m² dans un fourré d'une quarantaine d'années. Dans ce dernier, *Centaureum erythraea* et *Hypericum perforatum* interviennent pour près de 77 % du total. Poschlod et al. (1991) obtiennent des densités de germination de 4008 plantules/m² dans une pelouse pâturée, 4704 plantules/m² dans une pelouse enrichie et de 1844 plantules/m² dans une pelouse boisée. Dans ce cas, ce sont les plantules de *Carex flacca* qui dominent la banque de graines. Bisteau et Mahy (2005) obtiennent des densités de 4645 plantules/m² dans une pelouse anciennement fauchée et actuellement pâturée de Resteigne pour 1508 plantules/m² dans une plantation de pins noirs âgés de 60 ans du même site. Par contre, Willems et Bik (1998) n'obtiennent que 770 germinations/m² dans un fourré d'une vingtaine d'années alors qu'ils ont des densités de 3500 à 4000 plantules/m² dans les pelouses du même site³.

Implications pour la gestion future

La banque de graines du sol des pelouses enrichies est encore bien pourvue en espèces caractéristiques et la reprise de la gestion par fauchage ou pâturage permet de reconstituer des pelouses diversifiées (Delescaille, 2000, 2001).

Malgré l'ancienneté du reboisement, il subsistait dans la végétation actuelle de la pelouse boisée une dizaine d'espèces de pelouses (*Brachypodium pinnatum*, *Carex flacca*, *Primula veris*, *Sesleria caerulea*, *Viola hirta*, e.a.). Parmi ces espèces, *Brachypodium pinnatum* et, dans une moindre mesure, *Carex flacca* peuvent rapidement s'étendre par développement végétatif et occuper l'espace disponible (Taylor, 1956; Bobbink et Willems, 1987; de Kroon et Knops, 1990; Hurst et John, 1999). Une quinzaine d'espèces supplémentaires subsistaient dans la banque de graines du sol et se sont installées après la coupe des arbres; à l'exception de *Viola hirta* et de *Hypericum perforatum*, elles y sont cependant présentes en faible fréquence. Leur maintien et leur développement nécessitent de garder une végétation basse, afin notamment de réduire la concurrence pour la lumière. Il s'agira néanmoins encore d'une végétation pauvre en comparaison avec celle des pelouses.

La pluie de graines pourrait aussi contribuer à la restauration d'une végétation plus diversifiée. Toutefois, la plupart des espèces des pelouses sèches ne possèdent pas de dispositifs de dissémination particuliers (Poschlod et Jackel, 1993; Willems et Bik, 1998). La recolonisation par ces espèces s'effectue généralement de proche en proche et la proximité de pelouses encore en bon état permet d'espérer un retour rapide comme l'ont montré Bisteau et Mahy (2004) et Piqueray et al. (2005). D'autre part, les études de Hillegers (1985) et de Fisher et al. (1996) ont montré que beaucoup de semences sont transportées par les animaux, notamment les moutons, même si on ignore dans quelles proportions elles

peuvent s'installer.

Le développement «explosif» des espèces rudérales peu poser problème lors des premières années. Cependant, la plupart sont annuelles ou bisannuelles et cèdent rapidement la place aux espèces typiques des pelouses pour autant que leur développement soit contrôlé (Kiefer, 1998; von Blanckenhagen et Poschlod, 2005). Ici aussi, une gestion d'entretien par fauchage ou pâturage permet de limiter l'extension de la plupart de ces espèces.

Le risque le plus important provient cependant de la présence des nombreuses espèces ligneuses qui se développent par semis et par rejets de souche. En 3 à 5 ans, ces espèces sont susceptibles de reconstituer des fourrés denses au sein desquels les espèces de pelouses n'ont aucune chance de pouvoir survivre.

³ Les densités de germinations obtenues en laboratoire sont de plusieurs ordres de grandeur plus élevées que celles observées en nature où, après quelques mois de végétation, il ne survit souvent que une à quelques (dizaines de) plantules/m².

Conclusions

Cette recherche avait essentiellement pour but de donner des indications sur le potentiel de restauration de pelouses au départ de pelouses boisées. Elle a permis de comparer les résultats obtenus en laboratoire et en nature. La reconstitution de la végétation ciblée s'appuie sur la persistance dans les boisements secondaires de plantes caractéristiques des pelouses tant dans la végétation actuelle que dans la banque de graines du sol. Ces deux sources sont cependant insuffisantes pour assurer la restauration de pelouses diversifiées et l'apport de graines est nécessaire. Les animaux (chèvres ou moutons) utilisés pour l'entretien des coupes sont susceptibles de participer à cet apport.

1 Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois
Avenue Maréchal Juin, 13 - 5030
Gembloux, Belgium

2 Unité d'écologie et de biogéographie - Centre de Recherche sur la Biodiversité
5 Place Croix-du-Sud - 1348
Louvain-la-Neuve, Belgium

Références bibliographiques

- Bakker, J.P., Poschlod, P., Strykstra, R.J., Bekker, R.M. et Thompson, K., 1996. Seed banks and seed dispersal : important topics in restoration ecology. Review. Acta Botanica Neerlandica, 45 (4) : 461 - 490.
- Bekker, R.M., Verweij, G.L., Smith, R.E.N., Reine, R., Bakker, J.P. et Schneider, S., 1997. Soil seed banks in European grasslands : does land use affect regeneration perspectives ? Journal of Applied Ecology, 34 : 1293-1310.
- Bisteau, E. & Mahy, G., 2004. Les banques de graines et leur contribution à la restauration des habitats: cas d'étude appliqué aux pelouses calcaires de Lesse et Lomme. Parcs et Réserves, 59 (1-2) : 57-66.
- Bisteau, E. & Mahy, G., 2005. Vegetation and seed bank in a calcareous grassland restored from a Pinus forest. Applied Vegetation science, 8 : 167-174.
- Blondeau, L., 1983. Comment l'histoire façonne la nature : le Grand Bois de Nismes. Droits d'usage et « siris ». Natura Mosana, 36 (2) : 42-54.
- Bobbink, R. et Willems, J.H., 1987. Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands : a threat to a species-rich ecosystem. Biological Conservation, 40 : 301-314.
- Bossuyt, B. et Hermy, M., 2003. The potential of soil seedbanks in the ecological restoration of grassland and heathland communities. Belgian Journal of Botany, 136 : 23-34.
- Colmant, L., Decocq, O., Delescaille, L.-M., Dewitte, T., Duvigneaud, J., Henry, A., Hofmans, K., Saintenoy-Simon, J. et Woué, L., 1996. Les pelouses calcicoles en Région Wallonne. Entente Nationale pour la Protection de la Nature, 68 p.
- Davies, A. et Waite, S., 1998. The persistence of calcareous grassland species in the soil seed bank under developing and established scrub. Plant Ecology, 136 : 27-39.
- de Kroon, H. et Knops, J., 1990. Habitat exploration through morphological plasticity in two chalk grassland perennials. Oikos, 59 : 39-49.
- Delescaille, L.-M., 2000. La gestion conservatoire de la pelouse calcicole du Chamousia à Vierves-sur-Viroin (prov. 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) : 2-9.
- Delescaille, L.-M., 2001. La gestion des pelouses sèches en Belgique. In : Actes du Séminaire de Bourges "Pelouses sèches relictuelles de France - connaissances scientifiques et gestion des sites" (30 mars-1 avril 2000) : 11-26.
- Donelan, M. et Thompson, K., 1980. Distribution of buried viable seeds along a successional series. Biological Conservation, 17 : 297-311.
- Dulière, J.-F., Mahy, G. et Delescaille, L.-M., 2001. L'étude de la banque de graines du sol, un outil efficace pour orienter la restauration des milieux semi-naturels. Parcs et Réserves, 56 (3) : 16-20 et 25-26.
- Dutoit, T. et Alard, D., 1995. Permanent seed banks in chalk grassland under various management regimes : their role in the restoration of species-rich plant communities. Biodiversity and Conservation, 4 : 939-950.
- Fisher, S.F., Poschlod, P. et Beinlich, B., 1996. Experimental studies on the dispersal of plants and animals by sheep in calcareous grasslands. Journal of Applied Ecology, 33 : 1206-1222.
- Hillegers, H.P.M., 1983. Beweidingseffecten van Mergellandschapen in enkele Zuidlimburgse natuurreservaten. In : Kalkgraslanden : beheren voor de toekomst. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap Limburg, 33 (1-2) : 24-30.
- Hurst, A. et John, E., 1999. The biotic and abiotic changes associated with *Brachypodium pinnatum* dominance in chalk grassland in south-east England. Biological Conservation, 88 : 75-84.
- Kalamees R. et Zobel, M. 1997. The seed bank in an Estonian calcareous grassland : comparison of different successional stages. Folia Geobotanica Phytotaxonomica, 32 : 1-14.
- Kiefer, S., 1998. Wiederherstellung bachgefallener oder aufgeforsteter Kalkmagerrasen. Berichte des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim. Beiheft 7, Ostfildern, 309 p.
- Leck, M.A., Parker, V.T. et Simpson, R.L., 1993. Ecology of soil seed banks. Academic Press, San Diego, 462 p.
- Noirfalise, A. et Dethioux, M., 1984. Les pelouses calcaires de la Belgique et leur protection. Colloques phytosociologiques. XI. La végétation des pelouses calcaires - Strasbourg (1982) - Cramer, Vaduz : 201-218.
- Piqueray, J., Bottin, G., Delescaille, L.-M., Bisteau, E. et Mahy, G., 2005. Evaluation des restaurations de pelouses calcicoles en région wallonne: coûts, structure écologique et diversité botanique. Parcs et Réserves, 60 (4) : 22-35.
- Poschlod, P., 1991. Diasporenbanken in Böden - Grunglagen und Bedeutung. In : Schmid, B. et Stöcklin, J. (eds). Populationsbiologie der Pflanzen. Birkhäuser, Basel : 15-41.
- Poschlod, P. et Binder, G., 1991. Die Bedeutung der Diasporenbank in Böden für den botanischen Arten- und Biotopschutz. Literaturlauswertung und Forschungsdefizite. In : Henle, K. et Kaule, G. (eds). Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. Berichte der ökologische Forschungszentrum (Jülich), 4:180 - 192.
- Poschlod, P., Deffner, A., Beier, B. et Grunicke, U., 1991. Untersuchungen zur Diasporenbank von Samenpflanzen auf beweideten, gemähten, brachfallenen und aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandorten. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, 20 (2) : 893 - 904.
- Poschlod, P. et Jackel, A.K., 1993. Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwabischen Alp. Flora, 188 : 49-71.
- Royer, J.-M., 1991. Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des Festuco-Brometea. Dissertationes Botanicae, 178, 296 p + annexes.
- Taupinart, E., 2002. Etude préliminaire en vue de la restauration d'une pelouse calcicole après déboisement d'une pinède. Mémoire de Licence en Sciences biologiques. Université catholique de Louvain, 96 p + annexes.
- Taylor, F.J., 1956. Biological flora of the British Isles. *Carex flacca* Schreb. Journal of Ecology, 44 : 281-290.
- Thompson, K., Bakker, J. et Bekker, R., 1997. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press, 276 p.
- von Blanckenhagen, B. et Poschlod, P., 2005. Restoration of calcareous grasslands : the role of the soil seed bank and seed dispersal for recolonisation processes. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 9 (2) : 143-149.
- Willems, J.H., 1995. Soil seed bank, seedling recruitment and actual species composition in an old and isolated chalk grassland site. Folia Geobot. Phytotax., Praha, 30: 141-156.
- Willems, J.H. et Bik, L.P.M., 1998. Restoration of high species density in calcareous grassland: the role of seed rain and soil seed bank. Applied Vegetation Science, 1: 91-100.