

# MALVAS

Méthodes Agroenvironnementales  
Liées à la Valorisation des Abeilles Sauvages

Suivi, étude et vulgarisation sur l'interaction  
entre les MAE et les abeilles sauvages

## RAPPORT Final

par Michaël Terzo et Pierre Rasmont



Région Wallonne  
Direction générale de l'agriculture  
Cellule agriculture - environnement



Université  
de Mons-Hainaut  
Laboratoire de Zoologie

Convention ref: D42/CMS/6293



## Table des matières

<b>Introduction</b> .....	5
<b>Objectifs</b> .....	8
<b>1. Identification des pollinisateurs des espèces végétales entomophiles protégées, menacées, en très forte régression ou d'intérêt patrimonial en Wallonie (plantes cibles)</b> .....	9
<b>1.1. Liste des plantes cibles</b> .....	9
1.1.1. Espèces végétales protégées en Wallonie .....	9
1.1.2. Espèces végétales entomophiles messicoles menacées ou en régression en Wallonie .....	14
<b>1.2. Pollinisateurs majeurs des plantes cibles</b> .....	15
<b>2. Identification des plantes ressources des abeilles sauvages de Belgique</b> .....	18
<b>2.1. Choix floraux des abeilles à langue longue et des abeilles à langue courte</b> .....	18
<b>2.2. Le cas particulier des bourdons</b> .....	20
<b>3. Evaluation des effets du programme agroenvironnemental sur les abeilles sauvages</b> .....	22
<b>3.1. Objectifs</b> .....	22
<b>3.2. Méthodes d'analyse des données</b> .....	22
3.2.1. Caractérisation des stations .....	22
3.2.2. Analyses écologiques .....	24
3.2.2.1. <i>Corrélation de Pearson</i> .....	24
3.2.2.2. <i>Groupements</i> .....	24
3.2.2.3. <i>Indval</i> (Indicator Value Method) .....	24
3.2.2.4. <i>Analyse canonique des correspondances (ACC)</i> .....	24
<b>3.3. Saison 2006</b> .....	25
3.3.1. Matériel et méthode .....	25
3.3.1.1. <i>Choix et caractérisation des stations d'études</i> .....	25
3.3.1.2. <i>Identification et méthode d'observation des abeilles sauvages</i> .....	27
3.3.1.3. <i>Préparation du matériel entomologique</i> .....	31
3.3.1.4. <i>Relevé des paramètres floraux et abiotiques</i> .....	31
3.3.2. Résultats .....	32
3.3.2.1. <i>Généralités</i> .....	32
3.3.2.2. <i>Diversité</i> .....	34
3.3.2.3. <i>Originalité</i> .....	35
3.3.2.4. <i>Abondance</i> .....	35
3.3.2.5. <i>Courbes de richesse</i> .....	36
3.3.3. Discussion .....	37
<b>3.4. Saison 2007</b> .....	40
3.4.1. Matériel et méthode .....	40
3.4.1.1. <i>Choix des bandes fleuries</i> .....	40

3.4.1.2. <i>Protocole de collecte des abeilles sauvages</i> .....	41
3.4.2. Résultats de la campagne de printemps .....	44
3.4.2.1. <i>Description des bandes fleuries et conditions des collectes</i> .....	44
3.4.2.2. <i>Caractérisation des bandes fleuries</i> .....	48
3.4.2.3. <i>Analyses écologiques</i> .....	52
3.4.3. Résultats de la campagne d'été .....	54
3.4.3.1. <i>Description des bandes fleuries et conditions des collectes</i> .....	54
3.4.3.2. <i>Caractérisation des bandes fleuries</i> .....	58
3.4.3.3. <i>Analyses écologiques</i> .....	61
3.4.4. Discussion .....	62
3.4.5. Conclusion .....	65
<b>4. Valorisation et vulgarisation</b> .....	<b>66</b>
<b>4.1. Recommandations relatives aux MAE 9 "fleuries"</b> .....	<b>67</b>
<b>4.2. Fiches écologiques</b> .....	<b>67</b>
<b>4.3. Livrets de l'agriculture</b> .....	<b>67</b>
<b>4.4. Mise en place des essais de bandes messicoles et bandes fleuries</b> .....	<b>68</b>
<b>4.5. Formations des conseillers</b> .....	<b>68</b>
<b>4.6. Congrès et publications scientifiques</b> .....	<b>69</b>
<b>4.7. Autres</b> .....	<b>70</b>
<b>5. Littérature citée</b> .....	<b>71</b>
<b>6. Remerciements et crédits</b> .....	<b>77</b>

#### **ANNEXES (CD-rom et volume séparé)**

<b>Annexe I. Liste des espèces végétales protégées ou en régression en Wallonie et des espèces d'apoïdes observées sur ces plantes</b> .....	<b>5</b>
<b>Annexe II. Liste des espèces d'apoïdes observés sur les espèces végétales protégées ou en régression en Wallonie</b> .....	<b>42</b>
<b>Annexe III. Liste des observations de butinage par genres de plantes pour les espèces d'apoïdes observées sur les espèces végétales protégées ou en régression en Wallonie</b> ...	<b>48</b>
<b>Annexe IV. Recommandations relatives aux MAE 9 "fleuries"</b> .....	<b>53</b>
<b>Annexe V. Fiches écologiques</b> .....	<b>79</b>
<b>Annexe VI. Exposés pour la formations des conseillers</b> .....	<b>111</b>
<b>Annexe VII. Exposés et publications scientifiques</b> .....	<b>133</b>
<b>Annexe VIII. Autres documents de vulgarisation</b> .....	<b>239</b>

## Introduction

Les abeilles sauvages représentent une part importante de notre **biodiversité**. On en recense 370 espèces en Belgique (Rasmont *et al.*, 1995) contre seulement 120 espèces de papillons de jour. C'est aussi le groupe d'insectes qui présente le plus grand nombre d'espèces protégées en Wallonie: pas moins de 47 espèces contre 40 espèces de papillons, 31 espèces de coléoptères, 21 espèces de libellules et 1 mante religieuse (annexe 2b du décret du 6 décembre 2001).

Elles ont un **rôle écologique** primordial. Elles sont directement responsables de la pollinisation, et donc de la reproduction, de 80 % des espèces de plantes à travers le monde (Buchmann & Nabhan, 1996). Par leur rôle d'espèce clé de structuration de la végétation, elles sont aussi considérées comme des indicateurs écosystémiques de portée beaucoup plus large que leur propre groupe taxonomique (Kevan, 1999). Elles constituent un maillon indispensable à la grande majorité des écosystèmes terrestres. En permettant la survie des plantes à fleurs, elles permettent celle des herbivores, qu'il s'agisse de mammifères, d'oiseaux et d'autres insectes, et de leurs prédateurs et parasites, ainsi que toutes les autres espèces, animales ou végétales qui, de près ou de loin, pendant tout ou partie de leur vie, dépendent des plantes à fleur pour se nourrir, se reproduire, se loger ou se protéger.

Leur **rôle économique** est également capital. En terme de diversité, un tiers de notre alimentation et trois-quarts des cultures (surtout fruitiers, légumineuses, oléagineux et protéagineux) dépendent directement (production de fruits) ou indirectement (production de graines) de la pollinisation par les insectes (McGregor, 1976). Aux Etats-Unis, la contribution totale des abeilles au PIB américain pour la seule année 2000 est estimée à 15 milliards de dollars. Pour de nombreuses cultures entomophiles, la mauvaise pollinisation entraîne une baisse de rendement agricole ou une moindre qualité des fruits (Cunningham, 2000). Ce sont les abeilles sauvages qui sont essentiellement responsables de cette pollinisation. L'abeille domestique ne serait responsable de 15 % tout au plus de cette pollinisation (McGregor & Levin, 1979). L'importance économique de la pollinisation et l'inadéquation de l'abeille domestique dans de nombreux cas (cultures sous serre notamment) ont d'ailleurs amené à la domestication d'autres pollinisateurs, comme les bourdons.

Les abeilles sauvages sont donc à la fois indispensables à la survie de nos espaces sauvages et à celle de notre agriculture et de notre économie. Or on constate actuellement **un déclin mondial** de leur diversité et de leurs populations (Ghazoul, 2005). Ce déclin touche tout particulièrement l'Europe de l'Ouest (Gaspar *et al.*, 1975; Leclercq *et al.*, 1980; Williams, 1982; Rasmont & Mersch, 1988; Rasmont *et al.*, 1993, 2005) et l'Amérique du Nord (Cane & Tepedino, 2001) mais aussi l'Afrique (Eardley, 2002) et des territoires isolés comme la Nouvelle Zélande (Robertson *et al.*, 1999) et les îles du Pacifique (Cox & Elmquist, 2000). Ce sont les espèces à langue longue (bourdons, anthophores, mégachilides, ...) qui sont les plus menacées en Europe (Rasmont & Mersch, 1988; Rasmont *et al.*, 1993, 2005; Kosior *et al.*, 2007). Ces abeilles sont aussi celles dont les choix floraux sont les plus marqués (Goulson, 2003 ; Goulson & Darvill, 2004).

La situation des abeilles sauvages est aujourd'hui très inquiétante. A tel point que leur protection et leur étude correspondent à un souci exprimé par les travaux de la Convention de Rio (*Biological Diversity*), par la Déclaration de Sao Paulo sur les pollinisateurs (*International Pollinators Initiative*) et, plus récemment, par les travaux de Johannesburg (*Ecological Farming*). Depuis maintenant 10 ans, tous les auteurs s'accordent à dire qu'il est urgent d'enrayer ce déclin des pollinisateurs qui nous conduit droit à une catastrophe écologique et économique (Allen-Wardell *et al.*, 1998; Cane & Tepedino, 2001; Ghazoul,

2005; Kevan & Phillips, 2001; Kremen & Ricketts, 2000; Robertson *et al.*, 1999; Westerkamp & Gottsberger, 2002).

En réponse à cette menace, la plupart des pays européens se sont dotés d'un **réseau de surveillance des pollinisateurs**. Citons, par exemple, le *Pollination Special Interest Group of the Royal Entomological Society* et le *Bombus Working Group* en Angleterre, le projet *APIS-hokken (APiden Inventarisatie Saaie hokken)* au Pays-Bas, *Fauna Helvetica* (Dr Amiet) en Suisse, *Fauna Iberica* (Dr Ormosa & Ortiz-Sanchez) en Espagne, *Bee Fauna of Slovenia* (A. Gogala) en Slovénie, *Wildbienen Deutschland* (Martin *et al.*) en Allemagne. Plusieurs projets européens de vaste envergure s'intéressent également à la problématique de la conservation des pollinisateurs: *I.B.R.A. (International Bee Research Association)*, *European Invertebrate Survey*, *Fauna Europaea* et *ALARM (Assessing Large scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods)*.

Bien que le déclin des pollinisateurs est avéré, les causes proximales en sont mal comprises et très certainement multiples mais toutes sont le fait des activités humaines. Trois grandes théories s'affrontent, ou se complètent. La première met en cause la **raréfaction des ressources alimentaires**. Rasmont *et al.* (1993, 2005) invoquent la disparition quasi totale des cultures de légumineuses. Pour Goulson & Darvil (2004) et Goulson *et al.* (2005), ce sont en effet les espèces dont les choix floraux sont les plus spécialisés, notamment envers les légumineuses, qui sont les plus menacées. D'après ces mêmes auteurs, ce sont aussi les espèces de bourdons dont la phénologie est la plus estivale et dont le cycle est le plus court qui disparaissent en premier. On ne peut malheureusement que constater la disparition des plantes à fleurs dans nos cultures, qu'il s'agisse de plantes cultivées (légumineuses) ou d'adventices comme la flore messicole (Delvosalle *et al.*, 1969). Les prairies sont surpâturées, engraisées ou recolonisées par la forêt. Les bords de route et bords de champs sont trop fréquemment fauchés ou pulvérisés avec des herbicides. Même les réserves naturelles sont envahies de plantes nitrophiles comme les orties. Les chardons, très appréciés des bourdons, font l'objet d'une loi qui oblige à leur arrachage.

En Angleterre et aux Pays-Bas, des études récentes montrent que la rareté des pollinisateurs est l'une des causes principales de la disparition des fleurs sauvages (Kearns *et al.*, 1998; Lennartsson, 2002; Pilgrim *et al.*, 2004; Biesmeijer *et al.*, 2006). On constate dès lors que si la raréfaction des plantes à fleur entraîne celle de leurs pollinisateurs, l'inverse est également vrai, plongeant tout l'écosystème dans **un cercle vicieux**.

Selon la deuxième théorie, c'est la **fragmentation des habitats**, par la raréfaction des milieux sauvages (sites de reproduction, d'alimentation ou de nidification) et de leur connectivité (maillage écologique) qui cause le déclin des pollinisateurs et de la biodiversité en général (Osborne *et al.*, 1991; Delescaille, 1993; Saville *et al.*, 1997; Steffan-Dewenter & Tschardt, 1999; Corbet, 2000; Cunningham, 2000; Dicks *et al.*, 2002; Dauber *et al.*, 2003; Hirsch *et al.*, 2003). L'augmentation de la taille des parcelles agricoles a en effet conduit à la destruction d'innombrables haies, talus et bord de champs (Croxtton *et al.*, 2002), autant de sites de nidification potentiels indispensables aux abeilles sauvages (Svensson *et al.*, 2000; Kells & Goulson, 2003; Potts *et al.*, 2005).

La troisième théorie fait intervenir la distribution globale des espèces. Williams (2005) et Williams *et al.* (2007) suggèrent que c'est avant tout la taille de la **distribution des espèces à l'échelle de l'Europe** qui influe sur leur probabilité de régression: les espèces les plus menacées sont celles dont la distribution est la plus restreinte, indiquant une plus grande dépendance à un biotope ou à des conditions climatiques particuliers. Ces espèces supporteraient plus difficilement les changements environnementaux.

**D'autres causes** proximales sont pointées du doigt. Les pesticides (herbicides, fongicides, insecticides) figurent en bonne place (Freemark & Boutin, 1994; Thompson & Hunt, 1999; Thompson, 2001; Tesoriero *et al.*, 2003). On observe également une moindre diversité de pollinisateurs aux abords de certaines cultures OGM par rapport aux mêmes cultures non-OGM (Roy *et al.*, 2005).

On commence à peine à entrevoir la ou les principales causes distales de la raréfaction des plantes à fleurs, et donc de leurs pollinisateurs. Le déclin de la flore et des pollinisateurs coïncide avec l'utilisation massive d'**engrais azotés** d'origine chimique en agriculture depuis le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle. Ces engrais rendent obsolètes les intercultures de légumineuses (trèfles, sainfoin, luzernes), fertilisants naturels des sols cultivés, et causent la disparition des fleurs dans les prairies au seul bénéfice des graminées et de l'éleveur de bétail. Cet apport massif d'engrais chimiques perturbe également le cycle de l'azote en provoquant une cascade d'azote assimilable par les plantes jusqu'à 50 fois supérieures à la normale (Guillitte & Rasmont, 2006; Rasmont, sous presse; Galloway *et al.*, sous presse). Ces retombées n'affectent pas que les cultures et les prairies mais bien l'ensemble du territoire, dont les espaces de vie sauvage. Ainsi, même les réserves naturelles dont la richesse floristique est en grande partie due à la pauvreté des sols voient progressivement leur flore s'appauvrir au profit des graminées et des plantes nitrophiles (notamment les orties). Les légumineuses, particulièrement bien adaptées aux sols pauvres grâce à leur faculté de fixer l'azote atmosphérique et indispensables à un grand nombre de pollinisateurs, y sont à présent étouffées et remplacées par les graminées (Guillitte & Rasmont, 2006).

Consciente de l'impact des pratiques agricoles modernes sur la qualité de l'environnement, mais aussi du potentiel que constitue la surface agricole utile en matière de gestion du territoire (la SAU en Wallonie avoisine les 50% du territoire), la Communauté Européenne a progressivement mis en place toute une série de **mesures en faveur de l'environnement**. En 1985, le "livret vert" fait entrer la notion d'environnement dans la Politique Agricole Commune (PAC). En 1987, le rapport Brundtland de l'ONU instaure le concept de développement durable. En 1991, l'agriculture biologique et la directive nitrate font leur apparition. En 1992, parallèlement à la Déclaration de Rio sur la Biodiversité, deux éléments clé de la conservation de la nature sont mis en place: la Directive habitats (Natura 2000) et la réforme Mc Sharry de la PAC (méthodes agroenvironnementales).

Parmi les dix **méthodes agroenvironnementales** (MAE) d'application et subsidiées en Région Wallonne, une partie visent à sauvegarder des races locales et des éléments du réseau écologique et du paysage (haies, marres, prairies naturelles, ...). D'autres visent à réduire les intrants, par la limitation des quantités utilisées en culture de céréales ou par le maintien d'une faible charge en bétail, ou en limitant leur lessivage par l'installation d'un couvert hivernal du sol. Enfin, la MAE 9 vise à aménager de nouveaux territoires d'accueil de la faune et de la flore sur une partie (jusqu'à 9%) des parcelles cultivées (bandes fleuries, bandes de messicoles, protection des bords de court d'eau, *beetle banks*).

Les paysages agricoles sont les plus pauvres mais parfois aussi les plus demandeurs en pollinisateurs (McGregor & Levin, 1979; Corbet *et al.*, 1991; Allen-Wardell *et al.*, 1998; Cunningham, 2000; Pywell, 2002; Mänd *et al.*, 2002). Aussi, dès l'apparition des bandes aménagées au début des années '90, de nombreuses études se sont intéressées à leur réel impact en matière d'accueil de la flore et de la faune. Toutes sont unanimes pour dire que ces bandes sont favorables à l'abondance et à biodiversité de la faune. Les bandes fleuries notamment apparaissent comme favorables à l'entomofaune floricole et pollinisatrice (par exemple: Dramstad & Fry, 1995; Bächman *et al.*, 2001; Kells *et al.*, 2001; Croxton *et al.*,

2002; Denys & Tscharntke, 2002; Meek *et al.*, 2002; Aalto *et al.*, 2004; Carvell *et al.*, 2004; Marshall, 2005; Pywell *et al.*, 2005; Albrecht *et al.*, 2007). Mais les bandes fleuries sont souvent mal adaptées aux réels besoins des abeilles sauvages (Terzo *et al.*, 2006; Gadoum *et al.*, 2007).

Le projet **MALVAS** est né de la volonté conjointe du laboratoire de Zoologie (Université de Mons, Prof. P. Rasmont) et de la Direction de l'Espace rural (Direction Générale de l'Agriculture, Région Wallonne) d'évaluer et d'améliorer le potentiel d'accueil des méthodes agroenvironnementales de type 9c (bandes de parcelles aménagées de type bande fleurie), en faveur de nos pollinisateurs sauvages majeurs: les abeilles et les bourdons (Hymenoptera: Apoidea).

## Objectifs

Le projet **MALVAS** a été mis en place afin d'établir le mélange floral le plus favorable aux abeilles sauvages, et tout particulièrement envers les espèces les plus menacées et envers les espèces indispensables à la pollinisation des plantes entomophiles protégées en Wallonie. Pour ce faire, il faut identifier:

- les pollinisateurs des espèces végétales entomophiles protégées, menacées, en très forte régression ou d'intérêt patrimonial en Wallonie (plantes cibles);
- les choix floraux (plantes ressources) des pollinisateurs des plantes cibles.

Connaître les préférences florales des pollinisateurs des plantes cibles peut permettre de maintenir ou de restaurer leurs populations et, de ce fait, favoriser la pollinisation des plantes cibles.

Le projet cherche aussi à alimenter l'évaluation continue du programme agroenvironnemental en fournissant une analyse de ses effets sur les abeilles sauvages. Un inventaire faunique des abeilles sauvages est mené sur bandes fleuries afin d'établir un état des lieux de la diversité et de l'abondance des abeilles sauvages. Cet état des lieux sert de point de comparaison aux études ultérieures. Il sert également à identifier les facteurs qui influencent l'abondance et la diversité observées (quantité et qualité florales, proximité de la bande avec des milieux sauvages, densité des graminées, ...).

Enfin, ces résultats sont valorisés, entre autres, par la production d'ouvrage de vulgarisation (livret de l'agriculture), de notes techniques et de fiches écologiques.



# 1. Identification des pollinisateurs des espèces végétales entomophiles protégées, menacées, en très forte régression ou d'intérêt patrimonial en Wallonie (plantes cibles)

## 1.1. Liste des plantes cibles

### 1.1.1. Espèces végétales protégées en Wallonie

326 espèces végétales sont intégralement ou partiellement protégées en Wallonie (Décret 6/12/2001 : Annexe 6a, 6b, 7, 9). Parmi celles-ci, 85 espèces ne sont pas prises en compte dans ce travail car elles ne sont pas pollinisées par des insectes butineurs. La plupart de ces dernières sont pollinisées par le vent (par exemple: gymnospermes, graminées, fagacées), d'autres sont pollinisées par piégeage des pollinisateurs (Araceae, Aristolochiaceae).

Le tableau 1 fournit la liste de ces espèces végétales protégées. Celles pollinisées par les abeilles sont en caractères noirs. Les 85 autres espèces sont en caractères gris.

Les listes complètes peuvent être obtenues depuis le Système d'Informations sur la Biodiversité en Wallonie (<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/>). Une recherche des espèces protégées peut être effectuée au départ de la page <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/esp.legis.html>.

Tableau 1. Listes des plantes protégées en Wallonie.

FAMILLE	ESPECE	NOM VERNACULAIRE	STATUT
<b>Décret 6/12/2001, Annexe 6a (partim): espèces strictement et intégralement protégées en Europe en vertu de l'annexe 4, point b., de la directive 92/43/C.E.E. et de l'annexe 1 de la Convention de Berne</b>			
Apiaceae	<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	Ache rampante	éteinte
Brassicaceae	<i>Sisymbrium supinum</i> L.	Sisymbre couché	éteinte
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes speciosum</i> Willd.	Trichomanès	
Orchidaceae	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	Sabot de vénus	éteinte
Poaceae	2 espèces		
<b>Décret 6/12/2001, Annexe 6a et 9: espèces visées à l'annexe 2 de la directive 92/43/C.E.E.: espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation</b>			
Alismataceae	<i>Luronium natans</i> (L.) Rafin.	Flûteau nageant	menacée
Orchidaceae	<i>Liparis loeselii</i> (L.)	Liparis de Loeseli	menacée
<b>Décret 6/12/2001, Annexe 6b: espèces menacées en Wallonie et intégralement protégées</b>			
Alismataceae	<i>Alisma gramineum</i> Lej.	Plantain d'eau à feuilles de graminée	éteinte
	<i>Alisma lanceolatum</i> With.	Plantain d'eau à feuilles lancéolées	
	<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl. <i>repens</i> (Lam.) A. & D. Löve	Flûteau fausse-renoncule	
Alliaceae	<i>Allium sphaerocephalon</i> L.	Ail à tête ronde	
Amaryllidaceae	<i>Leucojum aestivum</i> L.	Nivéole d'été	menacée
	<i>Leucojum vernalis</i> L.	Nivéole printanière	
Apiaceae	<i>Apium inundatum</i> (L.) Reichenb. Fil.	Ache inondée	menacée
	<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	Noix de terre	menacée
	<i>Carum carvi</i> L.	Cumin des prés	
	<i>Carum verticillatum</i> (L.) Koch	Carvi verticillé	menacée
	<i>Eryngium campestre</i> L.	Chardon roulant	menacée
	<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	Oenanthe fistuleuse	menacée
	<i>Oenanthe peucedanifolia</i> Pollich	Oenanthe peucedanifolia	menacée
	<i>Peucedanum carviifolia</i> Vill.	Peucedan à feuille de carvi	éteinte
	<i>Sium latifolium</i> L.	Grande berle	
Araceae	<i>Calla palustris</i> L.	Calla	menacée
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia clematitis</i>	Aristolochie	menacée
Aspleniaceae	2 espèces		

Asteraceae	<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertner	Pied-de-chat	menacée	
	<i>Arnica montana</i> L.	Arnica	menacée	
	<i>Artemisia alba</i> Turra	Armoise blanche	menacée	
	<i>Artemisia campestris</i> L.	Armoise champêtre	menacée	
	<i>Aster linosyris</i> (L.) Bernh.	Aster linosyris		
	<i>Bupthalmum salicifolium</i> L.	Buphtalme-Œil-de-bœuf		
	<i>Doronicum pardalianches</i> L.	Doronic à feuilles cordée		
	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	Immortelle des sables	menacée	
	<i>Hieracium peleiterianum</i> Merat	Epervière de Lepeletier	menacée	
	<i>Hypochoeris maculata</i> L.	Porcelle tachée	menacée	
	<i>Inula salicina</i> L.	Inule à feuille de saule		
	<i>Lactuca perennis</i> L.	Laitue vivace	menacée	
	<i>Scorzonera humilis</i> L.	Scorsonère des prés		
	<i>Senecio aquaticus</i> Hill	Séneçon aquatique	menacée	
	<i>Senecio congestus</i> (R. Br.) DC.	Cinénaire des marais		
	<i>Senecio helenitis</i> (L.) Schinz & Thell.	Séneçon à feuilles spatulées	menacée	
	<i>Senecio paludosus</i> L.	Séneçon des marais	menacée	
	<i>Senecio sarracenicus</i> L.	Séneçon des saussaies		
	Boraginaceae	<i>Serratula tinctoria</i> L.	Serratule des teinturiers	menacée
		<i>Sonchus palustris</i> L.	Laiteron des marais	menacée
<i>Cynoglossum germanicum</i> Jacq.		Cynoglosse d'Allemagne	éteinte	
Brassicaceae	<i>Myosotis stricta</i> Link ex Roemer & Schultes	Myosotis raide	menacée	
	<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	Pulmonaire officinale sans taches		
	<i>Alyssum alyssoides</i> (L.)	Alysson calicinal	menacée	
	<i>Arabis turrita</i> L.	Arabette tourette		
	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	Dentaire à bulbilles	menacée	
	<i>Cochlearia pyrenaica</i> DC.	Cochléaire des Pyrénées	menacée	
	<i>Draba aizoides</i> L.	Drave faux-aizoon	menacée	
	<i>Iberis amara</i> L.	Iberis amer	menacée	
	<i>Sisymbrium austriacum austriacum</i> Jacq.	Sisymbre d'Autriche		
	<i>Teesdalia nudicaulis</i> (L.) R. BR.	Téesdalie		
Butomaceae	<i>Thlaspi caerulescens caerulescens</i> J. & C. Presl	Tabouret sylvestre		
	<i>Thlaspi montanum</i> L.	Tabouret des montagnes	vulnérable	
<i>Butomus umbellatus</i> L.	Jonc fleuri	menacée		
Callitrichaceae	<i>Callitriche palustris</i> L.	Callitriche des marais		
Campanulaceae	<i>Campanula cervicaria</i> L.	Cervicaire	menacée	
	<i>Campanula glomerata</i> L.	Campanule agglomérée	menacée	
	<i>Campanula patula</i> L.	Campanule étalée	menacée	
Caryophyllaceae	<i>Dianthus deltoides</i> L.	Oeillet couché		
	<i>Dianthus gratianopolitanus</i> Vill.	Oeillet mignardise	menacée	
	<i>Gypsophila muralis</i> L.	Gypsophile des moissons	menacée	
	<i>Illecebrum verticillatum</i> L.	Illécèbe verticillé	menacée	
	<i>Lychnis viscaria</i> L.	Lychnis visqueux	faible risque	
	<i>Minuartia verna var. hercynica</i> (Willk.) Friedr.	Alsine calaminaire	menacée	
	<i>Moenchia erecta</i> (L.) P. Gaertner, Bombus Meyer & Scherb.	Moenchie	menacée	
	<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl.	Sagine noueuse	menacée	
	<i>Scleranthus perennis</i> L.	Scléranthe vivace	menacée	
	<i>Silene armeria</i> L.	Silène à bouquets	éteinte	
	<i>Stellaria palustris</i> Retz.	Stellaire glauque	menacée	
Cistaceae	<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. & Godron	Fuman vulgaire	menacée	
	<i>Helianthemum apenninum</i> (L.) Miller	Hélianthème blanc		
Crassulaceae	<i>Crassula tillaea</i> Lester-Garland	Mousse fleurie	menacée	
	<i>Sedum rubens</i> L.	Orpin rougeâtre	menacée	
	<i>Sedum sexangulare</i> L.	Orpin de Bologne		
	<i>Sempervivum funckii</i> F. Braun ex Koch	Joubarbe d'Aywaille		
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> (L.) Parl. (Lam.) Aç. et D. Lve	Genévrier commun	menacée	
Cuscutaceae	<i>Cuscuta epithimum</i> (L.)	Petite cuscute	menacée	
Cyperaceae	31 espèces			
Dioscoreaceae	<i>Tamus communis</i> L.	Herbe aux femmes battues		
Dipsacaceae	<i>Knautia dipsacifolia</i> Kreutzer	Knautie des bois	menacée	
Dryopteridaceae	2 espèces			
Droseraceae	<i>Drosera intermedia</i> Hayne	Rossolis intermédiaire		
	<i>Drosera rotundifolia</i> L.	Rossolis à feuilles rondes		
Elatinaceae	<i>Elatine hexandra</i> (Lapierre) DC.	Elatine à six étamines	menacée	
Empetraceae	<i>Empetrum nigrum</i> L.	Camarine noire	menacée	
Equisetaceae	<i>Equisetum variegatum</i> (L.) Cronq.	Prêle panachée		
Ericaceae	<i>Andromeda polifolia</i> L.	Andromède	menacée	
	<i>Erica tetralix</i> L.	Bruyère quaternée		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia brittingeri</i> Opiz ex Samp.	Euphorbe verruqueuse		

	<i>Euphorbia dulcis</i> L. <i>purpurata</i> (Thuill.) Rothm.	Euphorbe douce	
Fabaceae	<i>Lathyrus nissolia</i> L.	Gesse de Nissole	menacée
	<i>Medicago minima</i> (L.) Bartal.	Luzerne naine	menacée
	<i>Trifolium montanum</i> L.	Trèfle des montagnes	
	<i>Trifolium ochroleucon</i> Hudson	Trèfle jaunâtre	menacée
	<i>Trifolium scabrum</i> L.	Trèfle scabre	
	<i>Trifolium striatum</i> L.	Trèfle strié	
	<i>Vicia orobus</i> DC.	Orobe des landes	
	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	Vesce à folioles ténues	
Fagaceae	<i>Quercus pubescens</i> L.	Chêne pubescens	menacée
Gentianaceae	<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Hudson	Chlore perfoliée	menacée
	<i>Cicendia filiformis</i> (L.) Delarbre	Cicendie filiforme	menacée
	<i>Gentiana cruciata</i> L.	Gentiane croisettes	menacée
	<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	Gentiane pneumonanthe	menacée
	<i>Gentianella campestris</i> (L.) Boerner	Gentiane champêtre	menacée
	<i>Gentianella ciliata</i> (L.) Borkh.	Gentiane ciliée	menacée
	<i>Geranium sanguineum</i> L.	Géranium sanguin	
Globulariaceae	<i>Globularia bisnagarica</i> L.	Globulaire	
Haloragaceae	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> Huds.	Myriophylle à fleur alternes	menacée
Hydrocharitaceae	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Petit nénuphar	
Hypericaceae	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	Androsème	menacée
	<i>Hypericum elodes</i> L.	Millepertuis des marais	menacée
	<i>Hypericum linariifolium</i> Vahl	Millepertuis à feuilles linéaires	
	<i>Hypericum montanum</i> L.	Millepertuis des montagnes	menacée
Hymenophyllaceae	<i>Cryptogramma crispa</i> L. f.	Allosore crépu	menacée
Juncaceae	<i>Juncus</i> spp. (3 espèces)	Jonc	
	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	Luzule de Forster	menacée
Juncaginaceae	<i>Triglochin palustre</i> Stokes (Kneucker) W. Koch	Troscart des marais	menacée
Lamiaceae	<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	Bugle petit-pin	menacée
	<i>Ajuga genevensis</i> L.	Bugle de Genève	menacée
	<i>Ajuga pyramidalis</i> L.	Bugle en pyramide	menacée
	<i>Calamintha ascendens</i> Jord.	Calament ascendant	
	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	Agripaume	menacée
	<i>Salvia pratensis</i> L.	Sauge des prés	menacée
	<i>Stachys germanica</i> L.	Epiaire d'Allemane	menacée
	<i>Stachys recta</i> L.	Epiaire dressée	
	<i>Teucrium montanum</i> L.	Germandrée des montagnes	menacée
	<i>Thymus praecox</i> Opiz	Serpolet couché	
Lentibulariaceae	<i>Utricularia australis</i> R. Br.	Utriculaire citrine	menacée
	<i>Utricularia minor</i> L.	Petite utriculaire	menacée
	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	Utriculaire commune	menacée
Liliaceae	<i>Anthericum liliago</i> L.	Phalangère à fleurs de lis	menacée
	<i>Gagea spathacea</i> (Hayne) Salisb.	Gagée à spathe	
	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i> L.	Asperge des bois	menacée
	<i>Scilla bifolia</i> L.	Scille à deux feuilles	
	<i>Tulipa sylvestris</i> L.	Tulipe sauvage	
Linaceae	<i>Linum leonii</i> F.W. Schultz	Lin français	
	<i>Linum tenuifolium</i> L.	Lin à feuilles étroites	
	<i>Radiola linoides</i> Roth	Faux lin	menacée
Lycopodiaceae	7 espèces		
Lythraceae	<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	Salicaire à feuilles d'hyssope	menacée
Malvaceae	<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medicus	Cotonéaster sauvage	
	<i>Althaea officinalis</i> L.	Guimauve officinale	
	<i>Malva alcea</i> L.	Mauve alcée	menacée
Marsileaceae	<i>Pilularia globulifera</i> Scop.	Pilulaire	menacée
Myricaceae	<i>Myrica gale</i> L.	Piment royal	menacée
Najadaceae	<i>Najas marina</i> Boreau	Grande naïade	éteinte régionalement
Ophioglossaceae	2 espèces		
Orchidaceae	<i>Aceras anthropophorum</i> (L.) Aiton Fil.	Homme-pendu	
	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) L.	Orchis pyramidal	menacée
	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Miller) Druce	Céphalanthère à grandes fleurs	
	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	Céphalanthère à feuilles en épée	menacée
	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartman	Orchis grenouille	menacée
	<i>Corallorhiza trifida</i> Chatel.	Racine de corail	éteinte
	<i>Dactylorhiza fistulosa</i> (Moench) H. Baumann & Künkele	Orchis de mai	
	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo	Orchis incarnat	
	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo	Orchis tacheté	
	<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soo	Orchis négligé	
	<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soo		

	<i>integrata</i> (E.G. Camus ex Fourcy) Soo		
	<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soo var. <i>junialis</i> (Verm.) Soo		
	<i>Dactylorhiza sphagnicola</i> (Höppner) Averyanov	Orchis des sphaignes	
	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser	Epipactis sanguine	
	<i>Epipactis leptochila</i> (Godfery) Godfery	Epipactis à labelle étroit	
	<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Swartz	Epipactis à petites feuilles	menacée
	<i>Epipactis muelleri</i> Godfery	Epipactis de Müller	éteinte
	<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	Epipactis des marais	menacée
	<i>Epipactis purpurata</i> Sm.	Epipactis pourpre	menacée
	<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.	Goodyéra rampante	
	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	Gymnadénie moucheron	
	<i>Gymnadenia odoratissima</i> (L.)	Gymnadénie odorante	menacée
	<i>Hammarbya paludosa</i> (L.) O. Kuntze	Malaxide des marais	menacée
	<i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Sprengel	Orchis bouc	
	<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Swartz	Limodore	menacée
	<i>Neottia nidus-avis</i> (L.)	Néotie nid d'oiseau	
	<i>Ophrys apifera</i> Hudson	Ophrys abeille	menacée
	<i>Ophrys fuciflora</i> (F.W. Schmidt) Moench	Ophrys frelon	
	<i>Ophrys insectifera</i> L.	Ophrys mouche	menacée
	<i>Ophrys sphegodes</i> Miller	Ophrys araignée	menacée
	<i>Orchis militaris</i> L.	Orchis militaire	
	<i>Orchis morio</i> L.	Orchis bouffon	en danger
	<i>Orchis purpurea</i> Hudson	Orchis pourpré	menacée
	<i>Orchis simia</i> Lam.	Orchis singe	éteinte
	<i>Orchis ustulata</i> L.	Orchis brûle	menacée
	<i>Platanthera bifolia</i> (L.)	Platanthère à deux feuilles	menacée
	<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Reichenb.	Platanthère des montagnes	
	<i>Spiranthes spiralis</i> (L.) Chevall.	Spiranthe d'automne	éteinte
Orobanchaceae	<i>Lathraea clandestina</i> L.	Lathrée clandestine	
	<i>Orobanche alba</i> Stephan ex Willd.	Orobanche du thym	
	<i>Orobanche caryophyllacea</i> Sm.	Orobanche du gaillet	
	<i>Orobanche hederæ</i> Duby	Orobanche du lierre	menacée
	<i>Orobanche picridis</i> F.W. Schultz	Orobanche du picris	
	<i>Orobanche purpurea</i> Jacq.	Orobanche pourprée	menacée
	<i>Orobanche rapum-genistæ</i> Thuill.	Orobanche du genêt	menacée
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i> L.	Osmonde royale	menacée
Plantaginaceae	<i>Littorella uniflora</i> L.	Littorelle	menacée
Plumbaginaceae	<i>Armeria maritima</i> (Miller) Willd.	Gazon d'Olympe	
Poaceae	12 espèces		
Polygonaceae	<i>Rumex x heterophyllus</i> (Tem.) Wettst.	Oseille hétérophylle	
Potamogetonaceae	3 espèces		
Primulaceae	<i>Centunculus minimus</i> L.	Centenille	menacée
	<i>Samolus valerandi</i> L.	Samole	éteinte
	<i>Trientalis europæa</i> L.	Trientale	menacée
Ranunculaceae	<i>Aconitum napellus</i> L.	Aconite casque de Jupiter	menacée
	<i>Pulsatilla vulgaris</i> Miller	Anémone pulsatile	menacée
	<i>Ranunculus hederaceus</i> L.	Renoncule à feuilles de lierre	menacée
	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	Renoncule à feuilles de platane	
	<i>Ranunculus serpens</i> Schrank <i>polyanthemoides</i> (Boreau) Kerguelen & Lambinon	Renoncule des bois	éteinte
Rosaceae	<i>Alchemilla filicaulis filicaulis</i> Buser	Alchémille à tige filiforme	
	<i>Alchemilla filicaulis vestita</i> (Buser) M.E. Bradshaw	Alchémille à tige filiforme	
	<i>Alchemilla glaucescens</i> Wallr.	Alchémille glauque	
	<i>Alchemilla micans</i> Buser	Alchémille grêle	
	<i>Alchemilla monticola</i> Opiz	Alchémille des montagnes	
	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	Filipendule	menacée
	<i>Potentilla rupestris</i> L.	Potentille des rochers	menacée
	<i>Rosa micrantha</i> Borrer ex Sm.	Rosier à petites fleurs	
	<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	Rosier pimprenelle	
	<i>Rosa villosa</i> L.	Rosier pomme	
	<i>Rubus canescens</i> DC.	Ronce cendrée	
	<i>Rubus saxatilis</i> L.	Ronce des rochers	
	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Sanguisorbe	menacée
Rubiaceae	<i>Galium boreale</i> L.	Gaillet boréal	
Salicaceae	<i>Salix repens</i> L.	Saule rampant	
Santalaceae	<i>Thesium pyrenaicum</i> Pourret	Thésion des prés	menacée
Saxifragaceae	<i>Parnassia palustris</i> L.	Parnassie	menacée
	<i>Saxifraga hypnoides</i> L.	Saxifrage fausse-mousse	menacée

	<i>Saxifraga rosacea</i> Moench <i>sternbergii</i> (Willd.) Kerguelen & Lambinon	Saxifrage rhénane	
Scrophulariaceae	<i>Digitalis grandiflora</i> Miller	Digitale à grandes fleurs	menacée
	<i>Euphrasia micrantha</i> Reichenb.	Euphrase grêle	
	<i>Limosella aquatica</i> L.	Limoselle	menacée
	<i>Pedicularis palustris</i> L.	Pédiculaire des marais	menacée
	<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	Rhinanthe velu	
	<i>Rhinanthus angustifolius angustifolius</i> C.C. Gmel.	Rhinanthe à grandes fleurs	
	<i>Verbascum pulverulentum</i> Vill.	Molène floconneuse	éteinte
	<i>Veronica acinifolia</i> L.	Véronique à feuilles d'acinos	menacée
	<i>Veronica praecox</i> All.	Véronique précoce	menacée
	<i>Veronica prostrata scheereri</i> J.P. Brandt	Véronique couchée	
<i>Veronica verna</i> L.	Véronique printanière	menacée	
Sparganiaceae	<i>Sparganium natans</i> Latourr.	Rubanier nain	menacée
Solanaceae	<i>Physalis alkekengi var. alkekengi</i> L.	Coqueret	
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> Schrank	If	menacée
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris palustris</i> L.	Fougère des marais	menacée
Thymeleaceae	<i>Daphne mezereum</i> L.	Bois-gentil	
Ulmaceae	<i>Ulmus laevis</i> L.	Orme lisse	
Valerianaceae	<i>Valeriana wallrothii</i> Kreyer	Valériane officinale des collines	
Violaceae	<i>Viola calaminaria</i> (DC.) Lej.	Pensée calaminaire	
Woodsiaceae	<i>Matteuccia struthiopteris</i> L.	Matteuccie	menacée
<b>Décret 6/12/2001, Annexe 7: espèces partiellement protégées en Wallonie</b>			
Alismataceae	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	Sagittaire	
Amaryllidaceae	<i>Galanthus nivalis</i> L.	Perce-neige	
Asteraceae	<i>Centaurea montana</i> L.	Centaurée des montagnes	
Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale</i> L.	Prêle d'hiver	
Ericaceae	<i>Vaccinium oxycoccus</i> L.	Canneberge	
Gentianaceae	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn	Erythrée petite centaurée	
	<i>Centaurium pulchellum</i> (Swartz) Druce	Erythrée élégante	
Liliaceae	<i>Hyacinthoides non-scripta</i> (L.) Chouard ex Rothm.	Jacinthe des bois	
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Lycopode en massue	menacée
Menyanthaceae	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Trèfle d'eau	menacée
Nymphaeaceae	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibth. & Sm.	Nénuphar jaune	
	<i>Nymphaea alba</i> L.	Nénuphar blanc	
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza fuschii</i> (Druce) Soo	Orchis de Fusch	
	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	Epipactis à larges feuilles	
	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	Listée à feuilles ovales	
	<i>Orchis mascula</i> (L.)	Orchis mâle	
Ranunculaceae	<i>Actaea spicata</i> L.	Actée en épi	
	<i>Ranunculus lingua</i> L.	Grande douve	menacée
Rosaceae	<i>Rosa rubiginosa</i> L.	Rosier rouillé	
	<i>Rosa tomentosa</i> Sm.	Rosier tomenteux	

## 1.1.2. Espèces végétales entomophiles messicoles menacées ou en régression en Wallonie

Cette liste (Tableau 2) est issue d'un projet de liste rouge des espèces végétales messicoles élaboré en 1999 par l'a.s.b.l. "Amicale Européenne de Floristique" sous la direction de Mme J. Saintenoy-Simon. Elle est reprise dans le *Vade-mecum* des MAE9 produit par le GIREA-UCL. Elle contient 50 espèces végétales dont 9 sont des espèces déjà protégées en Wallonie.

Tableau 2. Plantes messicoles entomophiles menacées en Wallonie.

FAMILLE	ESPECE	NOM VERNACULAIRE	Lég. régionale
Asteraceae	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Bleuet	
Papaveraceae	<i>Papaver dubium</i> L. <i>Iecoqii</i> (Lamotte) Syme	Petit coquelicot	
Apiaceae	<i>Anthriscus caucalis</i> Bieb.	Anthrisque des dunes	
	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	Falcaire	
	<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	Orlaya	
	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Peigne de Vénus	
	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	Torilis noueuse	
	<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	Noix de terre	Annexe 6b
Asteraceae	<i>Anthemis arvensis</i> L.	Fausse camomille	
	<i>Anthemis cotula</i> L.	Camomille puante	
	<i>Arnoseris minima</i> (L.) Schweigger & Koerte	Arnoseris naine	
	<i>Filago vulgaris</i> Lam.	Cotonnière allemande	
Boraginaceae	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	Bardanette	
	<i>Lithospermum arvense</i> L.	Grémil des champs	
	<i>Myosurus minimus</i> L.	Ratoncule naine	
	<i>Myosotis stricta</i> Link ex Roemer & Schultes	Myosotis raide	Annexe 6b
Brassicaceae	<i>Erucastrum gallicum</i> (Willd.) O.E. Schulz	Erucastré	
Campanulaceae	<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delarbre	Petite spéculaire	
	<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	Miroir de Vénus	
Caryophyllaceae	<i>Holosteum umbellatum</i> L.	Holostée en ombelle	
	<i>Silene noctiflora</i> L.	Silène noctiflore	
	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert	Saponaire des vaches	
	<i>Agrostemma githado</i> L.	Nielle des blés	
	<i>Gypsophila muralis</i> L.	Gypsophile des moissons	Annexe 6b
	<i>Scleranthus perennis</i> L.	Scléranthe vivace	Annexe 6b
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia platyphyllos</i> L.	Euphorbe à larges feuilles	
Fabaceae	<i>Lathyrus aphaca</i> L.	Gesse sans feuille	
	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	Gesse hérissée	
	<i>Lathyrus nissolia</i> L.	Gesse de Nissolle	Annexe 6b
Fumariaceae	<i>Fumaria vaillantii</i> Loisel.	Fumeterre de Vaillant	
Hyacinthaceae	<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	Muscari à toupet	
Lamiaceae	<i>Stachys annua</i> (L.) L.	Epiaire annuelle	
	<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	Bugle petit-pin	Annexe 6b
Malvaceae	<i>Althaea hirsuta</i> L.	Guimauve hérissée	
Portulacaceae	<i>Montia minor</i> C.C. Gmel	Montie printanière	
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L. <i>foemina</i> (Mill.) Schinz. & Thell.	Mouron rouge	
Ranunculaceae	<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray	Dauphinelle consoude	
	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Renoncule des champs	
Rubiaceae	<i>Galium tricornutum</i> Dandy	Gaillet à trois pointes	
Scrophulariaceae	<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	Linaire bâtarde	
	<i>Melampyrum arvense</i> L.	Mélampyre des champs	
	<i>Veronica opaca</i> Fries	Véronique à feuilles mattes	
	<i>Veronica polita</i> Fries	Véronique à feuilles luisantes	
	<i>Veronica triphyllos</i> L.	Véronique trifoliée	
	<i>Veronica acinifolia</i> L.	Véronique à feuilles d'acinos	Annexe 6b
	<i>Veronica praecox</i> All.	Véronique précoce	Annexe 6b
	<i>Veronica verna</i> L.	Véronique printanière	Annexe 6b
Valerianaceae	<i>Valerianella carinata</i> Loisel.	Valérianelle carénée	
	<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	Valérianelle dentée	
	<i>Valerianella rimosa</i> Bast.	Valérianelle à oreillettes	

## 1.2. Pollinisateurs majeurs des plantes cibles

On entend par pollinisateurs majeurs l'ensemble des abeilles sauvages (Hymenoptera: Apoidea apiformes). Cela inclut les espèces sociales (bourdons) et exclu l'espèce domestique *Apis mellifera*.

La recherche des pollinisateurs des plantes cibles mentionnées au point 1 s'effectue sur base de la littérature nationale et internationale et de la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons (BDFGM).

La BDFGM comporte actuellement environ 481.000 observations d'insectes, 51.000 stations de collectes en région ouest-paléarctique (surtout en Europe), 2.097 espèces végétales visitées par ces insectes et 155.000 observations de butinage. Les observations de butinage ne font aucune différence entre la collecte de pollen et celle de nectar. Une abeille sauvage qui ne collecte que du nectar est considérée comme potentiellement pollinisatrice de la plante visitée.

Toutes les données de la BDFGM sont prises en compte dans la recherche des pollinisateurs des plantes cibles, sans distinction de provenance puisque les plantes cibles étudiées et les données écologiques (pollinisateurs) qui les concernent peuvent être localement plus abondantes en dehors des frontières de la Belgique. Il en va de même pour la prise en compte de la littérature internationale.

La liste détaillée des plantes protégées et des apoïdes observés sur ces plantes est fournie en Annexe I. Les données issues de la BDFGM et de la littérature y sont distinguées. Les espèces de pollinisateurs présents en Belgique et/ou au Grand-Duché de Luxembourg, Nord de la France et Sud des Pays-Bas (région considérée par la Nouvelle Flore de Belgique de Lambinon *et al.*) y sont soulignées. Un astérisque indique les espèces protégées en Wallonie.

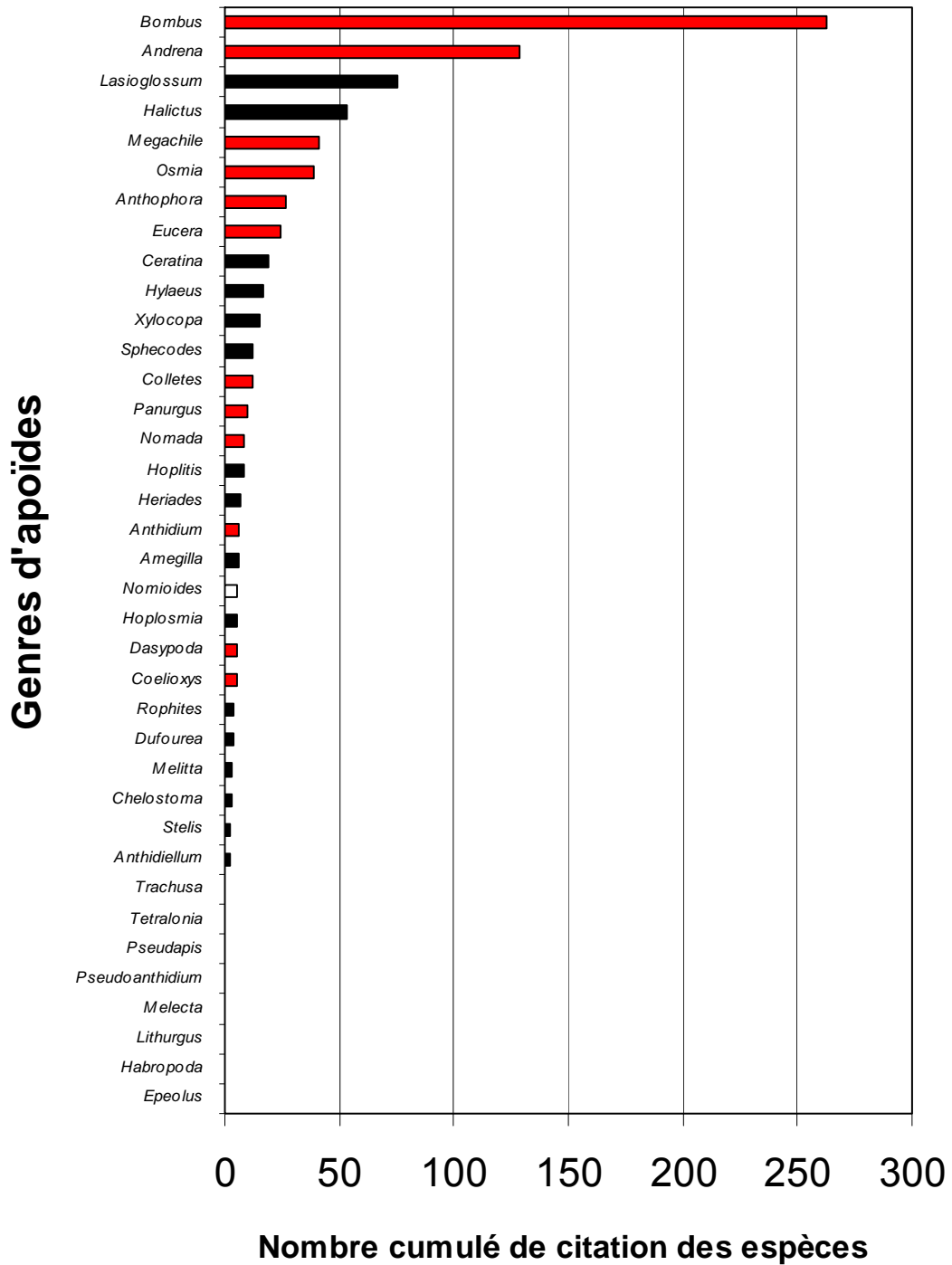
Pour les seules plantes cibles protégées (tableaux 1 et 2), 329 espèces d'apoïdes pollinisateurs sont cités, dont 200 espèces indigènes (Annexe II). Les genres d'apoïdes dont les espèces sont plus souvent citées parmi les pollinisateurs de ces plantes protégées sont les genres *Bombus*, *Andrena*, *Lasioglossum*, *Halictus*, *Megachile* et *Osmia* (figure 1). Ces seuls 6 genres cumulent près des trois quarts des citations.

Si l'on regroupe les genres d'apoïdes par familles, la famille dont les espèces sont le plus souvent citées parmi les pollinisateurs des plantes protégées est celle des Apidae (figure 2). Cette seule famille cumule près de la moitié des citations.

Si l'on regroupe les genres d'apoïdes en guildes (abeilles à langue longue, abeilles à langue courte et abeilles cleptoparasites), on constate que les genres cleptoparasites sont peu représentés (figure 3). Cela s'explique par le fait que les espèces cleptoparasites ne collectent pas de pollen mais uniquement du nectar et visitent donc nettement moins souvent ou moins longtemps les fleurs que les espèces non cleptoparasites. Parmi ces dernières, les nombres cumulés de citation pour les guildes d'abeilles à langue longue et à langue courte sont très proches. La guildes des abeilles à langue longue reste toutefois la plus citée.

Il est intéressant de remarquer que ce sont justement les apoïdes les plus menacés (abeilles à langue longue) qui sont les pollinisateurs majoritaires des plantes protégées.

Figure 1. Genres d'apoïdes dont les espèces sont le plus souvent citées parmi les pollinisateurs des seules plantes protégées en Wallonie (n=817).



En rouge : les genres qui contiennent une ou plusieurs espèces protégées en Wallonie ; en blanc : les genres absents en Wallonie.



Figure 2. Familles d'apoïdes dont les espèces sont le plus souvent citées parmi les pollinisateurs des seules plantes protégées en Wallonie (n=817).

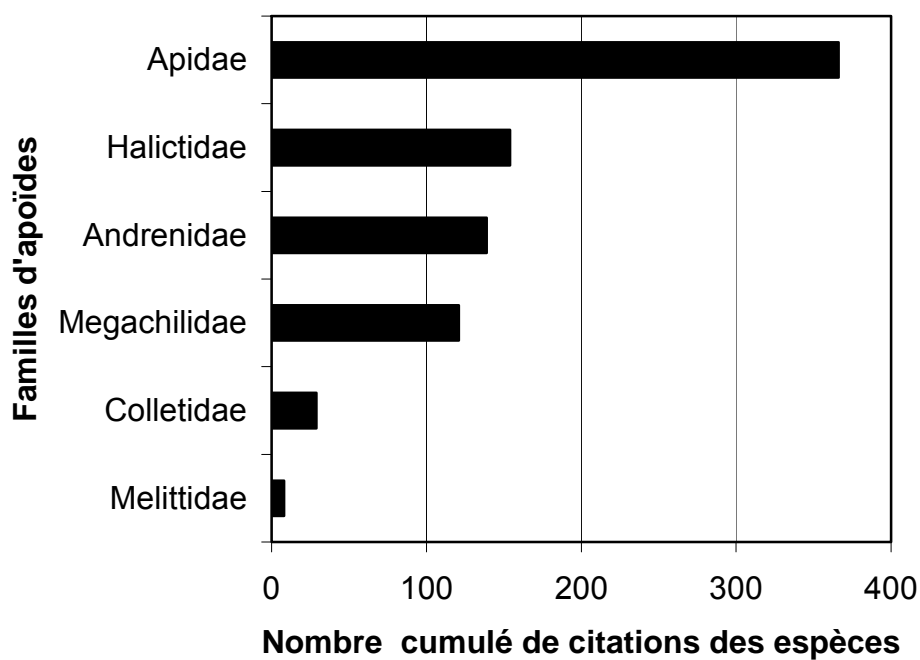
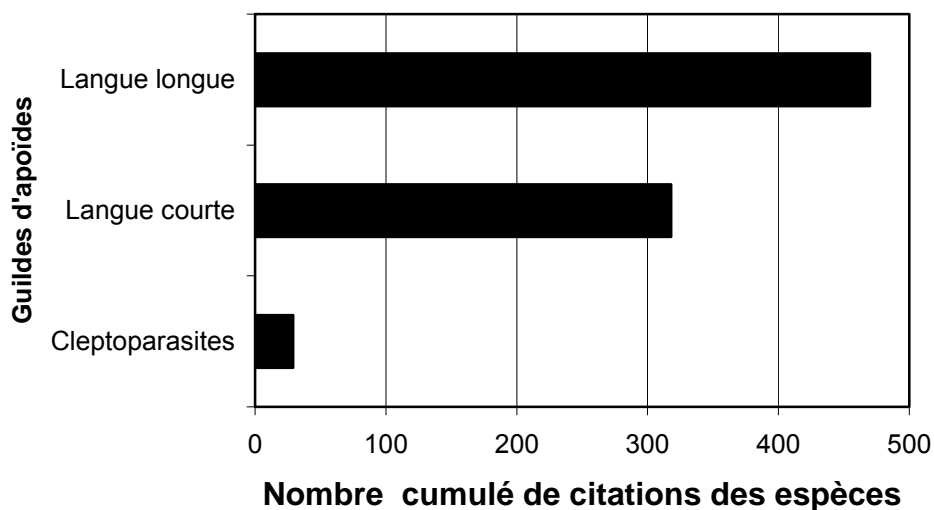


Figure 3. Guildes d'apoïdes dont les espèces sont le plus souvent citées parmi les pollinisateurs des seules plantes protégées en Wallonie (n=817).



## 2. Identification des plantes ressources des abeilles sauvages de Belgique

Ce chapitre a pour but de mettre en évidence les espèces de plantes les plus visitées (plantes ressources) par les seules abeilles indigènes qui visitent les plantes protégées ou menacées de Belgique. Ces espèces d'apoïdes indigènes sont indiquées dans l'Annexe 2.

Les choix floraux sont établis au départ des observations de butinage enregistrées dans la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons. Elles ne concernent que les seules espèces d'apoïdes indigènes, non cleptoparasites, et non inquilines. Pour ces espèces, l'ensemble des observations de butinage de la BDFGM est pris en compte, y compris les observations effectuées en dehors de la Belgique.

Les données de la littérature ne sont pas considérées ici car le nombre d'observations de butinage n'est généralement pas renseigné.

### 2.1. Choix floraux des abeilles à langue longue et des abeilles à langue courte

Les observations de butinage de la BDFGM, pour ces seules espèces d'apoïdes, fournissent une liste de 230 genres de plantes (annexe III) pour un total de 38.886 observations de butinage. Pour les abeilles à langue longue, les 50 premiers genres (figure 4) regroupent à eux seuls 94,47 % du nombre d'observations pour ce groupe (33.662 observations). Pour les abeilles à langue courte, les 50 premiers genres (figure 5) regroupent à eux seuls 85,7 % du nombre d'observations pour ce groupe (5.224 observations).

Contrairement à la liste présentée à l'annexe III, les espèces de plantes absentes en Belgique; les plantes non herbacées (arbres, arbustes, ligneux), les orchidées et les plantes aquatiques (même entomophiles) sont retirés de la liste des choix floraux présenté à la figure 4.

#### Espèces de plantes préférées par les abeilles à langue longue pour les 15 premiers genres de plantes cités à la figure 4:

**Trifolium:** *T. pratense* (69%), *T. repens* (15%), *T. incarnatum* (10%), autres (6%).

**Vicia**<sup>1</sup>: *V. cracca* (71%), *V. pannonica* (9%), *V. sepium* (5%), *V. sativa* (4%), autres (10%).

**Centaurea:** *C. jacea* (36%), *C. scabiosa* (24%), *C. nigra* (19%), *C. debauxii* (4%), *C. cyanus* (2%), autres (15%).

**Cirsium:** *C. palustre*<sup>2</sup> (38%), *C. eriophorum* (24%), *C. vulgare*<sup>2</sup> (21%), *C. arvense*<sup>2</sup> (15%), *C. acaule* (2%), autres (<1%).

**Brassica:** *B. napus* (99 %), *B. oleracea* (1%).

**Aconitum**<sup>3</sup>: *A. vulparia* (78%), *A. napellus* (22%).

**Epilobium:** *E. angustifolium* (99%), *E. hirsutum* (1%).

**Lamium:** *L. album* (67%), *L. maculatum* (20%), *L. purpureum* (10%), *L. hybridum* (3%).

**Stachys:** *S. officinalis* (74%), *S. germanica* (12%), *S. palustris* (7%), *S. sylvatica* (4%), *S. recta* (3%), autres (<1%).

**Lathyrus:** *L. pratensis* (87%), *L. latifolius* (9%), *L. sylvestris* (4%).

**Rhinanthus:** *R. alectorolophus* (91%), *R. minor* (6%), *R. angustifolius* (3%).

**Lotus:** *L. corniculatus* (88%), *L. pedunculatus* (12%).

**Carduus:** *C. nutans* (84%), *C. crispus*<sup>2</sup> (13%), *C. tenuiflorus* (3%).

<sup>1</sup> Plantes grimpantes qui ont tendance à étouffer les autres végétaux.

<sup>2</sup> Espèces que la loi oblige à l'arrachage.

<sup>3</sup> Plantes toxiques à ne pas semer ni maintenir sur la bande si le producteur souhaite nourrir le bétail avec le résultat de la fauche.

Figure 4. Choix floraux des abeilles à langue longue (50 premiers genres de plantes)

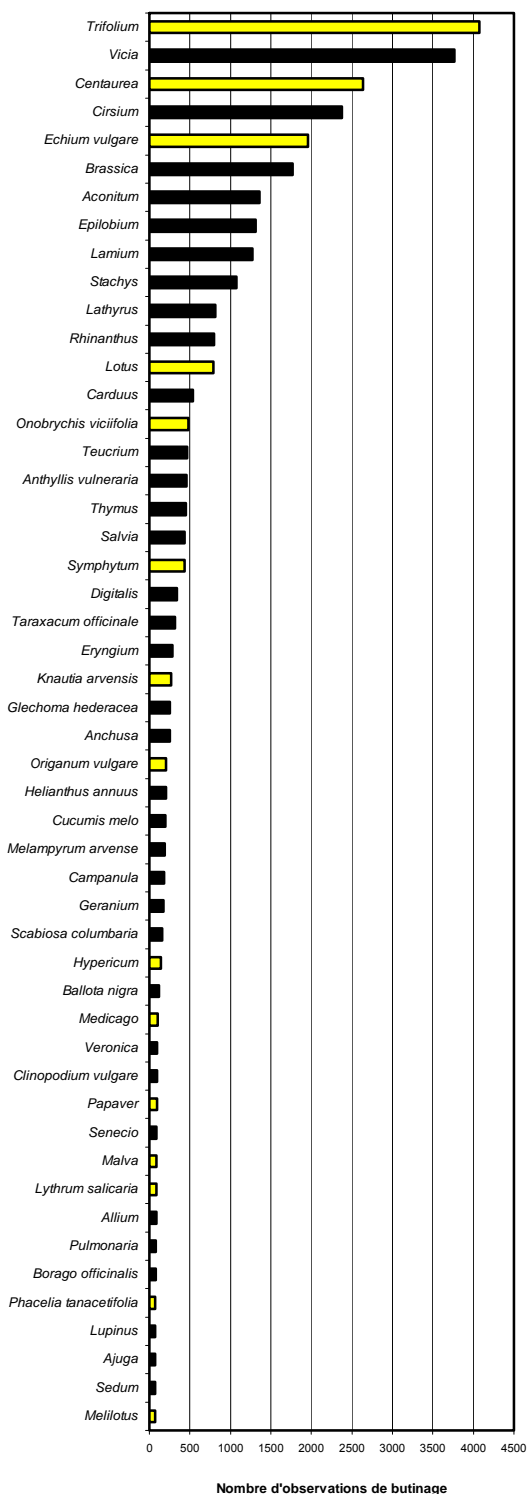
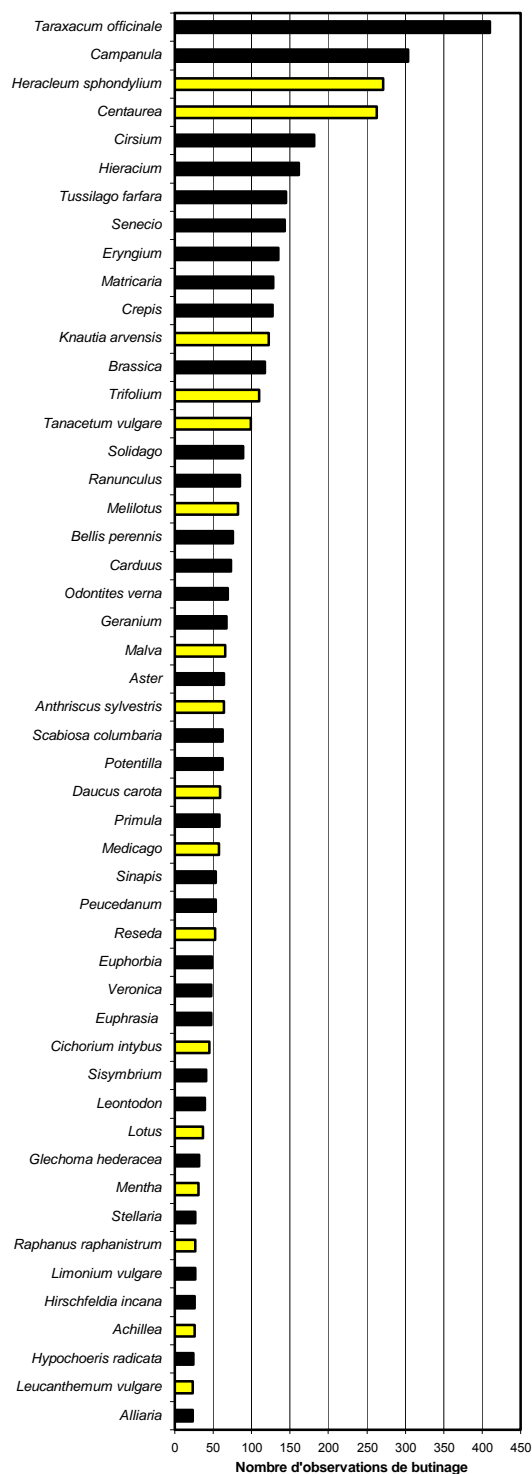


Figure 5. Choix floraux des abeilles à langue courte (50 premiers genres de plantes)



L'épithète spécifique accompagne le nom du genre lorsque ce dernier ne contient qu'une seule espèce en Belgique, ou lorsque qu'une seule espèce est citée pour le genre.

En jaune : les genres qui comportent une ou plusieurs espèces pour tournières ou déjà recommandées pour l'ensemencement des Bandes de parcelles aménagées.

**Espèces de plantes préférées par les abeilles à langue courte pour les 15 premiers genres de plantes citées à la figure 5:**

**Campanula:** *C. rotundifolia* (46%), *C. trachelium* (31%), *C. rapunculus* (16%), autres (7%).

**Centaurea:** *C. jacea* (67%), *C. debauxii* (20%), *C. scabiosa* (12%), *C. cyanus* (2%).

**Cirsium:** *C. arvense*<sup>1</sup> (55%), *C. vulgare*<sup>1</sup> (38%), *C. palustre*<sup>1</sup> (4%), autres (3%).

**Hieracium:** *H. laevigatum* (56%), *H. pilosella* (20%), *H. murorum* (12%), *H. umbellatum* (12%).

**Senecio:** *S. jacobae*<sup>2</sup> (58%), *S. inaequidens*<sup>3</sup> (34%), *S. erucifolius* (8%).

**Eryngium:** *E. campestre* (88%), *E. maritimum*<sup>4</sup> (12%).

**Matricaria:** pas d'espèce identifiée.

**Crepis:** *C. capillaris* (71%), *C. biennis* (29%).

**Brassica:** *B. napus* (78%), *B. nigra* (10%), *B. oleracea* (7%), *B. rapa* (5%).

**Trifolium:** *T. repens* (40%), *T. pratense* (26%), *T. campestre* (26%), autres (8%).

<sup>1</sup> Espèces que la loi oblige à l'arrachage.

<sup>2</sup> Plantes toxiques à ne pas semer ni maintenir sur la bande si le producteur souhaite nourrir le bétail avec le résultat de la fauche.

<sup>3</sup> Plante exotique considérée comme invasive.

<sup>4</sup> Plante des dunes littorales uniquement.

## 2.2. Le cas particulier des bourdons

Les bourdons (famille des Apidae, genre *Bombus*) font partie des abeilles les plus menacées de Belgique. De nombreuses espèces ont totalement disparues de notre pays, d'autres sont devenues extrêmement rares. La plupart sont en régression (tableau 3).

Tableau 3. Dérive faunique des espèces de bourdons de Belgique

Espèces	Selon Rasmont & Mersch 1988	Selon Rasmont <i>et al.</i> 1993	Deux dernières années d'observation
<i>Bombus cullumanus</i>	<b>régression</b>	?	1917-1918
<i>Bombus pomorum</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1946-1947
<i>Bombus confusus</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1947-1957
<i>Bombus distinguendus</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1954-1971
<i>Bombus wurflenii</i>	<b>régression</b>	?	1877-1979
<i>Bombus subterraneus</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1980-1982
<i>Bombus muscorum</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1975-1984
<i>Bombus sylvarum</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1984-1985
<i>Bombus veteranus</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1985-1989
<i>Bombus humilis</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1979-1987
<i>Bombus barbutellus</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	1985-2003
<i>Bombus hortorum</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus ruderatus</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus rupestris</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus vestalis</i>	<b>régression</b>	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus campestris</i>	statut quo	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus jonellus</i>	statut quo	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus lapidarius</i>	statut quo	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus ruderarius</i>	statut quo	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus sensu stricto*</i>	statut quo	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus soroensis</i>	statut quo	<b>régression</b>	actuel
<i>Bombus pascuorum</i>	statut quo	expansion	actuel
<i>Bombus bohemicus</i>	expansion	expansion	actuel
<i>Bombus hypnorum</i>	expansion	expansion	actuel
<i>Bombus pratorum</i>	expansion	expansion	actuel
<i>Bombus norvegicus</i>	expansion	expansion	actuel
<i>Bombus sylvestris</i>	expansion	expansion	actuel

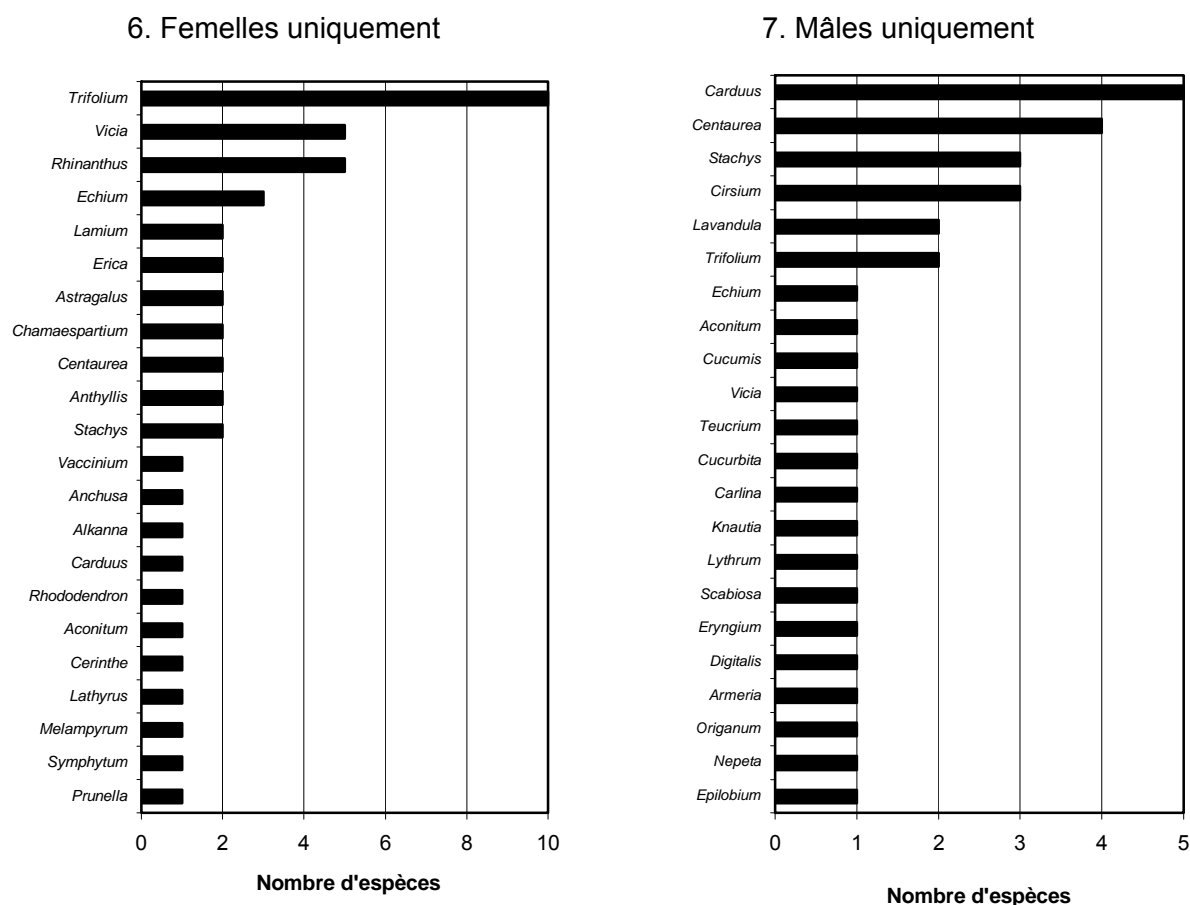
\* ce taxon regroupe *B. terrestris*, *B. lucorum*, *B. magnus* et *B. cryptarum*

Identifier les plantes favorites des bourdons n'est pas chose simple car il s'agit d'espèces sociales dont les castes ont des besoins particuliers à différentes périodes de l'année. Les jeunes reines émergent au printemps et ont des besoins alimentaires importants mais qui sont largement satisfaits dans la nature grâce à une floraison naturelle importante et variée à cette période de l'année. Les fleurs de saules (*Salix* spp.) par exemple sont très abondantes et très appréciées.

Il n'en va pas de même en fin de vie de la colonie. C'est à ce moment que sont produits les sexués (jeunes reines et mâles) et que la colonie, alors très peuplée, a le plus grand besoin de grande quantité de nectar et de pollen. La taille et la vitalité des futures reines dépendent entièrement de la quantité de nourriture reçue à l'état larvaire. Cette vitalité influe grandement sur leur chance de survie pendant l'hiver et sur leur succès à fonder une nouvelle colonie l'année suivante. C'est également de la présence de ressources alimentaires particulières et en quantité suffisante que va dépendre le succès reproducteur des mâles. Bien que l'espérance de vie de ces derniers est relativement courte, ils dépensent beaucoup d'énergie pour établir leur territoire et effectuer leur parade nuptiale. La fin de la bonne saison est donc un moment crucial dans le cycle de vie des bourdons.

Les genres de plantes visités par le plus grand nombre d'espèces de bourdons en régression en Belgique, espèces inquilines exclues, sont donnés à la figure 6 pour les seules femelles (reines et ouvrières) et à la figure 7 pour les seuls mâles.

Figures 6-7. Genres de plantes visités par le plus grand nombre d'espèces de bourdons en régression en Belgique



### **3. Evaluation des effets du programme agroenvironnemental sur les abeilles sauvages**

#### **3.1. Objectifs**

Une première campagne d'étude des abeilles sauvages est menée en été 2006 sur un nombre restreint de bandes aménagées. Grâce à un suivi intensif de ces bandes, cette campagne a pour objectif de développer un protocole d'échantillonnage standardisé et adapté au suivi d'un plus grand nombre de bandes fleuries.

La deuxième campagne d'étude est menée au printemps et en été 2007. Deux objectifs sont visés par cette campagne. Le premier est d'établir un état des lieux de la diversité et de l'abondance des abeilles sauvages sur bandes fleuries. Cet état des lieux servira de point de comparaison à une troisième campagne, menée dans quelques années, afin d'évaluer l'impact dans le temps des bandes fleuries sur les populations d'abeilles sauvages. Le second objectif est d'identifier les facteurs qui favorisent l'abondance et la diversité des abeilles sauvages. Les facteurs envisagés sont les suivants:

- le choix du semis (identification des plantes les plus attractives);
- les densités florales et la visibilité des fleurs;
- la proximité de la bande avec des milieux d'accueil (sites de nidification potentiels);
- la position de la bande par rapport aux éléments linéaires du paysage (route, haies, ...);
- la largeur de la bande, ...

#### **3.2. Méthodes d'analyse des données**

Ce chapitre reprend les méthodes statistiques de caractérisation des stations et d'analyses des données pour les trois périodes d'études : été 2006, printemps 2007, été 2007.

##### **3.2.1. Caractérisation des stations**

Les indices suivants sont utilisés pour caractériser notre échantillonnage.

- La richesse spécifique = nombre d'espèces (collectées ou observées).

- L'espérance de Hurlbert ( $E_s$ ) approchée:  $E_s = \Sigma [1 - (N - N_i/N)^S]$

où  $N_i$  = nombre de spécimens de l'espèce  $i$ ;  $N$  = nombre total de spécimens collectés;  $S$  = nombre désiré de spécimens d'un tirage aléatoire. Dans notre cas, on utilise  $S = 50$  (échantillonnage de printemps) ou  $100$  (échantillonnage d'été) pour autant que ces quotas soient atteints. Lorsque le nombre de spécimens collectés ( $N$ ) est inférieur au quota fixé ( $N < 50$  ou  $100$ ), alors l'espérance de Hurlbert se calcule sur base du nombre de spécimens collectés ( $S = N$ );

unité: nombre d'espèces espérées dans une prise aléatoire de  $S$  spécimens.

L'espérance de Hurlbert peut également se calculer sur base d'un tirage aléatoire ( $S$ ) égal au nombre de spécimens collectés pendant un laps de temps de 10 minutes. L'espérance de Hurlbert correspond alors au nombre d'espèces qu'il est probable d'observer pendant un

parcours de 10 minutes, comme cela se pratique en Suisse pour l'évaluation de la diversité des bandes fleuries (Albrecht *et al.*, 2007).

- La diversité spécifique (Legendre & Legendre, 1984):

Indice de Shannon-Weaver (ISh):  $ISh = - \sum p_i * \log_2 p_i$  avec  $p_i = N_i/N$

où  $N_i$  = nombre de spécimens de l'espèce  $i$ ;  $N$  = nombre total de spécimens;

unité: bit; estimateur le plus universellement utilisé.

- L'originalité

. Nombre d'espèces à protection légale ou réglementaire.

. Nombre d'espèces menacées ou en régression.

. Indice de rareté cumulée (Rc) (Rasmont *et al.*, 1990):  $Rc = \sum 1/c_i$

où  $c_i$  = nombre d'unités biogéographiques dans lesquelles l'espèce  $i$  est observée dans un territoire de référence;

unité : carré<sup>-1</sup>.

Pour la saison 2006, l'unité biogéographique retenue est le nombre d'individus observés à l'intérieur du territoire de référence (selon la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons). Deux territoires de référence sont ici comparés : la Province du Hainaut et la Wallonie.

Pour la saison 2007, l'unité biogéographique retenue est le nombre de carrés UTM de 1 km de coté dans lequel l'espèce a été observée à l'intérieur du territoire de référence (selon la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons). Le territoire de référence (figure 15) est un rectangle qui encadre les stations d'études. Il est compris entre les latitudes de 50°01'40"N et 50°31'37'22"N et entre les longitudes de 4°14'35"E et 5°33'57"E.

- L'abondance des abeilles sauvages

. Effort de récolte =  $N$  = nombre total de spécimens collectés.

Habituellement, l'effort de récolte est indicateur de l'abondance des spécimens. Il peut être rapporté à une surface donnée pour évaluer des densités de population et permet facilement de comparer les stations entre-elles. Dans notre cas, lorsque les quotas fixés de 50 ou 100 spécimens par échantillonnage sont atteints, il est alors impossible de comparer l'abondance des spécimens. Cela nous oblige à relativiser ce nombre de spécimens collectés en fonction soit de la longueur parcourue, soit du temps écoulé.

. Abondance relative en fonction de la longueur du parcours:

= nombre de spécimens collectés / longueur du parcours (mètres) \* 100;

unité: spécimens par 100 mètres courants.

. Abondance relative en fonction de temps écoulé:

= nombre de spécimens collectés / durée de la collecte (minutes) \* 10;

unité: spécimens par 10 minutes.

Si on considère que les insectes viennent sur la bande et en repartent à la manière d'un flux constant, alors la distance parcourue n'a que peu d'importance. C'est le nombre de spécimens collectés pendant un même laps qui apparaît comme l'indicateur le plus pertinent pour comparer les stations sur base de l'abondance relative des abeilles sauvages.

### 3.2.2. Analyses écologiques

Ces analyses visent ici à mettre en évidence les caractéristiques des bandes fleuries qui influencent favorablement l'abondance ou la diversité des abeilles sauvages.

#### 3.2.2.1. *Corrélation de Pearson*

Le coefficient de corrélation de Pearson (Legendre & Legendre, 1984) permet d'établir s'il existe une corrélation significative entre l'abondance ou la diversité des abeilles sauvages et les facteurs écologiques ou climatiques mesurés : présence de site de nidification ou de butinage à proximité de la bande ; disposition de la bande par rapport aux éléments linéaires du paysage ; densité florale ; diversité florale ; température ; vitesse du vent ; humidité relative ; ombre ; couverture nuageuse ; heure de récolte.

Les valeurs de ce coefficient (R) ainsi que le seuil de signification (p-value) informe sur la prépondérance de ces facteur sur l'abondance ou la diversité des abeilles. La régression linéaire est utilisée pour estimer la relation entre 2 variables. L'intervalle de confiance (IC) de cette droite est calculé en considérant le seuil  $\alpha$  égal à 0,05 (R *Stats* packages, predict lm).

#### 3.2.2.2. *Groupements*

Le groupement est une opération d'analyse multidimensionnelle qui consiste à partitionner la collection d'objets de l'étude (ici les stations) (Legendre & Rogers, 1972). Ainsi, les stations dont les faunes d'abeilles sauvages sont les plus proches sont groupées ensemble.

Les groupements sont réalisés sur base des matrices de données quantitatives Stations x Abeilles. Les lignes (Abeilles) de ces matrices sont standardisées et les colonnes (stations) sont transformées en  $\log(x+2)$ .

Une matrice de distance euclidienne est calculée sur base de la matrice standardisée. Cette distance est choisie en raison de ces propriétés métriques (conservation des rapports).

La méthode de groupement choisie est le lien UPGMA : *Unweighted Pair-Group Method, Arithmetic average* (Sneath & Sokal, 1973). Ce lien groupe les objets *selon l'association moyenne* (Rolf, 1963). Il calcule la moyenne arithmétique de la distance ente les objets que l'on veut admettre dans un groupe et chacun des membres du groupe, ou entre tous les membres de deux groupes sur le point de fusionner (Legendre & Legendre, 1984).

Le groupement aboutit à un dendrogramme créé à partir de la matrice de distance et du lien UPGMA.

#### 3.2.2.3. *Indval* (Indicator Value Method)

La méthode Indval (Dufrêne & Legendre, 1997) permet de mettre en évidence le ou les facteurs qui caractérisent les groupes établis par la méthode de groupement.

$$\text{IndVal}_{ij} = A_{ij} * B_{ij} * 100$$

IndVal est la valeur indicatrice du facteur i dans le groupe de relevé j.  $A_{ij}$  mesure la spécificité du facteur pour un groupe alors que  $B_{ij}$  mesure la fidélité de ce facteur à l'intérieur de ce groupe. Cette valeur est calculée pour tous les niveaux de groupements.

#### 3.2.2.4. *Analyse canonique des correspondances (ACC)*

L'ACC permet de quantifier la part de variance d'une matrice (par exemple répartition des espèces au sein des stations) expliquée par un ou plusieurs facteurs écologiques (Legendre & Legendre, 1984).



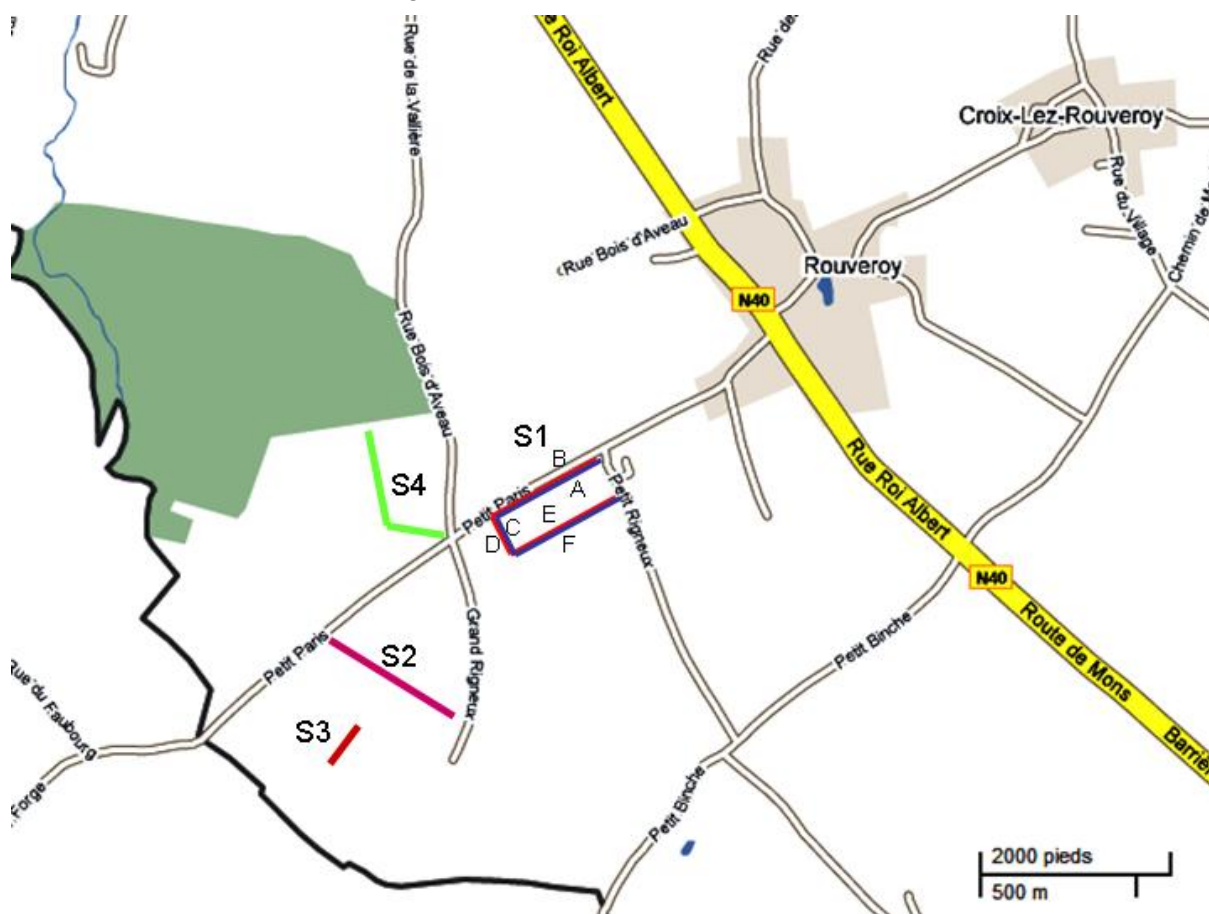
### 3.3. Saison 2006

#### 3.3.1. Matériel et méthode

##### 3.3.1.1. Choix et caractérisation des stations d'études

Pour cette première saison, nous avons volontairement recherchés des stations géographiquement très proches et situées dans la région de Mons. Cela permet une comparaison des stations sur base de la seule nature des bandes aménagées. La grande proximité géographique des stations d'étude permet d'éliminer des analyses tous les autres facteurs biotiques (faune et flore environnantes) et abiotiques (nature du sol, conditions climatiques, ...). Elle a également l'avantage de minimiser les déplacements au profit du temps de travail. 9 bandes regroupées sur 4 sites dans l'entité de Rouveroy (Hainaut) réunissent ces conditions (figure 8).

Figure 9. Localisation des 9 bandes fleuries étudiées sur la commune de Rouveroy (Hainaut). S : sites 1 à 4 ; A-F : bandes fleuries du site 1. En gris : zones d'habitations ; en vert : forêt ; en blanc : zones agricoles.



#### Site 1: stations 1 à 6

Producteur: Ferme Williot, n° de producteur 05401202597, dossier WILL/05/02/012-2005/9a, parcelle n°6, bandes 7-6/14, 8-15 et 9-22. Coordonnées géographiques (WGS84) : S1A-B : 50° 21'04"N 04°03'05"E ; S1C-D : 50°20'57"N 04°02'57"E ; S1E-F : 50°20'57"N 04°03'10"E. Type de bande aménagée: MAE 9a, accueil de la faune et de la flore sauvage.

Composition annoncée de la bande:

couverture	bande de ressuis	couvert annuel	couvert pérenne
largeur	3 mètres	9 mètres	9 mètres
composition du semis	sol nu	80% céréales 10% phacélie 10% chou fourrager	50% dactyle et fétuque élevée 25% trèfle violet 25% luzerne
densité		100 à 150 kg/ha	35 à 50 kg/ha
implantation		automne 2005 ou printemps 2006	

Les trois bandes 7-6/14, 8-15 et 9-22 forment un U et comportent chacune les deux types de couvert (annuel à phacélie et pérenne à trèfle). Au total, six stations distinctes sont étudiées. Elles sont baptisées S1A à S1F (figure 8).

### Site 2: station 7

Producteur: Severin, Soc. Agr. Ferme Grand Rigneux, n° de producteur 000500337-11, dossier ROIS/05/07/013-2006/9a, parcelle n°41, bande 2-14. Coordonnées géographiques (WGS84) : 50°20'40"N 04°02'38"E.

Type de bande aménagée: MAE 9a, beetle-bank.

Composition annoncée de la bande:

couverture	beetle-bank	couvert pérenne
largeur	3 mètres	3 mètres
composition du semis	85% fléoles, dactyle et fétuque 15% trèfle violet	80% dactyle et fétuque 20% luzerne
densité	23 à 35 kg/ha	25 kg/ha
implantation	printemps 2006 jusqu'à fin mai	

Seul le couvert pérenne de luzerne est étudié.

### Site 3: station 8

Producteur: Severin, Soc. Agr., Ferme Grand Rigneux, n° de producteur 000500337-11. Coordonnées géographiques (WGS84) : 50°20'28"N 04°02'29"E.

Type de bande aménagée: MAE 9a.

Composition annoncée de la bande: renseignements non encore fournis

couverture	beetle bank	couvert pérenne
largeur	6 mètres	5 mètres
composition du semis	mélilot phacélie radis	trèfle violet luzerne
densité	?	?
implantation	?	

Seule la bande mixte de trèfle violet et de luzerne est étudiée. La beetle bank, bien que plus originale, n'a pas fleuri.

### Site 4: station 9

Producteur: Louis Ewbank, n° de producteur 0530660112, dossier EWBA/05/07/015-2006/9a, parcelle n°51, bande 51-1. Coordonnées géographiques (WGS84) : 50°20'25"N 04°02'46"E.

Type de bande aménagée: MAE 9a, accueil de la faune et de la flore sauvage.

Composition annoncée de la bande:

couverture	couvert pérenne	couvert annuel
largeur	9 mètres	9 mètres
composition du semis	70% dactyle et fétuque 15% trèfle violet 15% luzerne	80% céréale 10% radis fourrager 5% phacélie 5% chou fourrager
densité	35 kg/ha	25 kg/ha
implantation	printemps 2006	

La bande de couvert pérenne n'a pas fleuri en juillet. Seule la bande de couvert annuel est étudiée.

### 3.3.1.2. Identification et méthode d'observation des abeilles sauvages

Chacune des 9 stations fait l'objet de 8 visites à l'exception du site 4 qui ne fait l'objet que d'une seule visite. Une rotation des visites est effectuée au sein de chaque bande afin de ne pas toujours effectuer les relevés aux mêmes heures de la journée (tableau 4).

Tableau 4. Calendrier des visites pour chaque site.

	Site 1A	Site 1B	Site 1C	Site 1D	Site 1E	Site 1F	Site 2	Site 3	Site 4
3/07/2006	O	O							
4/07/2006			O	O	O	O	O		
5/07/2006							O	O	
6/07/2006	O		O	O					
10/07/2006		O			O	O	O	O	
11/07/2006	O		O	O	O	O		O	
12/07/2006	O	O					O	O	
13/07/2006	O	O	O	O	O	O			
17/07/2006		O	O	O	O	O	O	O	
18/07/2006	O	O	O	O	O	O			
19/07/2006							O	O	
24/07/2006	O	O	O	O	O	O	O	O	
27/07/2006	C	C	C		C	C			
28/07/2006							C	C	C

O: visite d'observation et de comptage, P: visite de collecte. Pour le site 1D, la visite de collecte n'a pu avoir lieu en raison du fanage complet de la bande. Pour le site 4, une seule visite est effectuée en raison de sa floraison tardive.

La méthode utilisée lors de chaque visite d'observation et de comptage est basée sur le concept du « *parcours de récolte* » largement utilisé pour ce type d'étude (Banaszak, 1980; Carvell, 2002). Cette méthode consiste à parcourir la bande sur toute sa longueur, à pas lents. Au cours de ce trajet, toutes les abeilles sauvages observées sont systématiquement collectées ou simplement comptées




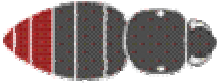
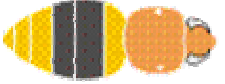



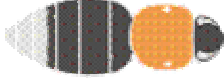
Il est impossible, même pour une personne expérimentée, d'identifier sur le terrain toutes les espèces d'apoïdes (370 espèces en Belgique). A l'exception des bourdons, elles sont pour la plupart de petite taille, peu colorées et se déplacent rapidement. Toutes les abeilles sauvages observées, à l'exception des bourdons, sont donc systématiquement collectées à l'aide d'un aspirateur à insecte ou d'un filet fauchoir.

Dans le cas des bourdons, il est possible de reconnaître la plupart des espèces sur le terrain, ou tout du moins de les associer à un groupe restreint d'espèces (tableau 5). Le phénomène d'homochromie est en effet bien connu chez les bourdons. De nombreuses espèces présentent

un même type de coloration par convergence chromatique régionale (Delmas, 1976; Rasmont, 1988). Une fiche d'identification de ces groupes est utilisée sur le terrain (figure 10). Seules les robes susceptibles d'être observées sur le terrain y sont répertoriées. Si un spécimen ne correspond à aucune de ces robes, il est collecté. Dans cette étude, les groupes d'espèces correspondant à des robes distinctes sont nommés Groupes Taxonomiques Opérationnels (GTO).

Lors de la dernière visite, même les bourdons sont collectés. Cette collecte a pour but de déterminer le pourcentage relatif des espèces présentes pour chacun des GTO (tableau 5).

Tableau 5. Robes des espèces de bourdons susceptibles d'être rencontrées.

GTO	Robes	Espèces associées
Robe terrestris		<i>(Bombus cryptarum)</i> <i>Bombus lucorum</i> <i>(Bombus magnus)</i> <i>Bombus terrestris</i>
Robe pratorum		<i>Bombus pratorum</i>
Robe hortorum		<i>(Bombus barbutellus)</i> <i>Bombus hortorum</i> <i>(Bombus jonellus)</i> <i>(Bombus ruderatus)</i> <i>(Bombus subterraneus)</i>
Robe lapidarius		<i>(Bombus confusus)</i> <i>(Bombus cullumanus)</i> <i>Bombus lapidarius</i> <i>(Bombus pomorum)</i> <i>Bombus rupestris</i> <i>(Bombus soroensis)</i> <i>(Bombus wurfleinii)</i>
Robe pascuorum		<i>Bombus humilis</i> <i>(Bombus muscorum)</i> <i>Bombus pascuorum</i>
Robe masquée		<i>(Bombus distinguendus)</i> <i>Bombus sylvarum</i> <i>Bombus veteranus</i>
Robe vestalis		<i>Bombus bohemicus</i> <i>Bombus sylvestris</i> <i>Bombus vestalis</i>
Robe campestris		<i>Bombus campestris</i>
Robe hypnorum		<i>Bombus hypnorum</i>

Entre parenthèses: espèces peu probable (dessins P. Rasmont).

Figure 10. Exemple de fiche de terrain.

**Site 1**

Champ à 6 bandes de *Phacelia* et de *Trifolium*

Bande numérotée de façon anti-horlogique

1-3-5 = ●  
*Phacelia*

2-4-6 = ●  
*Trifolium*



Numéro de la bande : 1 (*phacélie*)

Date : 3 juillet 2006

Heure: 10h00

Pt GPS : 50°21'36"N 4°03'05"E

Température : 28°C

Humidité relative : 41%

Vitesse du vent : Moyenne : 5,4 km/h  
 Max : 8,6 km/h  
 Beaufort : 1

Densité florale : 77 fleurs/m<sup>2</sup>

Plante 1: Phacélie

Nombre de pied : 17 pieds/10m<sup>2</sup>

Nombre d'inflorescence par pied : moyenne = 9,89

Nombre de bras par inflorescence : moyenne = 3,42

Nombre de fleur par bras : moyenne = 1,34

Plante 2: ---


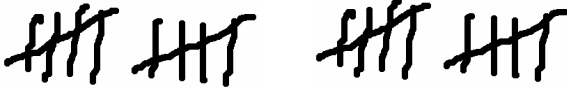
Nombre d'inflorescence :

Figure 10. Exemple de fiche de terrain (suite).




**Note sur les observations de terrain:**

**Relevé *Bombus***

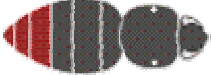
*Bombus cf. terrestris* :

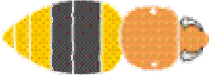
*Bombus lucorum* mâles :


*Bombus cf. lapidarius* :



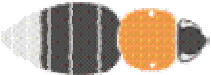
*Bombus cf. pascuorum* :



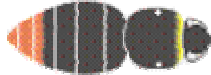
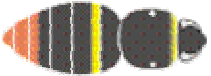
*Bombus cf. hortorum* :



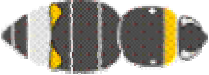
*Bombus hypnorum* :



*Bombus pratorum* :

*Psithyrus cf. vestalis* :



Pour les bandes de trèfle, de luzerne ou de ces deux plantes réunies, les observations sont réalisées sur toute la longueur et sur une largeur de 3 mètres. Cette largeur correspond à l'éloignement maximum entre l'observateur et l'apoïde observé pour permettre une détermination à vue des espèces.

Dans le cas du trèfle et du chou, le comptage se fait sur la moitié de la largeur de la bande puis est rapporté à l'ensemble de la surface de la bande. Dans le cas de la phacélie, le comptage ne s'effectue que sur un mètre de large.

Les superficies réellement observées figurent au tableau 5.

Tableau 5. Superficies totales et observées des bandes étudiées.

Site	Superficie totale	Superficie observée	Plante associée
1A	3690 m <sup>2</sup>	410 m <sup>2</sup>	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.
1B	3690 m <sup>2</sup>	1640 m <sup>2</sup>	<i>Trifolium pratense</i> L.
1C	1170 m <sup>2</sup>	170 m <sup>2</sup>	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.
1D	1170 m <sup>2</sup>	680 m <sup>2</sup>	<i>Trifolium pratense</i> L.
1E	3690 m <sup>2</sup>	1640 m <sup>2</sup>	<i>Trifolium pratense</i> L.
1F	3690 m <sup>2</sup>	410 m <sup>2</sup>	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.
2	2700 m <sup>2</sup>	2700 m <sup>2</sup>	<i>Medicago sativa</i> L.
3	1120 m <sup>2</sup>	640 m <sup>2</sup>	Légumineuses (trèfle+luzerne)
4	4060 m <sup>2</sup>	1160 m <sup>2</sup>	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.
	4060 m <sup>2</sup>	580 m <sup>2</sup>	<i>Raphanus sativus</i> L.

### 3.3.1.3. Préparation du matériel entomologique

Les spécimens collectés sont épinglés, étiquetés et conservés dans les collections entomologiques du Laboratoire de Zoologie de l'UMH. Les espèces sont identifiées par nos soins à l'exception des Andrenidae et Halictidae qui sont respectivement identifiées par S. Patiny (FUSAGx) et A. Pauly (UMH). Les données biogéographiques et écologiques sont enregistrées dans la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons. Elles servent notamment à la mise à jour des cartes de distribution publiées sur le site "Atlas Hymenoptera".

### 3.3.1.4. Relevé des paramètres floraux et abiotiques

Chaque jour d'observation, la température (°C), la vitesse du vent (km/h) et l'humidité relative (%) sont mesurés à l'aide d'un anémomètre (Kaind Electronic, modèle Windmaster 2) et d'un thermo-hygromètre (Lufft 5120.10, S210). Il en va de même pour les densités florales dont la mesure s'effectue sur les surfaces suivantes avant d'être rapportée par mètre carré :

- *Trifolium* : sur 2 m<sup>2</sup>, dénombrement des inflorescences ;
- *Phacelia* : sur 10 m<sup>2</sup>, dénombrement des plants, des inflorescences par plants, des bras par inflorescences, des fleurs par bras ;
- *Medicago* : sur 2 m<sup>2</sup>, dénombrement des inflorescences ;
- *Raphanus* : sur 2 m<sup>2</sup>, dénombrement des inflorescences, des fleurs par inflorescences.

Toutes ses informations sont reprises sur une fiche de terrain (figure 10).

### 3.3.2. Résultats

#### 3.3.2.1. Généralités

Sur l'ensemble des 9 bandes, 10.454 spécimens d'abeilles sauvages ont été observés ou collectés (tableau 6). Ils se répartissent en 13 GTO (groupes de travail taxonomique). Lors de la dernière visite, la collecte de tous les spécimens montre que seuls deux GTO comportent plus d'une espèce : le GTO *Bombus cf. terrestris*, parmi lequel des spécimens de *B. lucorum* sont observés, et le GTO *Bombus cf. lapidarius* parmi lequel un spécimen de *B. ruderarius* est observé (tableau 7).

Tableau 6. Nombre d'observations des GTO par site.

Espèces	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S1F	S2	S3	S4	TOTAL
<i>Bombus terrestris</i> (L.). <i>Bombus lucorum</i> (L.)	453	2075	137	521	1343	395	1555	399	105	6983
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli)	2	888	2	251	526	16	93	159	5	1942
<i>Bombus hortorum</i> (L.)	2	801	1	130	181	19	3	18	1	1156
<i>Bombus lapidarius</i> (L.) <i>Bombus ruderarius</i> (Muller)	23	106	12	37	58	15	11	33	23	318
<i>Bombus vestalis</i> (Fourcroy)	1	3		4	2	2	6	1	2	21
<i>Andrena flavipes</i> Panzer									15	15
<i>Bombus hypnorum</i> (L.)	5	1			4		1			11
<i>Bombus campestris</i> (Panzer)						1	1			2
<i>Bombus pratorum</i> (L.)		1							1	2
<i>Andrena ovatula</i> (Kirby)							1			1
<i>Halictus</i> sp. (Latreille)	1									1
<i>Megachile centuncularis</i> (L.)							1			1
<i>Melitta leporina</i> (Panzer)							1			1
<b>TOTAL spécimens</b>	487	3875	152	943	2114	448	1673	610	152	10454
<b>TOTAL GTO</b>	7	7	4	5	6	6	10	5	6	13

Tableau 7. Pourcentage relatif des espèces au sein des GTO *terrestris* et *lapidarius* lors de la visite de collecte.

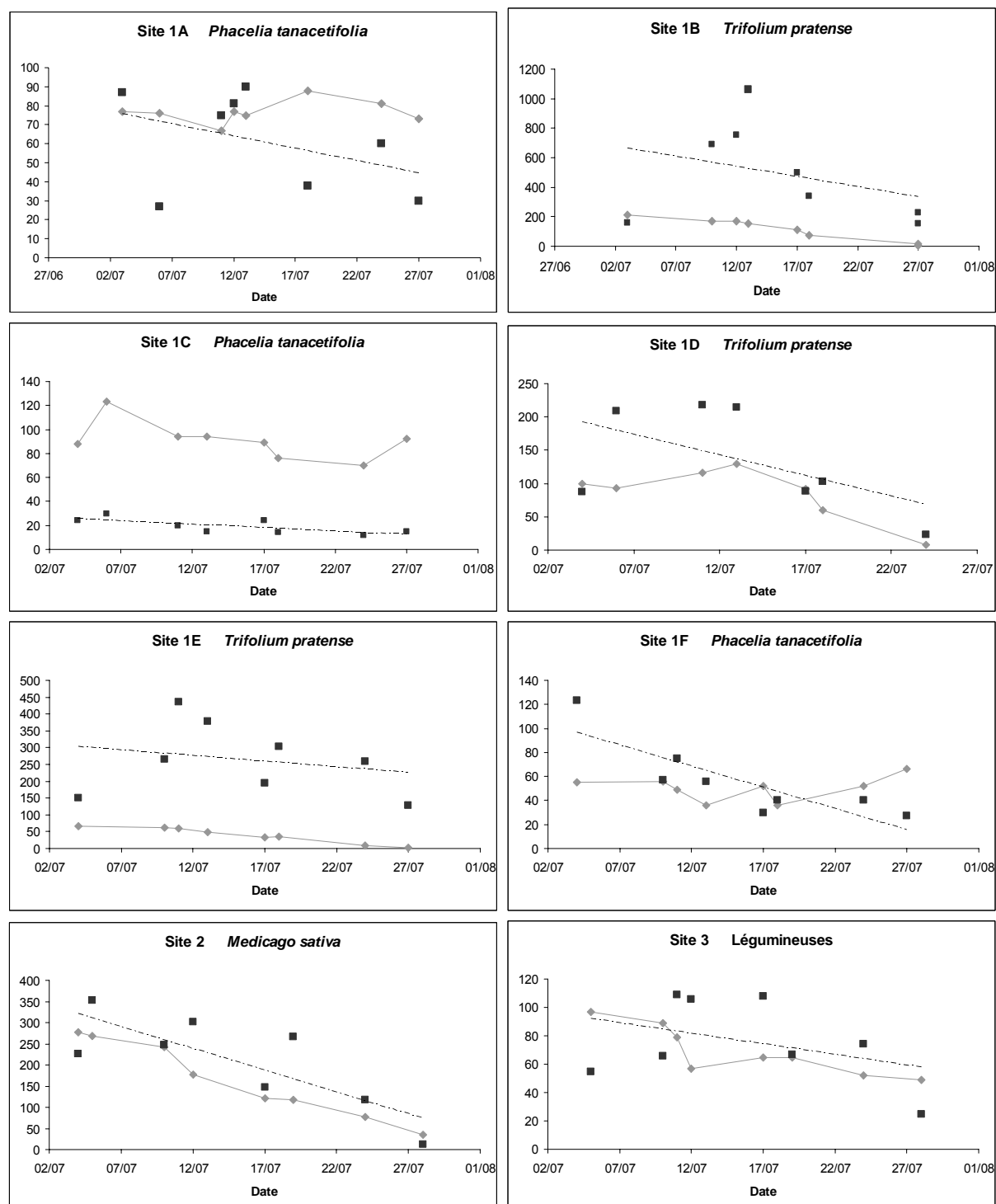
Espèces	S1A	S1B	S1C	S1E	S1F	S2	S3	S4
<i>Bombus terrestris</i> (L.).	90%	100%	78%	100%	91%	100%	100%	90%
<i>Bombus lucorum</i> (L.)	10%		22%		9%			10%
Nombre de spécimens collectés	29	11	9	20	23	10	5	105
<i>Bombus lapidarius</i> (L.)	100%	50%	100%	100%	100%		100%	100%
<i>Bombus ruderarius</i> (Muller)		50%						
Nombre de spécimens collectés	1	2	3	4	3	0	1	23

%; pourcentage calculé sur base du nombre de spécimens collectés le dernier jour de visite.



Les densités florales mesurées et la quantité d'abeilles sauvages observées lors de chaque visite sont données à la figure 11.

Figure 11. Evolution de la floraison et densité des abeilles sauvages (toutes espèces confondues).



**En gris:** courbe de densité florale (nombre d'inflorescences par m<sup>2</sup>); **en noir:** nombre total d'abeilles sauvages observées et droite de tendance (en pointillés).

Les valeurs minimales et maximales mesurées pour la température, l'humidité relative et la vitesse du vent sont fournies au tableau 8.

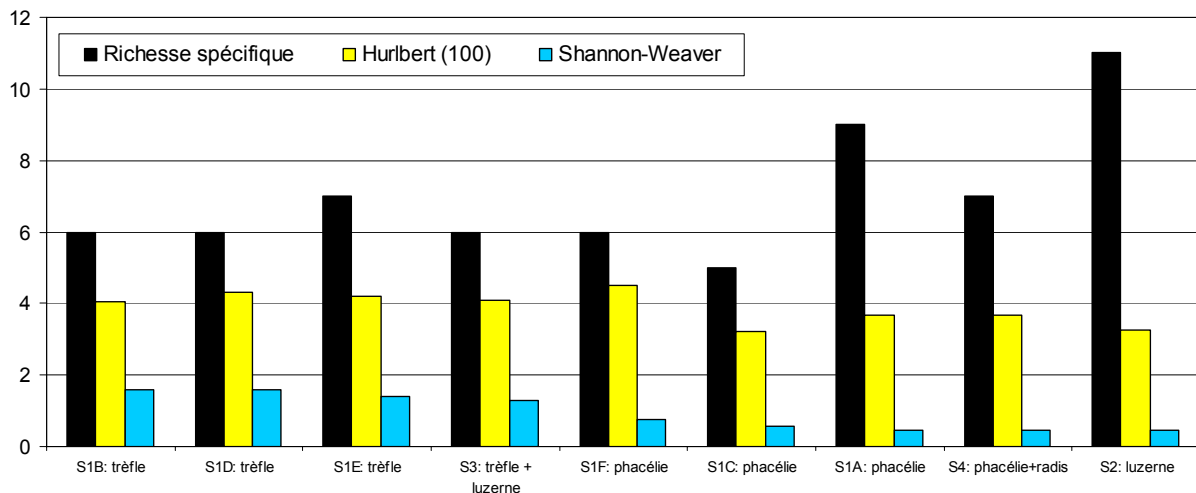
Tableau 8. Température, humidité relative et vitesse du vent.

	Température (°C)			Humidité relative (%HR)			Vitesse du vent (km/h)		
	Min.	Max.	Médiane	Min.	Max.	Médiane	Min.	Max.	Médiane
<b>S1A</b>	25,0	31,0	26,5	25,0	66,0	53,0	0,1	12,9	6,2
<b>S1B</b>	23,6	31,0	28,0	25,8	60,5	44,3	0,1	12,9	4,6
<b>S1C</b>	21,4	28,7	25,8	33,4	66,4	62,3	0,1	7,0	4,5
<b>S1D</b>	21,4	28,7	26,0	33,4	64,8	53,0	3,7	7,0	4,6
<b>S1E</b>	21,4	28,7	25,8	33,4	64,8	55,6	0,1	6,9	4,3
<b>S1F</b>	21,0	28,7	25,8	33,4	64,8	55,6	0,1	7,0	4,2
<b>S2</b>	22,0	30,5	28,3	38,5	62,0	48,3	4,0	15,8	9,0
<b>S3</b>	21,0	31,0	26,0	46,0	65,0	52,0	0,3	14,5	4,5

### 3.3.2.2. Diversité

La richesse spécifique, l'espérance de Hurlbert ( $S = 100$ ) et l'indice de diversité de Shannon-Weaver sont représentés à la figure 12. L'espérance de Hurlbert (nombre espéré d'espèces pour un tirage aléatoire de 100 spécimens) varie peu : 3,24 pour le site S1C à 4,49 pour le site S1F. Cette différence équivaut à un peu plus d'1 espèce alors qu'il existe une différence de 6 espèces entre le site le moins riche (S1C) et le site le plus riche (S2). Ceci est dû à l'abondance relative des espèces. Dans le site 2 par exemple, bien que riche de 11 espèces, une seule espèce (*B. terrestris*) constitue 93% de l'ensemble des observations, ce qui en fait une station peu diversifiée. Cette faible diversité est particulièrement bien mise en évidence par l'indice de Shannon-Weaver. Selon cet indice, les stations qui présentent les plus grandes diversités sont celles semées avec du trèfle des prés.

Figure 12. Estimateurs de diversité des abeilles sauvages (classement par ordre décroissant de l'indice de Shannon-Weaver).



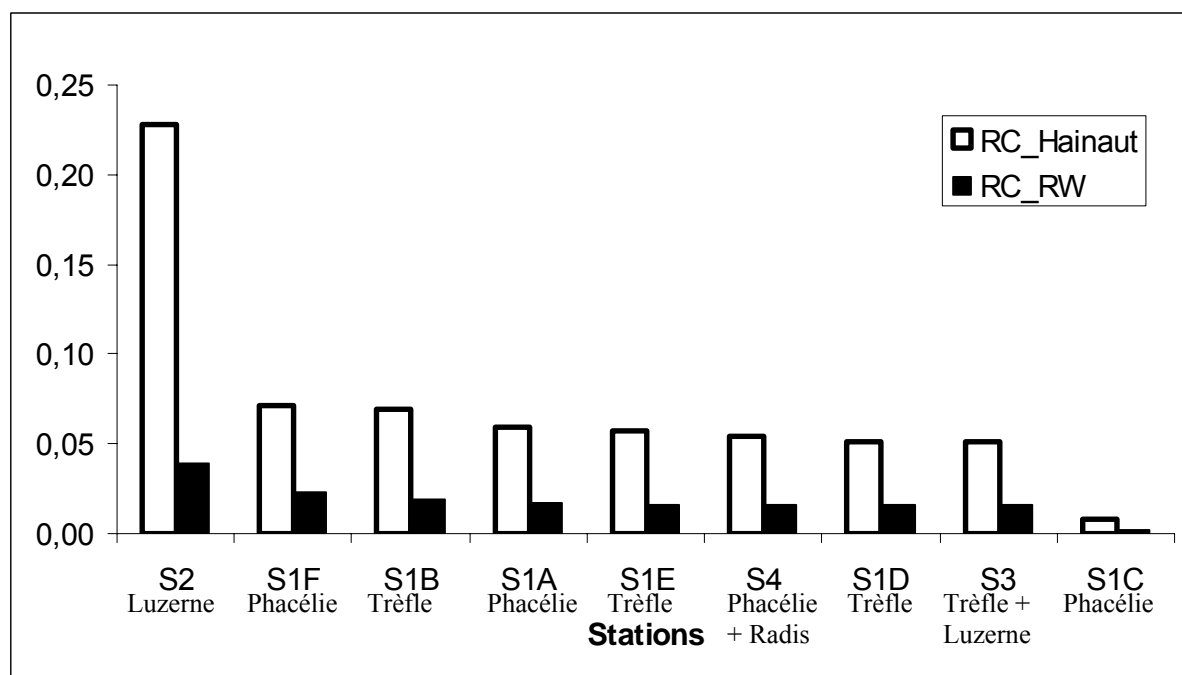
Une analyse canonique des correspondances basée sur deux matrices, l'une représentant la distribution des GTO au sein des stations et l'autre la distribution des plantes au sein de stations, permet de déterminer que la part de variance des GTO au sein des stations est expliquée à 51% par la distribution des plantes. 49% de la variance ne s'explique donc pas par la présence de telle ou telle plante mais par l'ensemble des autres facteurs (taille de la bande, proximité des milieux sauvages, ...).

### 3.3.2.3. Originalité

Parmi l'ensemble des espèces observées, aucune ne figure dans la liste des espèces protégées en Wallonie (annexe IIb du décret du 6 décembre 2001). Plusieurs espèces de bourdon figurent sur la liste des 20 espèces en régression établie par Rasmont *et al.* (1993): *Bombus campestris*, *B. hortorum*, *B. lapidarius*, *B. ruderarius*. *Bombus lapidarius* à langue très longue apprécie surtout les légumineuses à longue corolle. Elle est observée en abondance sur les bandes semées avec le trèfle des prés. Parmi toutes les autres espèces d'abeilles sauvages observées, et toujours selon Rasmont *et al.* (1993), une seule espèce est en forte régression: *Andrena ovatula*. Il s'agit également d'une espèce inféodée aux légumineuses.

La figure 13 illustre l'indice de rareté cumulée de chaque bande, par ordre décroissant, sur base du nombre de spécimens observés à l'intérieur des deux territoires de référence : la province du Hainaut et la Wallonie. Alors que sa diversité est faible, le site 2 présente un grand indice de rareté cumulée grâce à la présence d'espèces rares : *Andrena ovatula*, *Bombus vestalis*, *Megachile centuncularis* et *Melitta leporina*. Cette rareté est toutefois relative car il s'agit d'espèces solitaires ou inquilines (*B. vestalis*), qui ne produisent donc pas d'ouvrières et dont le nombre de spécimens observés est donc naturellement moins grand que celui d'espèces sociales (bourdons) qui produisent des dizaines d'ouvrières.

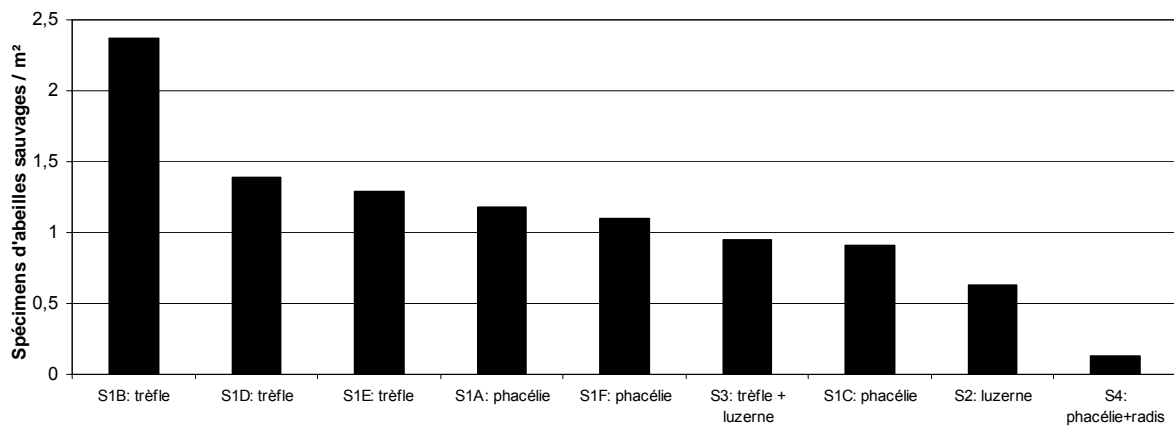
Figure 13. Rareté cumulée (RC) des stations par comparaison au nombre de spécimens observés en province du Hainaut (RC\_Hainaut) et en Wallonie (RC\_RW).



### 3.3.2.4. Abondance

Rapportée par mètre carré, les bandes de trèfle montrent, en moyenne, une densité d'abeilles sauvages, toutes espèces confondues, supérieure à celle des autres bandes (figure 14). Cette densité est moindre sur la phacélie, encore moindre sur la luzerne et très faible enfin sur le mélange phacélie et radis.

La bande de trèfle S1B montre une densité de pollinisateurs bien supérieure à celle des deux autres bandes de trèfle. Ceci peut s'expliquer par sa situation en bord de route.

Figure 14. Abondance des abeilles sauvages (nombre de spécimens par m<sup>2</sup>).

Dans les gammes de variabilités mesurées, ni le vent, ni la température, ni l'humidité relative au moment des observations ne semblent avoir influencé significativement l'abondance des abeilles sauvages (tableau 15). Par contre, cette abondance est significativement corrélée à la densité d'inflorescences pour 3 des 8 bandes suivies régulièrement. Une comparaison entre l'abondance et la densité d'inflorescence est donnée à la figure 11.

Tableau 15. Coefficients de corrélation de Pearson entre l'abondance totale des espèces et les facteurs écologiques.

	Taux de corrélation entre l'abondance totale des espèces et la			
	densité florale	vitesse du vent	température	humidité relative
<b>S1A : phacélie</b>	0,268 (NS)	0,030 (NS)	0,154 (NS)	0,215 (NS)
<b>S1B : trèfle</b>	0,470 (NS)	0,141 (NS)	0,004 (NS)	0,120 (NS)
<b>S1C : phacélie</b>	<b>0,776 (*)</b>	0,401 (NS)	0,520 (NS)	0,128 (NS)
<b>S1D : trèfle</b>	<b>0,793 (*)</b>	0,299 (NS)	0,424 (NS)	0,068 (NS)
<b>S1E : trèfle</b>	0,370 (NS)	0,437 (NS)	0,260 (NS)	0,104 (NS)
<b>S1F : phacélie</b>	0,006 (NS)	0,172 (NS)	0,123 (NS)	0,361 (NS)
<b>S2 : luzerne</b>	<b>0,778 (*)</b>	0,333 (NS)	0,198 (NS)	0,015 (NS)
<b>S3 : trèfle + luzerne</b>	0,302 (NS)	0,645 (NS)	0,032 (NS)	0,013 (NS)

(NS): non significatif; (\*): significatif au seuil  $\alpha=0,05$ .

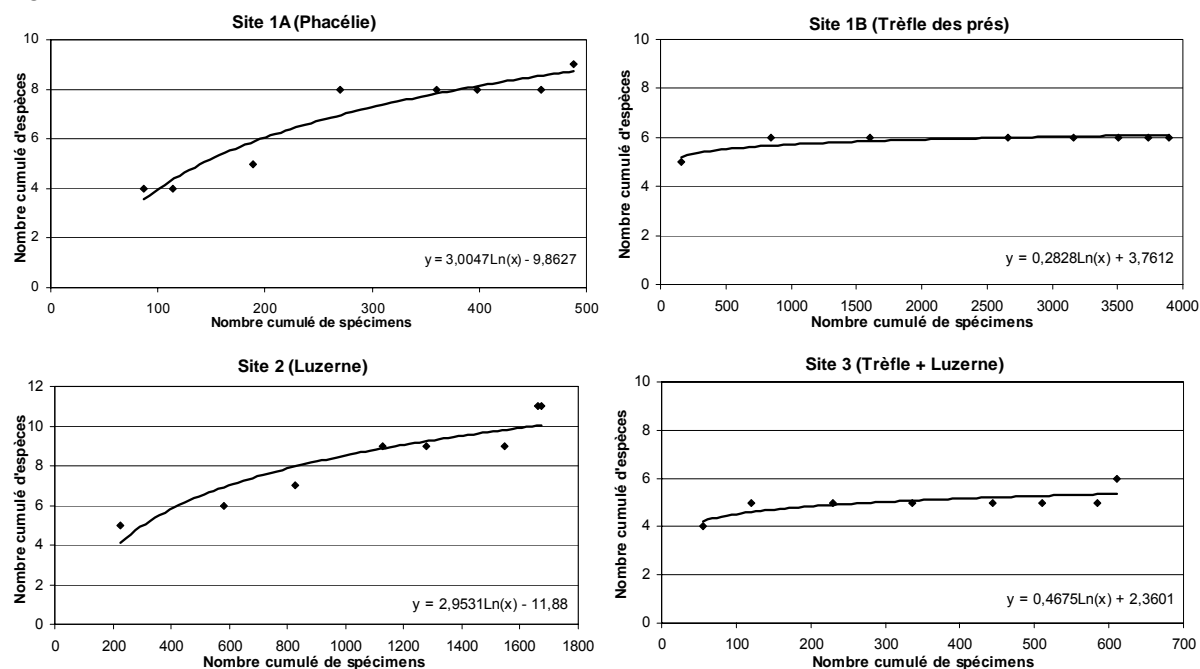
### 3.3.2.5. Courbes de richesse

Une courbe de richesse montre l'évolution du nombre d'espèces observées en fonction de l'effort de récolte (nombre d'observations cumulées). A titre d'exemples, la figure 15 illustre les courbes de richesse des bandes S1A (phacélie), S1B (trèfle), S2 (luzerne) et S3 (trèfle + luzerne).

Dans le cas de la bande trèfle (S1B), très peu d'observations (moins de 100) suffisent à observer la quasi totalité des espèces présentes. Ceci est dû au fait que chacune des espèces est présente en abondance, ce qui ressort des analyses de diversité (figure 12). Il en va de même lorsque le trèfle est semé en mélange avec de la luzerne (S3). Dans le cas de la phacélie (S1A), il faut observer près de 300 spécimens pour pouvoir observer la quasi totalité des espèces. Ceci est dû au fait que peu d'espèces sont abondantes. Il faut donc observer un grand nombre de spécimens pour avoir la chance d'observer les espèces les plus rares. Cette disproportion entre les quantités de spécimens pour chacune des espèces est encore plus marquée dans le cas de la bande de luzerne (S2). Sur cette bande, deux espèces (*Andrena ovatula*, *Melitta leporina*) ne sont représentées que par un unique spécimen. Avec une telle

disproportion, il faudrait observer plus de 1.600 spécimens pour avoir la chance d'observer ces deux espèces.

Figure 14. Courbes de richesse des sites 1A, 1B, 2 et 3.



Sur base de la courbe de richesse de chacune des bandes étudiées, il est possible de calculer le nombre théorique de spécimens qu'il a fallu observer pour obtenir 50, 60, ...100% du nombre d'espèces cumulé (tableau 16). Par exemple, sur le site S1A, un échantillonnage de 119 spécimens aurait suffi à observer 50% des espèces.

Tableau 16. Pourcentages espérés d'espèces observées en fonction du nombre de spécimens observés.

%	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S1F	S2	S3	Médiane
50	119		24		17	16	360	4	16
60	161	1	33	1	41	30	522	14	31
70	217	5	45	7	102	56	758	51	53
80	293	39	62	32	253	104	1100	185	144
90	395	329	85	150	626	194	1596	667	362
100	533	2741	116	711	1550	362	2317	2407	1130

Sur base de ce tableau, en dehors des bandes S1A et S2, un échantillonnage de 100 spécimens par bande permet d'observer plus de 70 % des espèces, voire même plus de 80% des espèces dans le cas des bandes S1B, S1C et S1D.

### 3.3.3. Discussion

Les plus grandes diversités et les plus grandes abondances d'abeilles sauvages sont observées sur les bandes semées avec le trèfle des prés. Cette diversité s'explique pour moitié par le type de ressources florales associées à ces stations et pour moitié par l'ensemble des autres facteurs qui caractérisent les stations. Le trèfle des prés (*Trifolium pratense*) attire une population plus abondante et plus variée que les bandes de phacélie. Les abeilles à langue longue que sont les bourdons sont connus pour apprécier tout particulièrement cette plante (Rasmont, 1988; Rasmont *et al.*, 1993; Benton, 2000). C'est également ce qui ressort des observations en

milieu sauvage (figure 4, chapitre 2.1.). *Bombus hortorum* par exemple, une espèce qui tend à se raréfier en Belgique, a été beaucoup plus souvent observé sur ce trèfle que sur la phacélie (98% des observations sur le trèfle contre moins de 2% des observations sur la phacélie) et ce, même sur les stations où ces deux plantes poussent l'une à côté de l'autre.

De façon étonnante, la bande de luzerne, une légumineuse comme le trèfle des prés, montre une plus faible diversité mais une plus grande originalité que les autres. Elle attire des espèces mésolectiques de la famille (*Andrena ovatula*, *Megachile centuncularis*) ou oligolectiques du genre (*Melitta leporina*). Ceci a pour conséquence d'en faire une plante intéressante pour son originalité mais dont l'intérêt en matière de diversité reste faible.

La phacélie (*Phacelia tanacetifolia*) semée en bande monospécifique n'offre pas un grand intérêt ni en diversité, ni en originalité, ni en abondance. Elle attire une population moins abondante et composée d'espèces banales de bourdons. Elle a toutefois l'avantage d'être très mellifère et donc de supporter de grandes populations d'abeilles, même s'il ne s'agit que d'espèces banales comme *Bombus terrestris* (Westphal, 2004). Elle est également très appréciée par l'Abeille domestique. Dans le cas d'une abondance de ruchers à proximité de la bande, on peut donc conseiller le semis de phacélie afin de réduire la concurrence de l'Abeille domestique envers les abeilles sauvages sur les autres plantes semées sur la bande.

Le mélange de *Phacelia tanacetifolia* et de *Raphanus sativus* n'offre pas un grand intérêt au niveau diversité ou originalité. Mais le *Raphanus sativus* semble toutefois présenter un intérêt particulier pour les apoïdes à langues courtes qui sont peu présents par ailleurs dans cette étude (Rasmont *et al.*, 1993).

Les stations de Rouveroy sont loin d'être des milieux montrant une diversité ou une originalité élevée à l'échelle de la Région Wallonne ou du Hainaut. Seules 15 espèces d'apoïdes y sont recensées, contre 48 espèces au Terril St-Antoine (Barbier, 1989), 51 au Terril d'Hensies (Barbier, 1989) et 98 à la Grande Bruyère de Blaton (Barone, 1999). Ces 3 sites sont considérés comme particulièrement riches et originaux (tableau 17).

Tableau 17. Comparaison des faunes d'abeilles sauvages de Rouveroy et d'autres sites.

	Rouveroy	Grande Bruyère de Blaton	Terril St Antoine	Terrils d'Hensies
<b>Richesse spécifique</b>	15,00	33,00	26,00	29,00
<b>Diversité (Shannon-Weaver)</b>	1,44	2,90	3,86	4,03
<b>Espérance de Hurlbert (100)</b>	4,90	14,60	19,54	20,42
<b>Rareté cumulée (Hainaut)</b>	0,21	0,74	0,50	0,30
<b>Rareté cumulée (Wallonie)</b>	0,03	0,14	0,10	0,57

Tous les indices sont recalculés sur base des genres d'apoïdes rencontrés sur les sites de Rouveroy. Les données des territoires de référence (Hainaut et Wallonie) sont extraites de la Banque de Données Fauniques de Gembloux-Mons en date du 29 janvier 2007.

Ces différences peuvent être expliquées par plusieurs facteurs:

1. La richesse et la diversité en espèces florales influencent positivement l'abondance et la diversité d'abeilles sauvages, de papillons et d'autres insectes pollinisateurs en terre arable ou semi-arable (Fussel & Corbet, 1991; Lagerlöf *et al.*, 1992; Dramstad & Fry, 1995; Sparks & Parish, 1995; Feber *et al.*, 1996; Bäckman & Tiainen, 2001; Kells *et al.*, 2001; Carvell, 2002; Goulson *et al.*, 2002; Westphal *et al.*, 2003). Les stations de Rouveroy présentent des compositions florales pour la plupart monospécifiques. Cette monospécificité implique qu'un seul groupe d'apoïdes est attiré et donc la diversité en est réduite. Les sites de comparaison présentent une diversité florale souvent beaucoup plus importante. Un minimum de 30 plantes est relevé sur ces sites. La faune y est donc naturellement plus diversifiée.

2. La disponibilité et la diversité des sites de nidification influencent également la communauté de pollinisateurs (Potts *et al.*, 2003, 2005). Les caractéristiques reconnues comme importantes pour les ressources en sites de nidification sont les textures de sol (Cane, 1991), la dureté du sol (Brockmann, 1979; Potts & Willmer, 1997), l'humidité (Wuellner, 1999), l'aspect et la pente (Potts & Willner, 1997), la capacité d'isolation (Weaving, 1989, cité par Potts *et al.*, 2005; Jeanne & Morgan, 1992), la forme et la taille des cavités naturelles (Schmidt & Toenes, 1992; Scott, 1994). Les trois sites de comparaison comportent une grande diversité de types de sol et d'expositions. Les ressources en sites de nidification y sont variées et nombreuses. A Rouveroy, peu de milieux ouverts sont présents autour des bandes de parcelles aménagées. Les sites ne présentent donc pas d'endroit particulièrement favorable à la nidification.

3. Dans les trois sites de comparaison, la méthode de récolte est basée sur divers piégeages. Ces derniers permettent une collecte continue et sont particulièrement efficaces pour la capture des petites espèces à langue courte. Les récoltes sur ces sites sont effectuées sur l'ensemble de la bonne saison. Les espèces printanières et automnales y sont donc récoltées. Dans notre cas, les relevés se sont principalement réalisés par détermination à vue et uniquement au mois de juillet.

4. Les trois sites de comparaison présentent une population d'abeilles sauvages établie de longue date. Ces sites existent depuis plus de 10 ans. Dans notre cas, les sites de Rouveroy sont implantés depuis cette année seulement dans un environnement agricole très peu favorable à la vie sauvage. Il est donc normal d'y trouver une population récente et banale.

Dans cette étude, une corrélation positive entre la densité florale et l'abondance des abeilles sauvages est mise en évidence pour certaines bandes. Plus la densité florale diminue, plus l'abondance des abeilles diminue. Cette relation a déjà été mise en évidence pour les abeilles sauvages, les papillons et d'autres insectes pollinisateurs en terre arable ou semi-arable par plusieurs auteurs (Fussel & Corbet, 1991; Lagerlöf *et al.*, 1992; Dramstad & Fry, 1995; Sparks & Parish, 1995; Feber *et al.*, 1996; Goulson *et al.*, 2002; Kells *et al.*, 2001; Carvell, 2002; Bäckman & Tiainen, 2001; Westphal *et al.*, 2003).

Les abeilles, à l'exception de l'Abeille domestique, s'orientent grâce à des points repères pris dans le paysage afin de retrouver leur nid ou leur site de butinage. Les éléments linéaires du paysage notamment, chemins et bords de route en particuliers, sont utilisés par les abeilles comme des repères visuels qu'ils préfèrent suivre plutôt que croiser (Bhattacharya *et al.*, 2003). Ceci peut expliquer que la bande la plus proche de la route (S1B) a attiré le plus grand nombre d'abeilles. Il est donc préférable d'implanter les bandes ménagées en bord de route plutôt qu'au milieu des champs. De même, bien que des bouchons de cultures soient recommandés pour éviter aux promeneurs de confondre bandes aménagées et chemins de randonnée, ces bouchons peuvent en diminuer l'attractivité.

En conclusion, notons que des espèces rares ou peu communes sont malgré tout observées sur certaines bandes aménagées, en particulier sur les bandes de trèfle et de luzerne, même si ce n'est qu'en faible quantité. Ceci nous mène à deux constatations. Premièrement, cela signifie que même en région d'agriculture intensive, des espèces rares ont pu subsister dans notre environnement. Deuxièmement, cela signifie que dès la première année d'implantation, ces espèces rares viennent s'alimenter sur les bandes aménagées. Ces dernières remplissent donc leur rôle en matière d'environnement.

### 3.4. Saison 2007

#### 3.4.1. Matériel et méthode

##### 3.4.1.1. Choix des bandes fleuries

35 bandes fleuries ont été sélectionnées (tableau 18, figure 15) selon les critères suivants:

- Condroz et Famenne uniquement afin de se concentrer sur une région écologiquement cohérente et réduire ainsi la variabilité due aux différences de faunes entre les régions;
- largeur minimum de 6m;
- longueur minimum de 200m;
- une seule bande par producteur afin d'augmenter la diversité des semis;
- couverture maximale de la région étudiée.

Tableau 18. Liste des bandes fleuries sélectionnées.

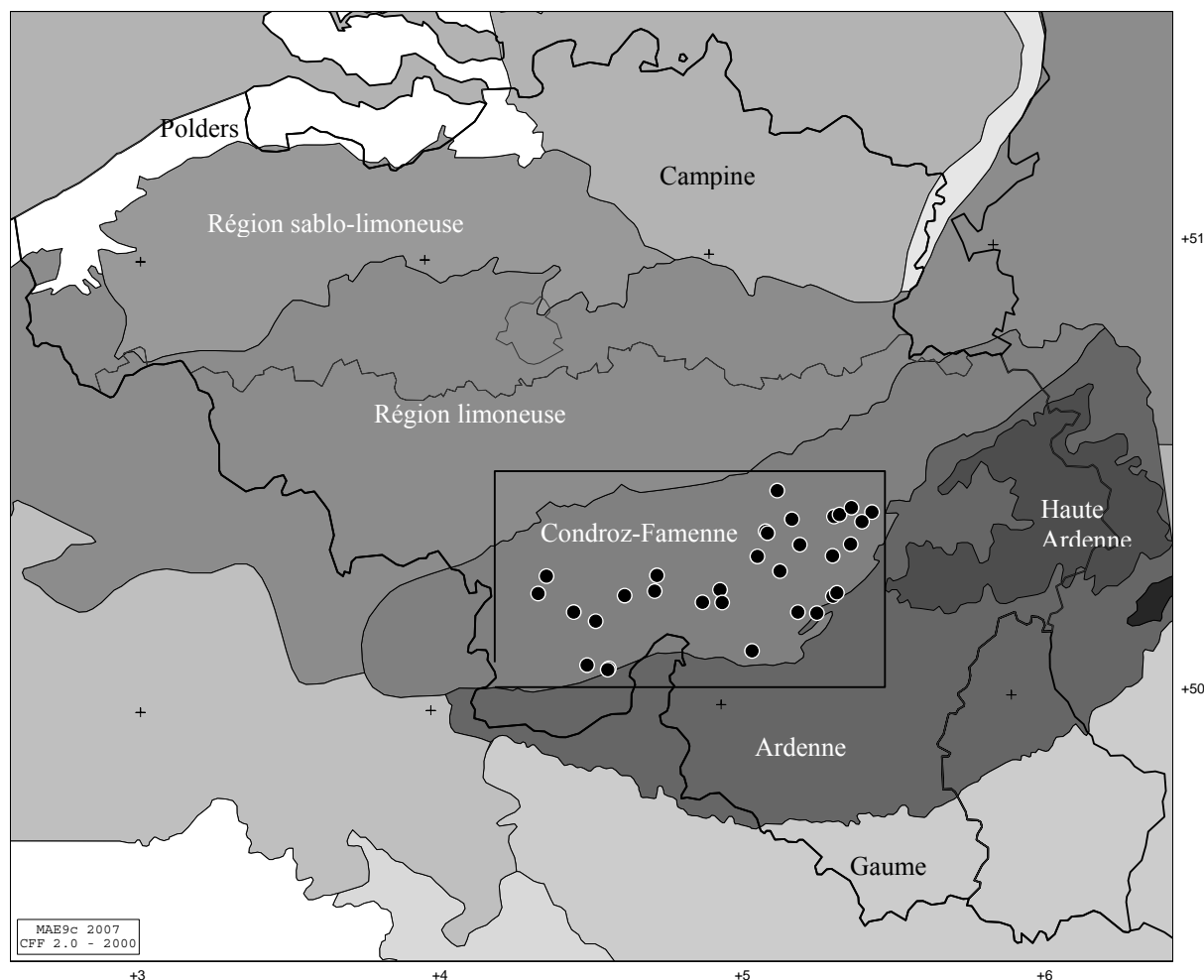
Communes	N° Producteur	N° Parcelle	Superficie (Ha)	Larg. (m)	Long. (m)	Régions	Conseillers	Noms des producteurs
Barvaux	18303800572	45	0,48		400	Famenne	M. Etienne	Gr. P. & C. Noirhomme
Bende	08300700834	31	1,68	12		Condroz	M. Etienne	P.-B. de Favereau
Berzée	19300420406	12	0,80	16	446	Condroz		A.-M. Ranwet
Celles	19102600525	31	0,84	18	400	Condroz	E. Montignies	Gr. J. & J.-C. Defossez
Corenne	19301320179	47	0,43	22	215	Condroz	T. Goret	J. Baudoin
Dailly	00011641010	42	0,32		150	Famenne	M. Etienne	Gr. J.-M. & P. Canivet
Dourbes	29301907924	60	0,60	14	350	Famenne	E. Montignies	K. Van Geel
Dréhance	09103401597	25	0,89	12	742	Condroz	E. Montignies	Agrifaco sprl
Emptinne	09103901250	24	0,60	12	500	Condroz	M. Etienne	P. Dawance
Eneille (Petite-)	06206300375	24	0,66	12	500	Famenne	M. De Toffoli	Dom. agri. Aux Six Aires sa
Flostoy (1)	09204600283	90	0,45	12	375	Condroz	E. Montignies	Cogeflor sa
Flostoy (2)	09104822952	25	1,00	12	840	Condroz	E. Montignies	M. Van Eynde
Fontenelle	09300922697	25	0,84	6	700	Condroz	M. Etienne	J.-F. Noel
Foy-Notre-Dame	00010736583	16	0,62	12	520	Condroz	E. Montignies	E. de Dorlodot & Cogeflor sa
Hamoir	18300400724	28	0,66	12	550	Condroz	M. Etienne	E. Josselet
Havelange	29106400380	18	0,78	30	410	Condroz		L. Beauvois sprl
Houmart (Grand)	38305002734	24	0,17	14	245	Condroz	M. De Toffoli	V. Dochain
Humain	19114401987	29	1,24	10		Famenne	E. Montignies	L. Laffineur
Jamiolle	00050060585	6	0,80	12	500	Condroz		
Lavaux-Ste-Anne	08406403653	48	0,22	6	180	Famenne	T. Goret	M.-R. Ska
Maffe	09112700665	35	1,26	20	600	Condroz	M. De Toffoli	B. Greindl
Marchin	06104003872	46	0,62	12	520	Condroz	M. Etienne	Ferme de la basse sa -Lange
Marenne	19111807542	22	0,66	10	550	Famenne	M. Etienne	Gr. H. & V. Georges
Marloie	08305302068	16	0,24	12	200	Famenne	E. Montignies	C. Rémy
Nismes	29301907924	65	0,65	18	540	Famenne	E. Montignies	K. Van Geel
Ocquier	00011174396	35	0,56	12	470	Condroz	S. Rouxhet	Gr. P. Maréchal & B. Lange
Rome	00011065171	35	0,55	12	455	Famenne	O. Imbrecht	Gr. A., S. Hubert & N. Simon
Sautour	19307621341	77	1,00	15	860	Condroz	M. Etienne	Gr. G. & P. Wackers
Scy	09112300339	46	0,39	12	325	Condroz	M. Etienne	A. Pirson
Sorinnes	00050058363	16	0,80		380	Condroz		
Sosoye1	19104220829	50	0,25	12	250	Condroz	M. Etienne	J. Thiange
Sosoye2	09113730178	37	0,85	14	508	Condroz	E. Montignies	L. Degroote
Tellin	00011627165	37	0,82	13	492	Famenne	T. Goret	Gr. M. Marion & F. Dupuis
Verdenne	00011402146	23	0,90	10	750	Famenne	E. Montignies	A.-F. Georges
Verlaine-sur-Ourthe	18303800572	39	0,85	16	570	Condroz	M. Etienne	Gr. P. & C. Noirhomme

Il a toutefois fallu sélectionner certaines bandes qui ne répondent pas à tous les critères de sélection afin d'en réunir un nombre suffisant. Les bandes de Barvaux et de Verlaine appartiennent au même producteur. Il en va de même pour les bandes de Nismes et de



Dourbes. Les bandes de Dailly et de Lavaux-Ste-Anne font moins de 200m de long. Par la suite, les communes dont le nom est composé sont abrégées.

Figure 15. Carte des principales régions naturelles de Belgique. Distribution des stations d'études et territoire de référence (cadre) pour le calcul de la rareté cumulée.



#### 3.4.1.2. Protocole de collecte des abeilles sauvages

Chaque bande fleurie fait l'objet de deux visites, l'une au printemps, l'autre en été. Ces visites sont regroupées, au tant que faire se peut, sur une période de quinze jours. Chaque jour de collecte doit répondre aux critères suivants:

- température minimale de 17°C, maximale de 30°C;
- vitesse du vent inférieure à 25km/h;
- ni pluie ni forte couverture nuageuse permanente.

La collecte sur bande fleurie consiste à parcourir la bande dans sa longueur, à pas lents. Au cours de ce trajet, toutes les abeilles sauvages observées sont systématiquement collectées à l'aide d'un aspirateur à insecte ou d'un filet fauchoir. La collecte s'arrête lorsque le quota de 50 spécimens au printemps ou de 100 spécimens l'été est atteint. En cas de faible densité d'abeilles et selon l'appréciation du collecteur, la collecte peut s'arrêter avant que ce quota soit atteint. C'est le cas, par exemple, lorsqu'aucun spécimen n'est observé sur plus de 100 m parcourus ou lorsque la bande est parcourue au moins une fois sur toute sa longueur.

La durée du parcours est chronométrée. La longueur et le tracé du parcours sont enregistrés à l'aide d'un positionneur GPS.

En fin de collecte, une fiche descriptive de la bande (situation, composition et densité florales) et des conditions climatiques (figure 16) est complétée. La bande est photographiée.

Une estimation du nombre de "fleurs" par espèce de plante entomophile est établie sur une surface de 180m<sup>2</sup> représentative de la bande. Cette estimation permet un classement sur une échelle de 0 à 5 (Carvell *et al.*, 2004) (figure 16). La coordonnée (WGS84) du centre du carré est relevée à l'aide du positionneur GPS. Sont considérées comme "fleurs" l'ensemble de l'inflorescence chez les légumineuses (*Trifolium*, *Medicago*), de l'ombelle chez les ombellifères (*Daucus*) et certaines composées (*Achillea*), du capitule chez les composées (*Leucanthemum*, *Centaurea*), ou de la hampe florale chez d'autres plantes (*Phacelia*, *Symphytum*, *Reseda*).

Figure 16. Modèle de fiche de terrain.

<b>EVALUATION DES APOIDES SUR BANDE FLEURIE CODE STATION:</b>				
<b><u>STATION:</u></b>				
Numéro de producteur - n° parcelle :				
Nom de l'agriculteur : .....Date d'implantation : .....				
Cultures avoisinantes: .....				
Distance aux sites potentiels de nidification les plus proches: Talus: .....				
Haies: .....Bosquet: .....Autre:.....				
Position par rapport au linéaire: linéaire – U – T – L				
Localité: ..... Région: Famenne - Condroz				
Photos n°                                      Largeur: .....m; longueur: .....m; surface déclarée:				
Type de sol: lourd – léger (sablo-limoneux) – superficiel (caillouteux)				
<b><u>CONDITIONS:</u></b>				
Date de la visite: .....Heure de la visite: .....				
Couverture nuageuse (%): .....Température (°C): .....Humidité relative (%): .....				
Vitesse du vent (m/s): .....Ombrage: .....				
Homogénéité de la bande: homogène - taches humides - petits creux - bosses - zones de sol nu				
Bande refuge (surface relative): .....%				
Problèmes: rumex; orties; chardons; passages; stockages; .....				
Densité graminées: 1= pas de fleur visible; 2 = fleurs hautes visibles; 3 = toutes fleurs visibles				
<b>Papillons posés sur la bande fleurie:</b> nombre approximatif de spécimens observés				
Piérides	Papillonides	Lycènes	Nymphales	autres
<b>Couleur dominante de la floraison</b> (% de surface couverte)				
blanc	jaune	rouge (coquelicot)	Rose à violet (mauve, centaurée, trèfle violet)	bleu (bleuet)
<b><u>COLLECTE DES APOÏDES:</u></b> numéro du bocal = ..... Nombre de spécimens collectés: .....				
Durée de la collecte : .....min.      Longueur de la collecte: .....mètres.				
Coordonnées GPS quadra comptage fleurs			N   °   '   ,   " E   °   '   ,   "	



### 3.4.2. Résultats de la campagne de printemps

#### 3.4.2.1. Description des bandes fleuries et conditions des collectes

Sur les 35 bandes préalablement sélectionnées, quatre bandes sont manquantes:

- la bande de Sorinnes: cette bande présente une végétation pure de chicorées (*Cichorium intybus*) qui ne sont pas encore fleuries. Cette bande est conservée pour la campagne d'été;
- la bande de Tellin: cette bande ne contient que quelques trèfles (*Trifolium pratense* et *T. repens*) noyés dans les hautes herbes et pas encore fleuris. Cette bande est conservée pour la campagne d'été;
- la bande de Dailly: cette bande n'a pas été semée ou a été détruite. Elle est définitivement retirée de la sélection;
- la bande de Barvaux: cette bande est envahie sur plus de 80% de sa surface par le chardon crépu (*Carduus crispus*). Seules quelques rares marguerites poussent encore entre les chardons. Elle est impénétrable et ne correspond pas à ce que l'on attend d'une bande fleurie semée. Il est très probable qu'elle soit fauchée rapidement. L'étude de cette bande est donc sans intérêt. Elle est définitivement retirée de la sélection.

A l'inverse, la bande de Dourbes est très longue et présente deux types de semis distincts occupant chacun une moitié de la longueur de la bande. Le premier semis est typique d'une bande fleurie MAE9c (marguerite, centaurée, luzerne lupuline). Le second est typique d'une bande MAE3a (trèfles et luzerne cultivée). Ces deux parties de la bande sont étudiées séparément (respectivement Dourbes 1 et Dourbes 2).

Le nombre total de bandes étudiées pour la campagne de printemps 2007 s'élève donc à 32. Leurs caractéristiques sont résumées au tableau 19. L'abondance des fleurs pour chaque espèce est fournie au tableau 20. Les abeilles sauvages collectées dans chaque station sont données au tableau 21.

Les visites se sont déroulées entre le 23 mai et le 6 juin 2007.

La température a varié de 17 à 29°C (médiane = 23°C), le vent de 0 à 12 km/h (médiane = 7km/h), l'humidité relative de 50 à 76% (médiane = 59%) et la couverture nuageuse de 0 à 100% (médiane = 20%).

Tableau 19. Caractérisation des bandes fleuries (printemps 2007).

Stations	Milieux d'accueil					Eléments linéaires	Heure de la collecte	Nuages (%)	Température (°C)	Humidité relative (%)	Vent (km/h)	Ombre (%)	Densité des graminées	Durée de la collecte (min.)	Longueur de la collecte (m)
	Cultures entomophiles	Prairies, jachères	Bosquets	Haies	Talus										
Bende	0	3	1	0	0	2	17	10	24	51	10	0	0	29,53	875
Berzée	0	0	0	3	3	2	10	10	17	70	10	0	0	36,62	740
Celles	0	0	2	0	3	2	14	0	27	5	0	10	2	8,78	242
Corenne	0	0	0	0	2	0	9	0	20	68	8	0	0	20,13	402
Dourbes1	3	0	3	0	0	2	16	80	23	55	3	10	0	28,00	737
Dourbes2	3	0	3	0	0	2	16	80	23	55	3	10	1	24,00	454
Dréhanche	0	0	3	0	3	2	15	0	27	58	0	0	2	21,12	465
Emptinne	3	0	1	3	0	2	10	20	22	65	5	0	0	21,35	498
Eneille	0	3	0	1	0	2	13	30	24	51	11	0	2	19,00	459
Flostoy1	0	0	2	3	0	2	13	20	24	59	10	0	1	16,70	265
Flostoy2	0	0	3	0	0	2	14	40	23	59	12	50	1	7,48	313
Fontenelle	0	0	0	0	3	2	11	30	19	67	10	0	0	20,28	865
Foy	0	0	0	0	0	0	14	0	28	56	5	0	1	27,95	293
Hamoir	3	0	2	3	0	0	17	100	22	57	3	0	1	13,58	128
Havelange	0	0	3	0	0	2	12	25	24	68	10	0	1	8,70	266
Houmart	0	0	2	0	3	2	18	0	22	57	3	0	0	4,78	199
Humain	3	0	2	0	0	2	17	30	25	63	1	0	0	20,45	403
Jamiolle	3	0	0	0	2	1	11	50	20	63	0	10	1	11,03	119
Lavaux	0	3	3	0	0	2	16	30	29	60	0	0	0		
Maffe	0	3	0	3	0	2	12	20	22	63	12	0	0	32,93	576
Marchin	3	0	0	0	0	0	15	25	25	60	10	0	1	19,32	502
Marenne	0	0	0	0	0	2	11	0	21	59	10	0	1	24,42	333
Marloie	0	3	2	2	0	2	9	0	17	76	4	0	1	28,00	486
Nismes	0	3	0	3	3	2	14	80	21	62	5	0	0	30,22	450
Ocquier	0	3	3	0	0	2	16	10	26	50	5	10	2	26,50	953
Rome	0	0	3	0	0	2	14	30	23	52	9	0	0	24,00	452
Sautour	0	0	2	3	3	2	13	40	22	58	6	0	1	28,00	846
Scy	0	0	3	0	0	2	11	20	20	72	8	80	2	22,80	626
Sosoye1	0	0	3	0	0	2	12	0	25	55	8	0	2	34,60	526
Sosoye2	0	3	1	0	0	0	11	15	24	60	10	0	0	16,67	248
Verdenne	0	3	0	0	0	2	10	0	19	67	5	0	0	29,00	437
Verlaine	0	3	3	0	3	2	16	80	22	50	8	0	1	9,50	233

Milieux d'accueil: distance au site potentiel de nidification ou de butinage le plus proche: 3 = immédiat; 2 = à moins de 100m; 1 = de 100 à 300m; 0 = à plus de 300m. Cultures entomophiles = colza ou fèves.

Eléments linéaires: position de la bande par rapport à un élément linéaire du paysage (route, haie, lisière): 2 = longeant; 1 = en contact; 0 = sans contact

Nuages: couverture nuageuse au moment de la collecte

Ombre: portion de la bande située à l'ombre des arbres au moment de la collecte

Densité des graminées: 2 = forte, fleurs entièrement cachées; 1 = moyenne, seules les fleurs hautes sont visibles; 0 = faible ou nulle, toutes les fleurs sont bien visibles

Tableau 20. Abondances des "fleurs" dans 180 m<sup>2</sup> (printemps 2007).

Stations	Bende	Berzée	Celles	Corenne	Dourbes1	Dourbes2	Dréhance	Emplinne	Enelle	Flostoy1	Flostoy2	Fontenelle	Foy-N-D	Hamoir	Havelange	Houmart	Humain	Jamille	Lavaux	Maffe	Marchin	Marenne	Marloie	Nismes	Ocquier	Rome	Sautour	Scy	Sosoye1	Sosoye2	Verdenne	Verlaine							
<i>Achillea millefolium</i>	1								1	1	1					1				1												1							
<i>Agrostema githago</i>																	5	1				5				1													
<i>Anthemis arvensis</i>																								1															
<i>Barbarea vulgaris</i>																																							
<i>Brassica napus</i>													1					1								1													
<i>Centaurea cyanus</i>	1				1		1	1	2			1	1	1		1	3	4				4	1	2	2	1	2			1	1	1	1	1					
<i>Centaurea thuilieri</i>	1	1					1		1	2		1	2	1						1		1					1			1	2	1	2	1	1				
<i>Chrysanthemum segetum</i>																	1					1																	
<i>Daucus carotta</i>	1								1							1										1								1	1	1			
<i>Geranium molle</i>																							1			1													
<i>Leucanthemum vulgare</i>	5	4			5	4		3	3	2	2	4			3	3						2	5	2		2		1	4	1	5								
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1			5		2		2	4		5	5							4		3	2	1	1	1	2	1	5	5	1								
<i>Malva moschata</i>	1								1	1					1	1					1	1		1	1	1					1	1							
<i>Medicago lupulina</i>	5				3	5	3		5	5			5					1		5		1		5	5			1	5	5	2								
<i>Medicago sativa</i>					1	2																1		1															
<i>Onobrichys viciifolia</i>																																							
<i>Papaver rhoeas</i>	1				1	2			2							3	3				1	3		3		1	3												
<i>Phacelia tanacetifolia</i>																						2																	
<i>Prunella vulgaris</i>																																							
<i>Ranunculus sp.</i>							1																																
<i>Rexeda lutea</i>																																							
<i>Senecio sp.</i>																																							
<i>Silene latifolia</i>								5		1	1	1	1				1			1	4	1	2	2				1	1	1	2								
<i>Symphytium officinale</i>																																							
<i>Taraxacum sp.</i>																						1																	
<i>Trifolium incarnatum</i>											2																												
<i>Trifolium pratense</i>		2			2	1	5	1	1			1							2	3		1	3	2		1	4	5		2									
<i>Trifolium repens</i>	2	1			3		3		1	1	5	2	3	4					2	4		5		1	4	1	3	5		1									
<i>Vicia hirsuta</i>																					1																		
<i>Vicia sativa</i>																																							
<b>SOMME</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>18</b>							
<b>Nombre d'espèces</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>11</b>							

Echelle: 1 = 1 à 25 fleurs; 2 = 26 à 200 fleurs; 3 = 201 à 1000 fleurs; 4 = 1001 à 5000 fleurs; 5 = plus de 5000 fleurs

Tableau 21. Nombre de spécimens d'abeilles sauvages collectés (printemps 2007).

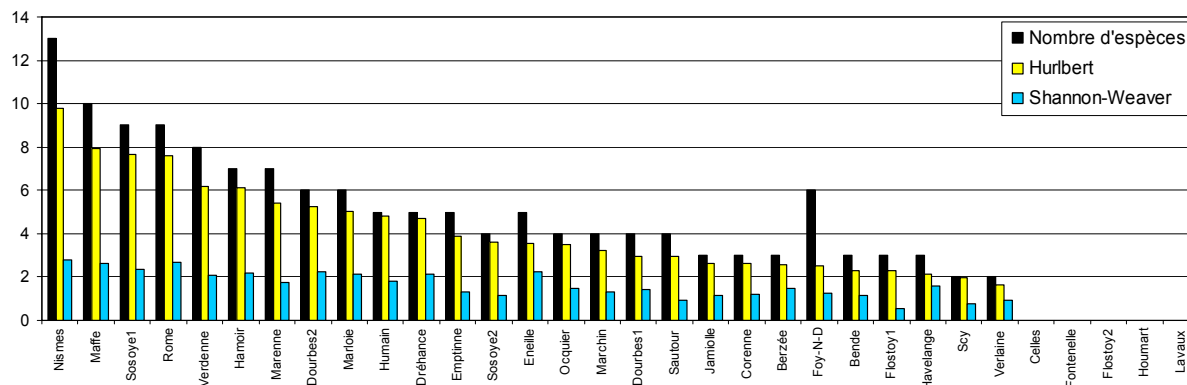
Stations	Bende	Berzée	Celles	Corenne	Dourbes1	Dourbes2	Dréhance	Emptinne	Enlille	Flostoy1	Flostoy2	Fontenelle	Foy-N-D	Hamoir	Havélangé	Houmart	Humain	Jamiolle	Lavaux	Maffé	Marchin	Marenne	Marloie	Nismes	Ocquier	Rome	Satour	Scy	Sosoye1	Sosoye2	Verdenne	Verlaine	TOTAL		
<i>Andrena (Micran.) sp.</i>														1						1													1		
<i>Andrena chrysoceles</i>													1											1										3	
<i>Andrena cineraria</i>					1																1													1	
<i>Andrena flavipes</i>																					1													1	
<i>Andrena gravida</i>													1																					1	
<i>Andrena haemorrhoa</i>													1											1										2	
<i>Andrena intermedia</i>																																		1	
<i>Andrena labialis</i>						1	4																	3	5									17	
<i>Andrena nigroaenea</i>																								1										1	
<i>Andrena nitidiuscula</i>																							1											1	
<i>Andrena ovata</i>	1								1												1				2									7	
<i>Andrena schenki</i>							2							2						2														4	
<i>Bombus bohemicus</i>																																		5	
<i>Bombus campestris</i>						1																												1	
<i>Bombus cryptarum</i>									1																									3	
<i>Bombus hortorum</i>						10		1													4	3						4	14					46	
<i>Bombus hypnorum</i>																																		1	
<i>Bombus lapidarius</i>	5			9	1		7	3	1	19			38	16		1				20	1	2	7	7				7	38	21		223			
<i>Bombus lucorum</i>		1						1					10						4	2	4	2	22	1	1								13		
<i>Bombus norvegicus</i>					1																													3	
<i>Bombus pascuorum</i>		2				5	3	1						4	1					1		1	1	2	2	12	2		13	22	4		76		
<i>Bombus pratorum</i>																																		4	
<i>Bombus rudertarius</i>									1														1	1										4	
<i>Bombus terrestris</i>	3		4	6	5	2	17	2	1				11	15	1					8	10	17	2	17	1	9	14		2	8	9	2	192		
<i>Colletes sp.</i>													1																					1	
<i>Eucera longicornis</i>				1		4																												6	
<i>Halictus tinnitorum</i>																				1														1	
<i>Hylaeus cornutus</i>																																		1	
<i>Lasiglossum lativentre</i>																																		4	
<i>Lasiglossus paxillus</i>																																		1	
<i>Megachile versicolor</i>																								1											1
<i>Nomada facilis</i>																																		1	
<i>Osmia fulviventris</i>																																		1	
<i>Osmia leatana</i>	1																																	1	
<i>Osmia rufa</i>																																		2	
<i>Sphecodes ephippius</i>																							1											1	
N =	7	6	0	14	9	26	18	23	6	21	0	0	53	49	3	0	22	21	0	43	16	45	20	39	20	32	17	17	54	51	48	3	683		

### 3.4.2.2. Caractérisation des bandes fleuries

#### Estimateurs de diversité (figure 17)

L'échantillonnage de printemps des 32 bandes fleuries apporte un total de 36 espèces d'abeilles (tableau 4). 13 espèces sont observées dans la station la plus riche (Nismes). Aucun spécimen n'est observé dans 5 stations malgré la présence de fleurs (les bandes non fleuries ne sont pas considérées ici) et des conditions climatiques favorables.

Figure 17. Estimateurs de diversité des abeilles sauvages sur bandes fleuries (printemps 2007, classement par ordre décroissant de l'espérance de Hurlbert).

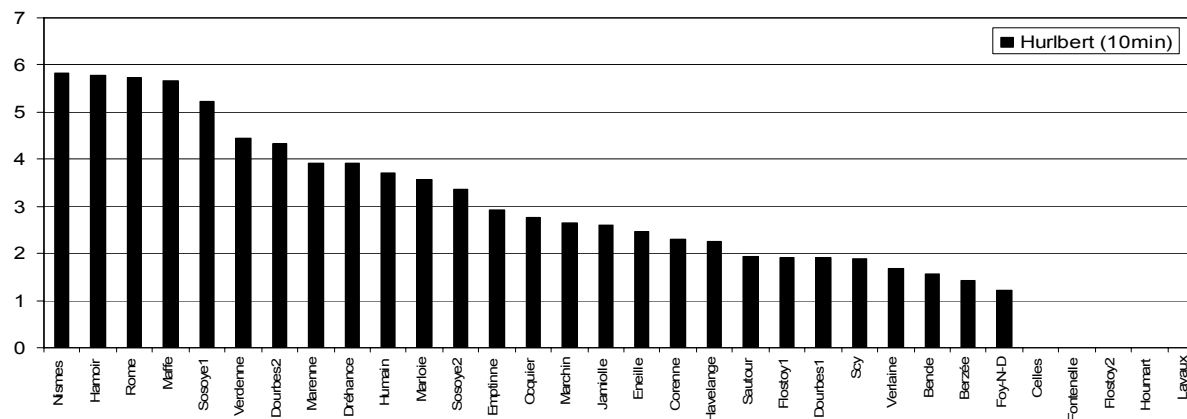


Hurlbert: nombre d'espèces espérées dans un tirage aléatoire de S spécimens, avec S = nombre de spécimens collectés (N, maximum 50, tableau 4) ; Shanon-Weaver: indice de diversité spécifique, unité: bit.

La grande similitude entre le nombre d'espèces observées (richesse spécifique) et le nombre d'espèces espérées (espérance de Hurlbert) s'explique en partie par le faible nombre de spécimens collectés (médiane des 32 stations = 17,5 spécimens), et en partie par la grande abondance relative des spécimens de chacune des espèces. Un grand écart entre le nombre d'espèces observées et espérées s'observe uniquement sur la bande de Foy-Notre-Dame. Cela est principalement dû au fait que *Bombus lapidarius* représente à lui seul 72% de l'effectif total de la bande.

La figure 18 illustre l'espérance de Hurlbert calculée sur un tirage aléatoire (S) égal au nombre de spécimens collectés en 10 minutes (cf. figure 22). Le classement des stations reste sensiblement identique à celui obtenu précédemment (figure 17).

Figure 18. Espérance de Hurlbert avec comme tirage aléatoire le nombre de spécimens collectés en 10 minutes sur les bandes fleuries (printemps 2007).





## Originalité

### Nombre d'espèces à protection légale ou réglementaire

Parmi l'ensemble des espèces observées, deux figurent dans la liste des espèces protégées en Wallonie (annexe IIB du décret du 6 décembre 2001): *Eucera longicornis* (L. 1758) (figure 19) et *Andrena labialis*. Toutes les deux sont des abeilles solitaires inféodées aux légumineuses. L'eucère semble être le pollinisateur exclusif de l'orchidée *Ophrys fusciflora* (F.W. Schmidt) Moench, une espèce protégée et caractéristique des pelouses calcaires. Elle est observée sur trois stations où les trèfles ou le lotier sont très abondants: Corenne, Dourbes2 et Sossoye1. L'andrène est observée sur un plus grand nombre encore de stations.



Figure 19. *Eucera longicornis* mâle, sur *Vicia* (Photo Y. Barbier).

### Nombre d'espèces menacées ou en régression

Douze espèces de bourdons sont observées parmi les 30 espèces recensées en Belgique pour ce genre (tableau 3). Parmi ces 12 espèces, quatre figurent sur la liste des 20 espèces en régression établie par Rasmont *et al.* (1993): *Bombus campestris*, *B. hortorum*, *B. lapidarius* et *B. ruderarius*. *Bombus hortorum* est une espèce à langue très longue qui apprécie surtout les légumineuses à longue corolle. Elle est observée en abondance sur les bandes riches en trèfle des prés (plus de 200 fleurs par 180m<sup>2</sup>).

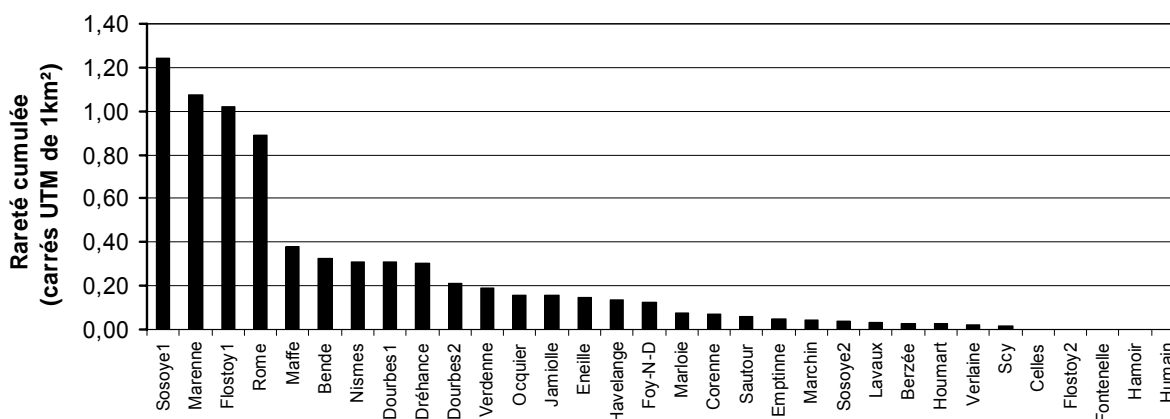
A l'inverse, 5 espèces de bourdons sur les 6 considérées en expansion ou en statu quo en Belgique par Rasmont *et al.* (1993) sont observées: *Bombus bohemicus*, *B. norvegicus*, *B. hypnorum*, *B. pascourum* et *B. pratorum*.

Parmi toutes les autres espèces d'abeilles sauvages observées, et toujours selon Rasmont et Mersch (1988), trois espèces sont en forte régression: *Andrena ovatula*, *Andrena schencki* et *Lasioglossum lativentre*.

### Rareté cumulée

La figure 20 illustre l'indice de rareté cumulée de chaque station, par ordre décroissant, sur base du nombre de carrés UTM de 1km<sup>2</sup> dans lesquels les espèces sont observées à l'intérieur du territoire de référence (figure 15).

Figure 20. Rareté cumulée des stations (printemps 2007).



Avant tout, il est à noter la présence exceptionnelle d'un mâle de *Nomada facilis* sur la bande de Flostoy1 (figure 21). Cet unique spécimen constitue la première observation de l'espèce en Belgique (Terzo, 2007). Il s'agit d'une abeille solitaire cleptoparasite (abeille coucou). Son hôte probable est *Andrena humilis*, une espèce d'abeille à langue courte largement répandue en Belgique et qui ne butine que sur les composées.

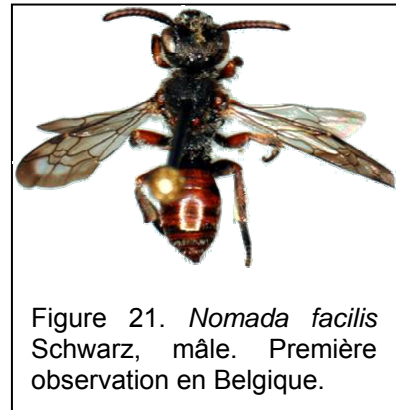


Figure 21. *Nomada facilis* Schwarz, mâle. Première observation en Belgique.

Citons également *Andrena nitidiuscula*, une espèce connue en Belgique par un seul spécimen capturé avant 1950 (Leclercq, 1972). Une unique femelle de cette espèce est observée sur la station de Marenne. *Andrena intermedia*, dont une femelle est observée sur la station de Sosoye 1, est également une espèce rare en Belgique et absente du territoire de référence.

La seule présence de ces trois espèces suffit à expliquer la valeur supérieure à 1 des indices de rareté cumulée des stations où elles sont observées: Sosoye1, Marenne et Flostoy1.

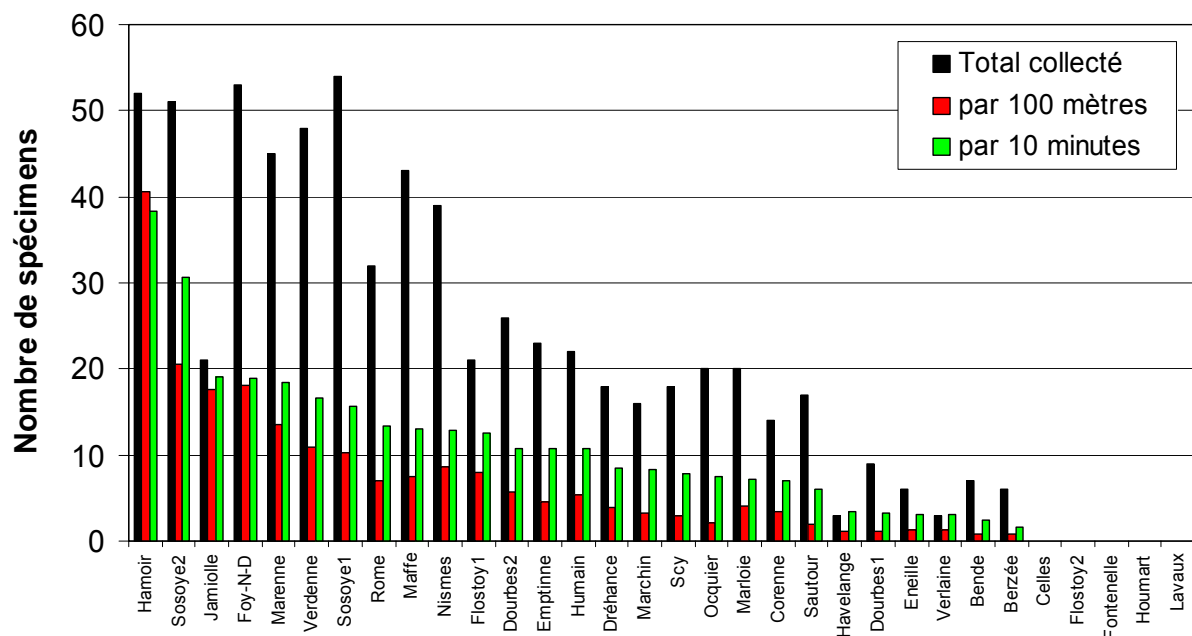
La station de Rome doit sa grande originalité à la présence de deux espèces rares dans le territoire de référence: *Bombus norvegicus* et *Hylaeus cornutus*.

A l'échelle de la Belgique, *Bombus cryptarum* et *Bombus ruderarius* sont des espèces relativement rares parmi les bourdons. La première est observée sur trois stations: Eneille, Nismes et Verdenne. La seconde est observée sur 4 stations: Eneille, Marenne, Marloie et Sautour.

### Abondance

L'effort de récolte (nombre total de spécimens collectés, tableau 21), les nombres de spécimens collectés sur une distance de 100m et pendant un laps de temps de 10 minutes sont illustrés à la figure 22. La distance totale parcourue et la durée de la collecte sont données dans les deux dernières colonnes du tableau 19.

Figure 22. Abondance des abeilles sauvages sur bandes fleuries au printemps 2007 (classement par ordre décroissant du nombre de spécimens collectés par 10 minutes)



On constate en tout premier lieu que le quota fixé de 50 spécimens par bande fleurie n'est atteint que dans 4 stations sur les 32 stations étudiées. Deux autres stations s'approchent fortement de ce quota. Dans 23 stations, le nombre de spécimens observés n'atteint pas la moitié du quota.

Aucun spécimen n'est observé dans 5 stations. La bande de Celles est fleurie de renoncules et de luzerne lupuline mais ces fleurs sont entièrement camouflées par une très dense et très haute végétation de graminées. La bande de Flostoy2 présente une densité florale très faible. Aucune espèce ne dépasse 200 fleurs au 180m<sup>2</sup>. Les graminées y recouvrent les fleurs basses et la bande est à moitié à l'ombre d'une rangée d'arbres. La bande de Fontenelle présente une densité importante de trèfle rampant mais ce dernier est entièrement dissimulé par la chicorée, non encore fleurie. La bande de Houmart est très peu fleurie en dehors de la grande margueritte. La bande de Lavaux est très peu fleurie en dehors de quelques trèfles dissimulés par les hautes herbes.

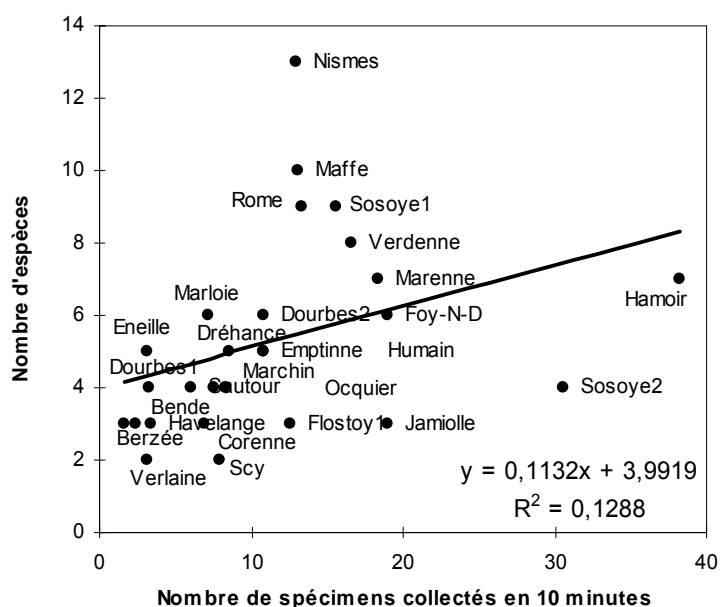
### Richesse vs Abondance

Selon le modèle théorique d'une courbe de richesse, le nombre d'espèces espérées s'accroît régulièrement avec l'effort de récolte. Cette courbe tend ensuite vers un plateau qui correspond au seuil maximum théorique d'espèces observées. Selon notre étude préliminaire menée en été 2006, la collecte de 100 spécimens permet la capture de 70 à 80% des espèces présentes. A fortiori, une collecte de 50 spécimens seulement nous permet de stipuler que la relation entre le nombre d'espèces collectées et l'effort de récolte est théoriquement encore linéaire.

Si on compare la richesse spécifique (nombre d'espèces) avec le nombre des spécimens collectés en 10 minutes (figure 23), on constate que quelques stations s'écartent de cette relation linéaire théorique. Ainsi, comparativement à l'ensemble des stations, celles de Nismes, Rome, Maffe et Sosoye1 présentent un nombre d'espèces plus grand que ce que le nombre de spécimens collectés laisse supposer. A l'opposé, une station comme Sosoye2 est plus pauvre en espèces que ce que le grand nombre de spécimens collectés laisse supposer.

Le coefficient de corrélation entre la richesse spécifique et la quantité de spécimens collectés en 10 minutes est faible ( $R = 0,36$ ). Cela signifie que la seule abondance de spécimens collectés ne suffit pas à expliquer la richesse spécifique observée.

Figure 23. Nombre d'espèces en fonction de l'abondance des spécimens collectés pendant un laps de temps de 10 minutes. Droite de tendance et coefficient de détermination ( $R^2$ ).



### 3.4.2.3. Analyses écologiques

#### Corrélation de Pearson (tableau 22)

Tableau 22. Corrélation de Pearson.

Facteurs <sup>1</sup>	Abondance (spécimens/10 min)			Espérance de Hurlbert		
	Taux de corrélation	P-value	Significativité	Taux de corrélation	P-value	Significativité
Elément linéaire	48,55 %	0,0049	**	5,46 %	0,7668	NS
Largeur de la bande	9,95 %	0,5878	NS	7,56 %	0,6808	NS
Heure de collecte	2,76 %	0,8806	NS	5,38 %	0,7698	NS
Couverture nuageuse	14,26 %	0,4361	NS	14,10 %	0,4414	NS
Température	18,40 %	0,3133	NS	5,57 %	0,7622	NS
Humidité relative	7,01 %	0,7032	NS	3,39 %	0,8113	NS
Vitesse du vent	5,98 %	0,7450	NS	4,05 %	0,8258	NS
Ombfrage	20,01 %	0,2723	NS	28,94 %	0,1081	NS
Densité graminées	18,75 %	0,3041	NS	22,97 %	0,2060	NS
Milieux d'accueil	24,81 %	0,1710	NS	2,34 %	0,8988	NS
Nombre de plantes	4,88 %	0,7906	NS	47,07 %	0,0065	**

NS : non significatif ; \*\*\* : p-value<0,001 ; \*\* : 0,001<p-value<0,01 ; \* : 0,01<p-value<0,05

<sup>1</sup> : voir légende du tableau 2

Il existe une corrélation hautement significative (\*\*) entre l'abondance observée des abeilles sauvages et la disposition de la bande par rapport aux éléments linéaires du paysage (haie, bord de route, lisière forestière). Il existe également une corrélation hautement significative (\*\*) entre l'espérance de Hurlbert (nombre d'espèces d'abeilles sauvages espérées) et le nombre d'espèces de plantes en fleurs présentes sur la bande.

A l'inverse, il n'y a pas de corrélation significative entre, d'une part, l'abondance ou l'espérance de Hurlbert et, d'autre part, les autres facteurs mesurés. Ainsi, ni le vent, ni la température, ni l'humidité relative, ni l'ombfrage, ni la couverture nuageuse, ni l'heure de collecte n'ont influencé de manière significative les résultats observés.

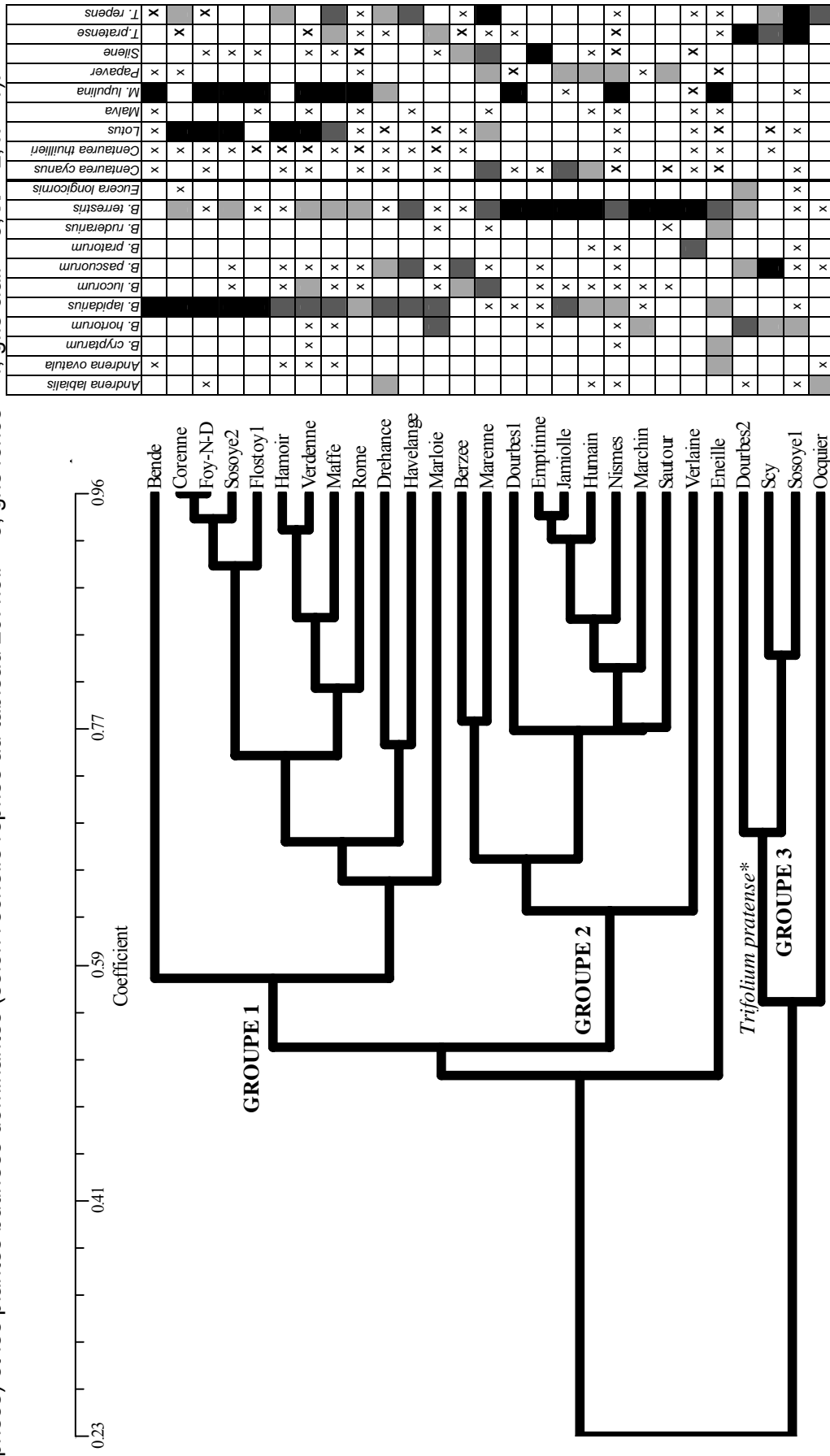
La largeur de la bande ne semble pas avoir affecté ni l'abondance ni la diversité des abeilles. Il faut toutefois rappeler que toutes les bandes font au moins 6 mètres de largeur.

#### Groupement des stations

La figure 24 fournit une représentation graphique de la corrélation qui existe entre les stations sur base des espèces d'abeilles observées. Trois groupes principaux de stations apparaissent clairement. Le premier groupe va de la station Bende à Marloie. Il est dominé par *Bombus lapidarius* et se caractérise par une forte densité de lotier corniculé ou de luzerne lupuline.

Ces deux plantes sont toutesfois absentes ou peu abondantes sur les stations de Havelange et de Marloie. Elles y sont remplacées par les trèfles.

Figure 24. Groupement des stations sur base des espèces d'abeilles sauvages (matrice de corrélation sur base de la matrice stations/espèces standardisée entre stations (-moyenne/écart type) et transformée (log+1), lien UPGMA). La tableau représente l'abondance relative des espèces dominantes (noir: >60%, gris foncé: >30%; gris clair: >15%; X: >0%; seules les espèces dont l'abondance est au moins une fois > 15% sont reprises) et les plantes butinées dominantes (selon l'échelle reprise au tableau 20: noir = 5; gris foncé = 4; gris clair = 3; X = 2; x = 1).



\* Plante caractéristique du groupement selon la méthode Indval (significatif)

Le deuxième groupe va de Berzée à Verlaine. Il est dominé par *Bombus terrestris*. Ces stations ne sont pas caractérisées par une ou deux espèces de plantes en particulier mais plutôt par l'absence des légumineuses (lotier, trèfles). Sur ces stations, *B. terrestris* se satisfait des quelques plantes annuelles qui se sont ressemées (bleuet et coquelicot) ou, comme à Emptinne et à Marchin, pratique le "vol de nectar" sur le compagnon blanc (*Silene*). Le vol de nectar consiste à perforer la base de la corolle avec les mandibules pour accéder directement au nectar sans passer par les voies légitimes de la fleur et donc sans la polliniser (figure 25).



Figure 25. Vol de nectar partiqué par une ouvrière de *Bombus terrestris* sur une fleur de compagnon blanc.

Le troisième groupe de stations comporte Dourbes2, Scy et Sosoye1. Il est dominé par *Bombus hortorum* ou *B. pascuorum*. Il se caractérise par l'abondance des trèfles, en particulier le trèfle des près, et l'absence des autres légumineuses. Pour l'ensemble des groupes, seul ce groupe est caractérisé de manière significative par une plante (ici le trèfle des près) selon la méthode Indval. Le fait qu'aucun autre groupe n'est caractérisé de manière significative par une plante en particulier est principalement dû à la relative similarité des semis entre les stations. Il existe encore trop peu de fournisseurs de semences pour bandes fleuries et tous proposent grosso-modo les mêmes mélanges. Aucun de ces mélanges ne propose de plantes qui sortent un peu de l'ordinaire comme la vipérine, la vulnéraire, la bourrache, l'origan, ...

### 3.4.3. Résultats de la campagne d'été

#### 3.4.3.1. Description des bandes fleuries et conditions des collectes

Sur les 35 bandes préalablement sélectionnées, six bandes sont manquantes:

- les bandes de Dailly et de Barvaux ont été définitivement supprimées après notre première visite au printemps 2007 : la première n'a pas été semée ou a été détruite, la seconde était envahie sur plus de 80% de sa surface par le chardon crépu (*Carduus crispus*) ;
- la bande de Sorinnes: cette bande présente une végétation pure de chicorées (*Cichorium intybus*) dont toutes les fleurs sont fanées;
- la bande de Marchin : cette bande n'est plus en fleurs hormis quelques très rares coquelicots ;
- les bandes de Rome et de Scy ont été fauchées avant notre passage (16 et 18 juillet 2007).

La bande de Dourbes est dédoublée en raison des deux types de semis (MAE9C et MAE3a) qu'elle présente. Le nombre total de bandes étudiées pour la campagne d'été 2007 s'élève donc à 30. Leurs caractéristiques sont résumées au tableau 23. L'abondance des fleurs pour chaque espèce est fournie au tableau 24. Les abeilles sauvages collectées dans chaque station sont données au tableau 25.

En été 2007, chaque bande a fait l'objet d'une seule visite entre le 16 et le 25 juillet 2007.

La température a varié de 19 à 29°C (médiane = 24°C), le vent de 0 à 26 km/h (médiane = 5km/h), l'humidité relative de 44 à 68% (médiane = 53%) et la couverture nuageuse de 5 à 85% (médiane = 40%).

Tableau 23. Caractérisation des bandes fleuries (été 2007).

Stations	Milieux d'accueil					Eléments linéaires	Heure de la collecte	Nuages (%)	Température (°C)	Humidité relative (%)	Vent (km/h)	Ombre (%)	Densité des graminées	Durée de la collecte (min.)	Longueur de la collecte (m)
	Cultures entomophiles	Prairies, jachères	Bosquets	Haies	Talus										
Bende	0	3	1	0	0	2	15	30	27	47	15	0	3	27,42	531
Berzée	0	0	0	3	3	2	10	50	24	65	0	0	3	27,30	306
Celles	0	0	2	0	3	2	17	80	26	59	3	0	3	13,00	292
Corenne	0	0	0	0	2	0	12	70	22	56	10	0	3	30,25	440
Dourbes1	3	0	3	0	0	2	10	5	22	52	0	5	3	20,65	443
Dourbes2	3	0	3	0	0	2	11	5	22	52	0	5	3	22,77	425
Dréhanche	0	0	3	0	3	2	15	80	26	54	5	0	3	17,13	243
Emptinne	3	0	1	3	0	2	16	25	25	44	0	0	3	18,08	277
Eneille	0	3	0	1	0	2	16	20	28	46	3	0	3	19,08	443
Flostoy1	0	0	2	3	0	2	15	25	27	47	3	0	3	19,45	197
Flostoy2	0	0	3	0	0	2	15	20	24	54	0	10	3	18,60	464
Fontenelle	0	0	0	0	3	2	11	30	29	52	7	0	3	28,25	713
Foy-N-D	0	0	0	0	0	0	16	60	28	50	3	0	3	27,18	257
Hamoir	3	0	2	3	0	0	17	30	24	49	1	0	3	27,35	354
Havelange	0	0	3	0	0	2	13	50	21	58	10	0	2	30,58	623
Houmart	0	0	2	0	3	2	16	40	24	49	2	0	2	14,58	390
Humain	3	0	2	0	0	2	12	40	20	63	15	0	3	14,53	449
Jamiolle	3	0	0	0	2	1	13	60	25	50	8	0	1	21,25	493
Lavaux	0	3	3	0	0	2	10	15	19	66	26	0	3	12,00	408
Maffe	0	3	0	3	0	2	17	25	25	44	5	5	3	18,10	190
Marenne	3	0	0	0	0	0	15	20	26	44	5	0	3	20,50	246
Marloie	0	0	0	0	0	2	13	30	23	54	10	0	3	24,87	264
Nismes	0	3	2	2	0	2	10	10	20	57	10	0	3	30,72	463
Ocquier	0	3	0	3	3	2	15	50	24	48	5	0	3	10,00	200
Sautour	0	3	3	0	0	2	14	50	27	55	3	0	3	13,49	348
Sosoye1	0	0	3	0	0	2	14	55	25	49	2	0	2	26,70	311
Sosoye2	0	0	2	3	3	2	13	60	23	55	10	0	3	12,45	435
Tellin	0	0	3	0	0	2	11	40	19	65	4	15	3	33,75	758
Verdenne	0	0	3	0	0	2	14	40	23	54	10	0	3	27,51	335
Verlaine	0	3	1	0	0	0	10	50	20	68	2	0	3	31,73	550

Milieux d'accueil: distance au site potentiel de nidification ou de butinage le plus proche: 3 = immédiat; 2 = à moins de 100m; 1 = de 100 à 300m; 0 = à plus de 300m. Cultures entomophiles = colza ou fèves.

Eléments linéaires: position de la bande par rapport à un élément linéaire du paysage (route, haie, lisière): 2 = longeant; 1 = en contact; 0 = sans contact

Nuages: couverture nuageuse au moment de la collecte

Ombre: portion de la bande située à l'ombre des arbres au moment de la collecte

Densité des graminées: 2 = forte, fleurs entièrement cachées; 1 = moyenne, seules les fleurs hautes sont visibles; 0 = faible ou nulle, toutes les fleurs sont bien visibles

Tableau 24. Abondances des "fleurs" dans 180 m<sup>2</sup> (été 2007).

Stations	Bende	Berzée	Celles	Corenne	Dourbes1	Dourbes2	Dréhançe	Emplinne	Enelle	Flostoy1	Flostoy2	Fontelle	Foy-N-D	Hamoir	Havelange	Houmart	Humain	Jamiole	Lavaux	Mafte	Marenne	Marloie	Nismes	Ocquier	Satour	Sosoye1	Sosoye2	Tellin	Verdenne	Verlaine	
<i>Achillea millefolium</i>	4			3	2	2	1	4	2	3	4		2	3	3	2					3	2	4			2	4		2	4	
<i>Carduus crispus</i>	2				2				1					1									2							2	
<i>Centaurea cyanus</i>	2			1	2	1	1	1	2		1		1	1	1		3		1	1	3	2	1		1				1		
<i>Centaurea thuilieri</i>	2	4		2	2		2	1	1	2			2		2	1		1		3	3	3	1		1		1		4	2	
<i>Chrysanthemum segetum</i>								1					1				1														
<i>Cichorium intybus</i>												5								1	1				1	2					
<i>Cirsium arvense</i>														1								1									2
<i>Cirsium vulgare</i>	2			1	2			2		1				2	1	1					1	1					1	1	2		
<i>Convolvulus arvensis</i>						1																	1								
<i>Daucus carota</i>	3		2	2	2		2	4	2	2	3	1	3	4	1	2		1		2	3	4	4	2	3	1			3	2	
<i>Dipsacus fullonum</i>				1													1						1								
<i>Epilobium sp.</i>																		1													
<i>Geranium molle</i>																						1	2								
<i>Hypericum perforatum</i>								1																							4
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	1		2				1	1			1			1		1	3				1		2	2				1		
<i>Linaria vulgaris</i>																															2
<i>Lotus corniculatus</i>	3	5	3	3	4		5	1	5	5			5	5	2					5	4	5	5		3	1		3	3		
<i>Malva moschata</i>	3	3	3	2	2		3	2	2	3	4		2	2	3	2	1	2		2	1	2	2			2		4	2		
<i>Matricaria sp.</i>																3				1					1						
<i>Medicago lupulina</i>	2		2		5					3	5		1	5						5		2			2					5	
<i>Medicago sativa</i>				4		4													3		2	2			3		1				
<i>Melilotus officinalis</i>	1			2														1													
<i>Onobrichys viciifolia</i>																										1					
<i>Papaver rhoeas</i>		1		1	1				1					1		2					1										
<i>Prunella vulgaris</i>										1																					2
<i>Ranunculus sp.</i>			2																1												
<i>Reseda lutea</i>																						1									
<i>Senecio sp.</i>				1																											
<i>Silene latifolia</i>	2	2	1	1			2	5	1	3	2		1	2	3					1	1				1	2		1	5		
<i>Trifolium pratense</i>		3		2		4			2	2		2						3			3	2	2		4	2	3	2	2		
<i>Trifolium repens</i>		3				2	1			2		3	2		3		2	2	3	5		2	2		2						
<i>Vicia cracca</i>																															2
<b>SOMME</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>43</b>	
<b>Nombre d'espèces</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	

Echelle: 1 = 1 à 25 fleurs; 2 = 26 à 200 fleurs; 3 = 201 à 1000 fleurs; 4 = 1001 à 5000 fleurs; 5 = plus de 5000 fleurs



Tableau 25. Nombre de spécimens d'abeilles sauvages collectés (été 2007).

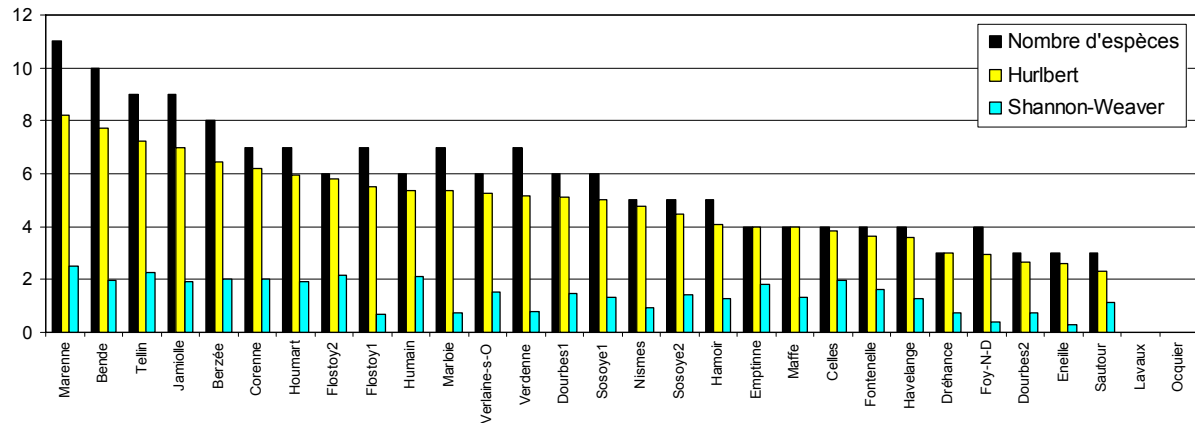
Stations	Bende	Berzée	Celles	Corenne	Dourbes1	Dourbes2	Dréhance	Emptinne	Ennelle	Flostoy1	Flostoy2	Fontenelle	Foy-N-D	Hamoir	Havelange	Houmar	Humain	Jamolle	Lavaux	Mafte	Marenne	Marloie	Nismes	Ocquier	Sautour	Sosoye1	Sosoye2	Tellin	Verdenne	Verlaine	TOTAL
<i>Andrena flavipes</i>				3			1								1										1	1	4				11
<i>Anthidium strigatum</i>													1					1													2
<i>Bombus bohemicus</i>				1							2					3															6
<i>Bombus campestris</i>																2															2
<i>Bombus cryptarum</i>										2			1																		5
<i>Bombus hortorum</i>						11																									22
<i>Bombus hypnorum</i>																										2		4	1	1	1
<i>Bombus lapidarius</i>	59	55	4	36	33	100	14	84	109	4	3	1	140	88	69	21	11	25		85	7	125	95		5	45	29	101	51	1406	
<i>Bombus lucorum</i>	3	11	4	5	2		7		2	10	5	1	1			4	1		5			3	2			1	3	1	6	77	
<i>Bombus norvegicus</i>																1															1
<i>Bombus pascuorum</i>	17	37		11	7	56	2	9		4	3	1	20	36	1	2	4		1	16	1	5			77	2	18	2	8	339	
<i>Bombus pratorum</i>	2										3			1			1										2			9	
<i>Bombus ruderarius</i>				1														2		1	1						1			6	
<i>Bombus rufipes</i>	1		2													2														5	
<i>Bombus soroeensis</i>	1																2				1									6	
<i>Bombus terrestris</i>	43	20	3	17	3	1	12	26	3	2	15	15	8	15	8	4	12	3	34	2	5	7		1	2	6	2	9	7	285	
<i>Bombus sylvorum</i>																					2							1			3
<i>Bombus sylvestris</i>									1																						1
<i>Bombus vestalis</i>	1	2		1																	1										5
<i>Halictus sp.</i>																		1			1							1			7
<i>Lasioglossum sp.</i>	3	2		1					1							1	1	1										1			11
<i>Megachile willughbiella</i>																										3					3
<i>Osmia leatana</i>	1	1																													2
<b>N =</b>	<b>131</b>	<b>128</b>	<b>13</b>	<b>74</b>	<b>47</b>	<b>68</b>	<b>114</b>	<b>56</b>	<b>88</b>	<b>121</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	<b>150</b>	<b>125</b>	<b>114</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>125</b>	<b>35</b>	<b>137</b>	<b>113</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>130</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>116</b>	<b>74</b>	<b>2215</b>

### 3.4.3.2. Caractérisation des bandes fleuries

#### Estimateurs de diversité (figure 26).

L'échantillonnage d'été des 30 bandes fleuries apporte un minimum de 23 espèces d'abeilles (tableau 25) contre 36 lors de la campagne de printemps, soit moins des deux tiers de la richesse spécifique. 11 espèces sont observées dans la station la plus riche (Marenne). Aucun spécimen n'est observé dans 2 stations malgré la présence de fleurs (les bandes non fleuries ne sont pas considérées ici) et des conditions climatiques favorables.

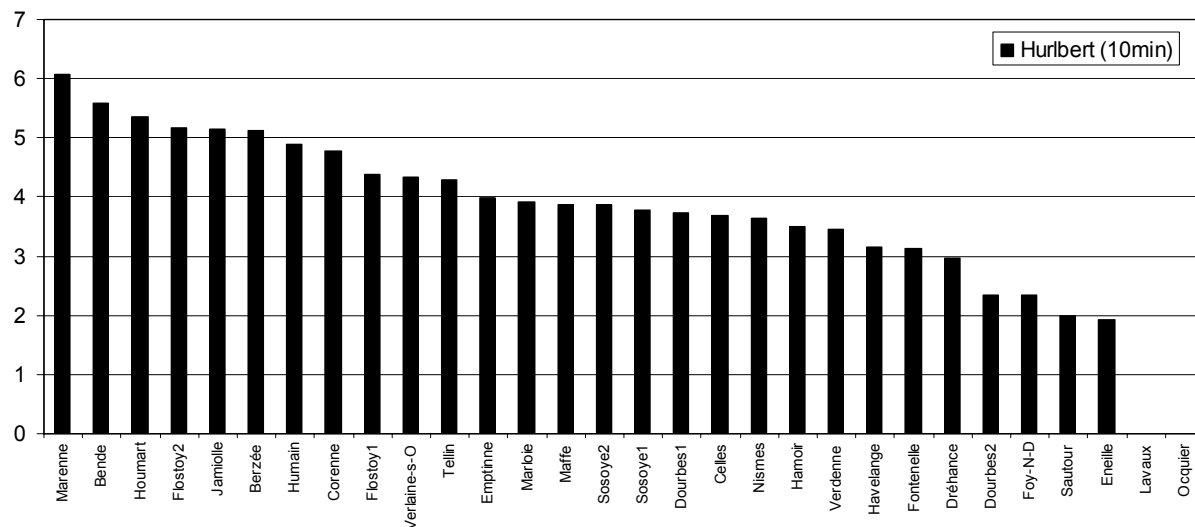
Figure 26. Estimateurs de diversité des abeilles sauvages sur bandes fleuries (été 2007, classement par ordre décroissant de l'espérance de Hurlbert).



Hurlbert: nombre d'espèces espérées dans un tirage aléatoire de S spécimens, avec  $S =$  nombre de spécimens collectés (N, maximum 50, tableau 6); Shannon-Weaver: indice de diversité spécifique, unité: bit.

La figure 27 illustre l'espérance de Hurlbert calculée sur un tirage aléatoire (S) égal au nombre de spécimens collectés en 10 minutes (cf. figure 30). Le classement des stations reste sensiblement identique à celui obtenu précédemment (figure 26).

Figure 27. Espérance de Hurlbert avec comme tirage aléatoire le nombre de spécimens collectés en 10 minutes sur les bandes fleuries (été 2007).



## Originalité

### *Nombre d'espèces à protection légale ou réglementaire*

Parmi l'ensemble des espèces observées, une seule figure dans la liste des espèces protégées en Wallonie (annexe IIb du décret du 6 décembre 2001): *Bombus sylvarum* (figure 28). C'est une espèce dont les choix floraux sont peu spécialisés (légumineuses, labiées, scrofulariacées) mais qui est en forte régression et assez facile à identifier sur le terrain, ce qui a motivé son statut d'espèce protégée.



Figure 28. *Bombus sylvarum* sur *Rhinanthus*. (Photo P. Rasmont)

### *Nombre d'espèces menacées ou en régression*

Dix-sept espèces de bourdons sont observées parmi les 30 espèces recensées en Belgique pour ce genre, soit 5 de mieux qu'au printemps. Parmi ces 17 espèces, onze figurent sur la liste des 20 espèces en régression établie par Rasmont *et al.* (1993): *Bombus campestris*, *B. cryptarum*, *B. hortorum*, *B. lapidarius*, *B. lucorum*, *B. ruderarius*, *B. rupestris*, *B. soroeensis*, *B. sylvarum*, *B. vestalis*. *Bombus terrestris* devrait être ajouté à cette liste mais n'est vraisemblablement pas en régression chez nous. *Bombus hortorum* est une espèce à langue très longue qui apprécie tout particulièrement le trèfle des prés. Elle est observée en abondance sur les bandes où il fleurit en abondance (plus de 200 fleurs par 180m<sup>2</sup>) comme Dourbes2, Marenne, Sossoye1 et Tellin. *Bombus campestris*, *B. rupestris* et *B. vestalis* sont des espèces inquilines obligatoires, qui parasitent le nid d'autres bourdons pour assurer leur reproduction. Leurs hôtes sont, respectivement, *B. pascuorum*, *B. lapidarius* et *B. terrestris*, trois espèces parmi les plus abondantes observées.

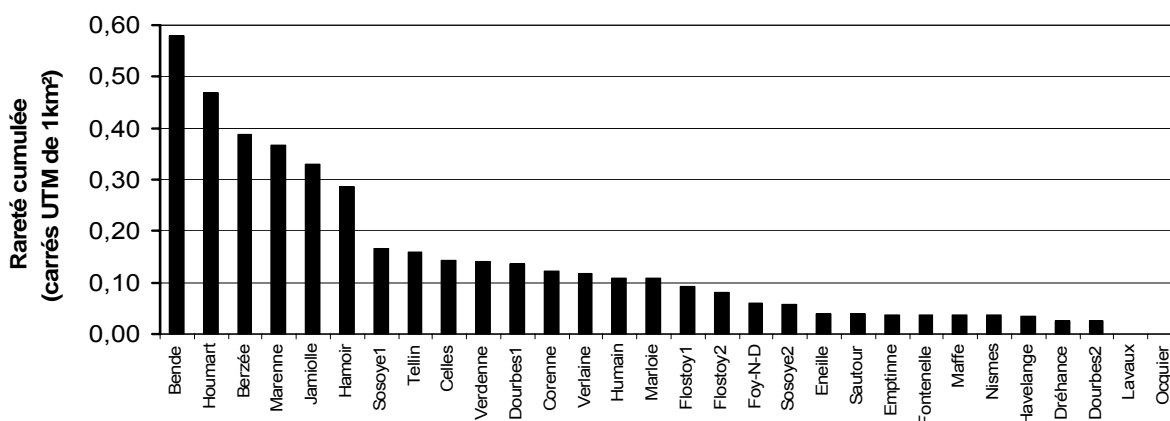
A l'inverse, les 6 espèces considérées en expansion ou en statut quo en Belgique par Rasmont *et al.* (1993) sont toutes observées: *Bombus bohemicus*, *B. hypnorum*, *B. norvegicus*, *B. pascuorum*, *B. pratorum* et *B. sylvestris*.

Seules six espèces d'abeilles solitaires sont observées en été contre 24 au printemps. Parmi ces quelques rares autres espèces d'abeilles sauvages observées, et toujours selon Rasmont *et al.* (1993), aucune n'est considérée en régression.

### *Rareté cumulée*

La figure 29 illustre l'indice de rareté cumulée de chaque station, par ordre décroissant, sur base du nombre de carrés UTM de 1km<sup>2</sup> dans lesquels les espèces sont observées à l'intérieur du territoire de référence (figure 2).

Figure 29. Rareté cumulée des stations (été 2007).

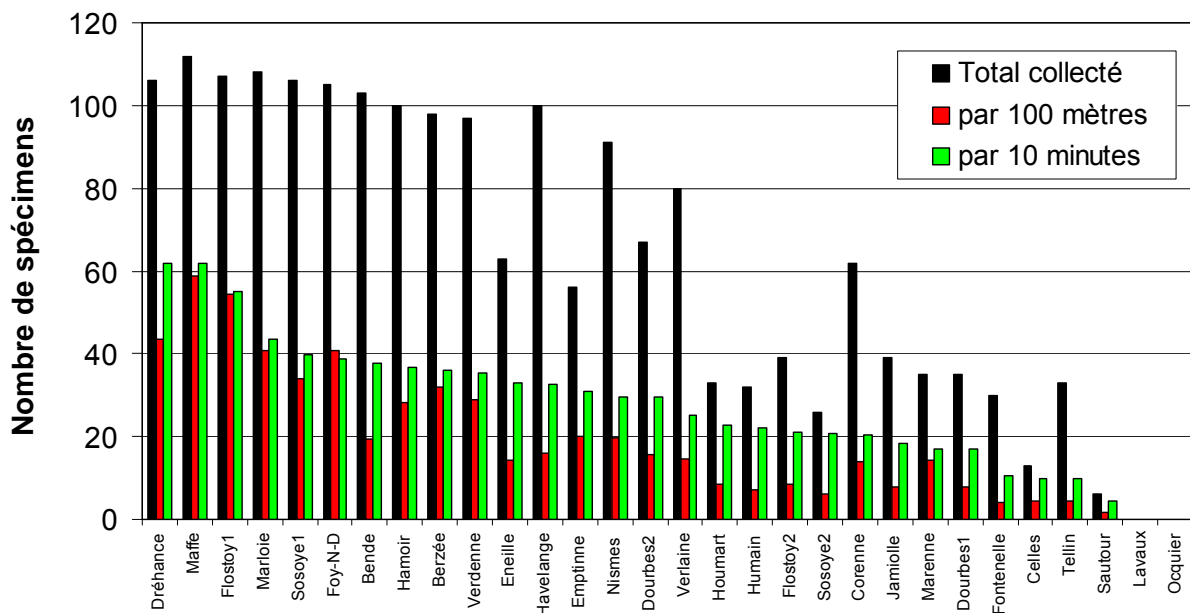


Les stations de Bende et Berzée doivent leur grande rareté cumulée à la présence d'une osmie rare dans le territoire de référence: *Osmia leaiana*. La station de Houmart présente de nombreuses espèces de bourdons inquilins naturellement plus rares que leurs hôtes. La station de Marenne présente plusieurs espèces peu communes de bourdons: *B. ruderarius*, *B. soroensis* et *B. sylvarum*. Les stations de Jamiolle et de Hamoir doivent leur grande rareté cumulé à la présence d'une abeille solitaire assez rare: *Anthidiellum strigatum*. Toutes les autres stations ne comportent que des espèces banales dominées par les trois espèces de bourdons les plus communes: *B. pascuorum*, *B. terrestris* et *B. lapidarius*.

### Abondance

L'effort de récolte (nombre total de spécimens collectés, tableau 25), les nombres de spécimens collectés sur une distance de 100 mètres et pendant un laps de temps de 10 minutes sont illustrés à la figure 30. La distance totale parcourue et la durée de la collecte sont données dans les deux dernières colonnes du tableau 23.

Figure 30. Abondance des abeilles sauvages sur bandes fleuries (été 2007, classement par ordre décroissant du nombre de spécimens collectés par 10 minutes).



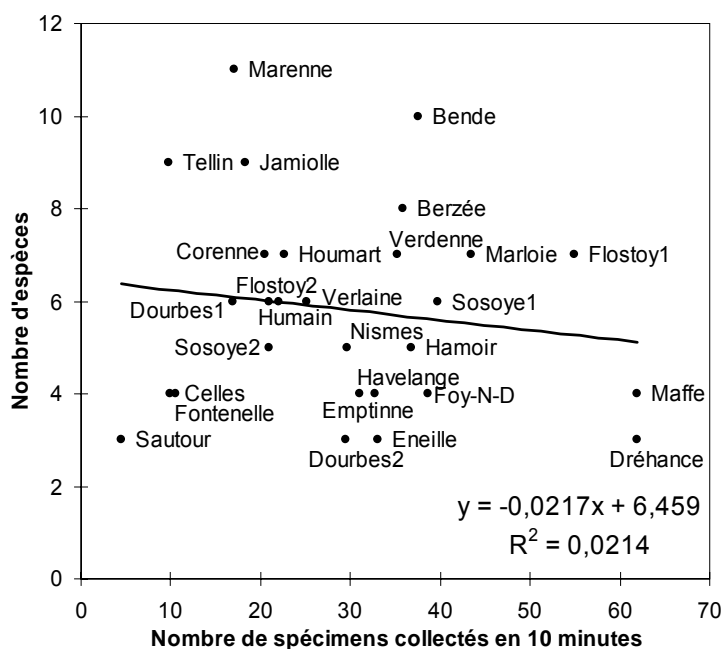
On constate en tout premier lieu que le quota fixé de 100 spécimens par bande fleurie n'est atteint que dans 8 stations sur les 32 stations étudiées. Trois autres stations s'approchent fortement de ce quota. Dans 13 stations, le nombre de spécimens observés n'atteint pas la moitié du quota. Aucun spécimen n'est observé dans 2 stations: Lavaux et Ocquier. A Ocquier, il n'y a que quelques carottes et margerites, deux plantes non visitées par les bourdons et sur lesquelles nous n'avons observé aucune autre abeille sauvage. A Lavaux, il s'agit d'un semis de type tounière (quelques trèfles et luzerne) mais dont la densité de fleur est assez faible. Cette bande longe une jachère semée de luzerne et qui attire peut-être d'avantage les pollinisateurs que la bande aménagée.

### Richesse vs Abondance

Si on compare le nombre d'espèces observées avec le nombre des spécimens collectés en 10 minutes (figure 31), on constate que, contrairement aux résultats de la campagne de printemps, la corrélation entre ces deux valeurs est très faible et négative ( $R = -0,15$ ). L'abondance n'explique pas la richesse observée. Par exemple, Marenne, Tellin et Jamiolle sont des stations très riches en espèces mais avec des densités de spécimens très faibles. A

l'opposé, Maffe et Dréhançe présentent une forte densité d'abeilles mais une très faible richesse spécifique. La plupart des stations se situent entre ces deux extrêmes.

Figure 31. Nombre d'espèces observées en fonction de l'abondance des spécimens collectés pendant un laps de temps de 10 minutes. Droite de tendance et coefficient de détermination ( $R^2$ ).



### 3.4.3.3. Analyses écologiques

#### Corrélation de Pearson (tableau 26)

Tableau 26. Corrélation de Pearson.

Facteurs <sup>1</sup>	Abondance (spécimens/10 min)			Espérance de Hurlbert		
	Taux de corrélation	P-value	Significativité	Taux de corrélation	P-value	Significativité
Elément linéaire	1,69 %	0,9295	NS	3,47 %	0,8555	NS
Largeur de la bande	18,69 %	0,3227	NS	6,39 %	0,7370	NS
Heure de collecte	33,78 %	0,0679	NS	6,94 %	0,7157	NS
Couverture nuageuse	1,56 %	0,9350	NS	0,33 %	0,9862	NS
Température	25,34 %	0,1767	NS	3,28 %	0,8633	NS
Humidité relative	34,10 %	0,0652	NS	2,54 %	0,8940	NS
Vitesse du vent	19,59 %	0,2995	NS	13,03 %	0,4923	NS
Ombrage	12,24 %	0,5192	NS	21,27 %	0,2591	NS
Densité graminées	2,38 %	0,9005	NS	21,62 %	0,2511	NS
Milieux d'accueil	1,11 %	0,9536	NS	17,52 %	0,3545	NS
Nombre de plantes	39,42 %	0,0311	*	32,45 %	0,0802	NS

NS : non significatif ; \*\*\* :  $p\text{-value} < 0,001$  ; \*\* :  $0,001 < p\text{-value} < 0,01$  ; \* :  $0,01 < p\text{-value} < 0,05$

<sup>1</sup> : voir légende du tableau 6

La seule corrélation significative (\*) s'observe entre l'abondance des abeilles sauvages et le nombre d'espèces de plantes à fleurs. Une corrélation, bien que non significative, est également plus forte entre l'espérance de Hurlbert (nombre d'espèces d'abeilles sauvages espérées) et ce nombre d'espèces de plantes en fleurs présentes sur la bande.

En ce qui concerne l'abondance, bien que non significatif, les taux de corrélation les plus élevés, après celui avec le nombre de plante, sont ceux avec l'humidité relative et l'heure de collecte.

Comme au printemps, en ce qui concerne l'espérance de Hurlbert, bien que le taux de corrélation est non significatif, il semble qu'un bande trop à l'ombre ou qui présente une trop grande densité de graminées (suffisante pour cacher la plupart des fleurs) soit défavorable à la diversité des abeilles.

### Groupement des stations

La figure 32 fournit une représentation graphique de la corrélation qui existe entre les stations sur base des espèces d'abeilles observées. Comme pour la campagne de printemps, les trois mêmes groupes principaux de stations apparaissent clairement. Le premier groupe va de la station Bende à Houmart. Il est dominé par *Bombus lapidarius* et se caractérise par une forte densité de lotier corniculé ou de luzerne lupuline. Seules Havelange et Sautour ne présentent pas ces deux plantes. *Bombus lapidarius* y est alors principalement représenté par des mâles, lesquels apprécient fortement les centaurées.

Le deuxième groupe de stations va de Celles à Flostoy2. Il est dominé par *Bombus terrestris* et *Bombus lucorum* et se caractérise d'avantage par l'absence du lotier que par la présence d'une plante en particulier.

Le troisième groupe va de Dourbes2 à Sosoye1. Il est surtout dominé par *Bombus pascuorum* mais ce dernier est toujours accompagné par *B. hortorum*. Il se caractérise par l'abondance du trèfle des prés.

#### 3.4.4. Discussion

Cette campagne d'observation des abeilles sauvages sur bandes aménagées de type MAE9c nous permet de faire quelques premières constatations.

En tout premier lieu, on constate l'ampleur de la régression de la faune pollinisatrice en Wallonie comme annoncée par Rasmont *et al.* (1993). Malgré l'énorme effort de récolte, seules 45 espèces d'abeilles sauvages sont observées alors que la Wallonie en comporte 347, soit à peine 13%. La faune d'été est particulièrement pauvre, avec seulement 23 espèces observées contre 36 au printemps. Ce sont surtout les abeilles solitaires (toutes les espèces en dehors du genre *Bombus*) qui sont les moins présentes sur les sites: 6 espèces seulement en été contre 24 au printemps. Cette régression de la diversité s'accompagne d'une banalisation de la faune. Dans la majorité des stations étudiées, une seule espèce domine et constitue à elle seule plus de 60% des effectifs observés (figures 24 et 32). Il s'agit soit de *Bombus lapidarius*, soit de *B. terrestris*, soit de *B. pascuorum*, les trois espèces de bourdons les plus communes de Belgique. La région Condroz-Famenne est pourtant l'une des plus riches de Belgique puisque les 30 espèces de bourdons y sont recensées (dont seulement 17 espèces sont retrouvées ici).

Toutefois, des espèces de grand intérêt sont également observées: trois espèces protégées, quatorze espèces en régression et une espèce nouvelle pour le Belgique (Terzo, 2007). Parmi les espèces protégées figure en très petit nombre *Bombus sylvarum*. En Angleterre, cette espèce est considérée comme emblématique (Williams *et al.*, 2007). Elle fait partie des espèces ciblées par l'aménagement du territoire en matière de conservation et de restauration des milieux de vie sauvage (Hampshire Biodiversity Partnership, 2001).

Comme cela est déjà mis en évidence dans d'autres pays d'Europe (par exemple: Bächman & Tiainen, 2001 en Finlande; Carvell, 2002 en Angleterre; Aalto *et al.*, 2004 au Danemark; Holzshuh, 2006 en Allemagne), la diversité ou l'abondance des abeilles sur les stations étudiées sont corrélées à celles des plantes (tableaux 22 et 26). Au printemps par exemple, la station de Nismes montre la plus grande diversité d'abeilles (figure 17) et les plus grandes richesses et densités de plantes en fleurs (tableau 20). C'est principalement dû au fait que les abeilles ont des choix floraux plus ou moins marqués. Les guildes d'abeilles (langue courte et langue longue) ne visitent pas les mêmes genres ou familles de plantes (figures 4 et 5). Au sein d'une même guildes d'abeilles, voire d'un même genre, les espèces elles-mêmes ont des choix floraux parfois fortement différents. Ainsi par exemple, nous observons que le lotier attire principalement *Bombus lapidarius* alors que *B. hortorum* et *Eucera longicornis* visitent presque exclusivement le trèfle des prés (tableau 6, figures 24 et 32).



Les choix floraux varient également au sein d'une même espèce selon le sexe. La préférence des mâles de bourdons envers les chardons et les centaurées, mise en évidence au chapitre 2.2 (figures 7), a pu être observée sur le terrain lors de la campagne d'été 2007. Les femelles quant à elles préfèrent d'avantage les légumineuses.

Certaines plantes apparaissent donc comme indispensables au maintien de la diversité et de l'abondance des abeilles. **Le lotier** (*Lotus corniculatus*) apporte à la fois les plus grandes abondances d'abeilles, surtout *Bombus lapidarius*, et des espèces rares comme *Bombus ruderarius* et *Anthidiellum strigatum*. Beaucoup d'autres espèces de bourdons et d'abeilles solitaires visitent cette plante. Elle a également l'avantage de fleurir longtemps, de mai à fin août. Elle s'adapte facilement aux différentes hauteurs de végétation. Elle reste trapue sur les bandes à végétation basse. Si les herbes hautes dominent, elle s'y appuie pour fleurir à près d'un mètre du sol. Elle reste ainsi visible et attractive pour les abeilles.

La luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) attire également *Bombus lapidarius* en abondance ainsi qu'un certain nombre d'abeilles à langue courte (*Andrena cineraria* par exemple). Par contre, elle est beaucoup moins attractive pour les autres bourdons et abeilles à langue longue. Ses avantages majeurs sont sa floraison très abondante, son faible coût, et sa grande capacité à couvrir rapidement le sol. Elle limite ainsi le recru d'espèces indésirables, comme les rumex, qui peuvent conduire le producteur à faucher la bande avant date pour en limiter le développement.

Le **trèfle des prés** (*Trifolium pratense*) n'attire pas ou peu les espèces banales comme *Bombus lapidarius* ou *B. terrestris*. Ces derniers sont des espèces dont la langue est relativement courte par rapport aux autres bourdons. Par contre, il est indispensables aux bourdons les plus rares et les plus menacés, ceux qui présentent les langues les plus longues: *B. hortorum*, *B. ruderatus*, *B. sylvarum*, *B. humilis*, *B. veteranus*. Parmi les abeilles solitaires, il attire également des espèces rares et protégées comme *Eucera longicornis* et *Andrena labialis*. Il fleurit dès la première année et sur une très longue période (de mai à septembre). Il ne se laisse pas étouffer par les graminées. Il supporte facilement plusieurs fauches qui lui permettent même de refleurir jusqu'en automne. Sa présence est conseillée par de nombreux travaux sur les bandes aménagées (par exemple: Carvell, 2002; Dramstad & Fry, 1995; Fussell & Corbet, 1992).

La **centaurée des prés** (*Centaurea thuilieri*) attire en abondance les mâles de toutes les espèces de bourdons, particulièrement ceux des espèces inquilines: *Bombus bohemicus*, *B. campestris*, *B. norvegicus*, *B. rupestris*, *B. sylvestris* et *B. vestalis*. Elle attire également les femelles, surtout pour le genre *Megachile*. Sa floraison ne débute qu'à la fin du printemps mais s'étend jusqu'à la fin de l'été. Comme c'est une plante qui atteint 1 mètre de haut, elle reste bien visible et attractive envers les abeilles lorsque les graminées sont hautes. La **cardère** (*Dipsacus fullonum*) remplit cette même fonction que jouent les centaurées sur les bandes et que jouent les chardons dans les milieux sauvages.

La mauve musquée (*Malva moschata*) n'est visitée que par les espèces banales de bourdons mais offre une touche de couleur rose pâle sur la bande ce qui peut constituer une couleur d'appel envers les abeilles. Comme la phacélie (*Phacelia tanacetifolia*) et le trèfle rampant (*Trifolium repens*), elle est appréciée par l'Abeille domestique (Free & Williams, 1980; Westphal *et al.*, 2003) et permet donc de détourner cette dernière des autres plantes au profit des abeilles sauvages.

La plupart des autres plantes semées sur les bandes étudiées se sont révélées décevantes. Les plantes à corolles courtes notamment (*Achillea*, *Daucus*, *Leucanthemum*), principalement visitées par les abeilles à langue courtes sont très peu visitées. En dehors des nombreux



diptères, seuls quelques rares spécimens d'abeilles parmi les genres *Halictus*, *Lasioglossum*, *Spechodes*, *Colletes*, *Hylaeus* sont observés. Bien que ces plantes doivent être maintenues dans les semis, on ne peut que conseiller d'y ajouter d'autres fleurs à corolles courtes comme les *Campanula*, *Knautia* et *Tanacetum* (cf. figure 5).

La chicorée (*Cichorium intybus*) est encore plus décevante. Sur certaines stations où elle a été semée en abondance (Fontenelle, Sorinnes), elle étouffe toutes les autres plantes et forme un mur végétal impénétrable. Sa floraison est uniquement estivale. Elle ne semble attirer que les espèces banales de bourdons. Semée en très faible densité, elle apporte toutefois un peu de hauteur et de couleur.

Le compagnon blanc (*Silene latifolia alba*) est également une plante décevante. A Emptine, où il représente la seule plante à corolle longue, il n'est visité que par *Bombus terrestris* qui perfore la base de la corolle pour accéder au nectar sans polliniser la plante (figure 25).

Outre l'abondance et de la diversité des plantes, l'emplacement de la bande par rapport aux éléments linéaires du paysage est le seul autre facteur corrélé de manière significative à l'abondance des abeilles (tableau 22). Mais les résultats de la campagne 2007 sont contradictoires avec ceux de 2006 et avec les travaux de Bhattacharya *et al.* (2003). Ces derniers montrent que les bourdons préfèrent longer les bords de routes et les haies plutôt que de les croiser, ce qui explique leur plus grande abondance sur les bandes placées en bord de route. A l'inverse, les stations de printemps 2007 où les abeilles sont les plus abondantes sont celles situées en plein champs, éloignées des bords de routes, haies ou lisières: Hamoir, Sosoye2, Foy-Notre-Dame (figure 22, tableau 19).

Une forte densité de graminées étouffe les plantes à fleurs recherchées par les abeilles ou les dissimulent. Des tests menés par T. Goret (UCL) montrent que, pour un même mélange, les bandes semées en automne donnent naissance à un fort couvert de graminées alors que les bandes semées au printemps apportent des densités florales beaucoup plus grandes. Un semis de printemps est donc conseillé pour favoriser les abeilles sauvages.

### 3.4.5. Conclusions

La faune des abeilles sauvages observées lors de cette étude est très pauvre mais les bandes fleuries apportent leur lot d'espèces rares ou originales tout en soutenant les populations des espèces communes. Pour qu'une bande fleurie attire une plus grande abondance, diversité et originalité d'abeilles sauvages, en particulier envers les espèces emblématiques et menacées, il est primordial d'y semer une abondance de plusieurs espèces de légumineuses (au minimum le lotier et le trèfle des prés) ainsi qu'une centaurée pérenne. A ces trois plantes peuvent s'ajouter de nombreuses autres espèces car plus leur nombre est grand et plus la diversité des abeilles est grande. La bande doit être semée de préférence au printemps et installée le long de la voirie ou d'un talus, dans un endroit bénéficiant d'une longue exposition au soleil.

#### 4. Valorisation et vulgarisation

Les données issues de la littérature, des données de la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons et des études de terrain sont ici valorisées et vulgarisées par la réalisation de trois documents principaux:

- **un document technique** destiné à compléter le *Vade mecum* pour les avis techniques des MAE 9 mis en place par le GIREA. Ce document est rédigé à l'attention des conseillers en agroenvironnement et des Services Extérieurs de la direction de l'Espace Rural. Il est destiné à fournir les **recommandations** nécessaires au travail de l'encadreur soucieux de participer au maintien de la faune sauvage des pollinisateurs (abeilles, bourdons et autres insectes floricoles) (Annexe IV);
- **des fiches écologiques « pollinisateurs et faune floricole »**. Ces fiches ont pour objectifs de présenter les différentes catégories de pollinisateurs de manière simple et synthétique. Elles sont destinées pour partie aux conseillers en agroenvironnement et pour partie aux producteurs (Annexe V);
- **un numéro des « Livrets de l'agriculture »**. Document de vulgarisation par excellence, la série des "Livrets de l'agriculture" constitue le principal élément de diffusion des résultats envers le monde agricole. Il constitue également un outil de sensibilisation du grand public envers la problématique du déclin des pollinisateurs et des remèdes envisageables. Il témoigne enfin du souci du Gouvernement wallon d'œuvrer en faveur des pollinisateurs et de la biodiversité comme il s'y est engagé envers les instances européennes et internationales.

Les résultats des travaux menés lors de cette convention doivent également éclairer à la mise en place et à la gestion des bandes messicoles et bandes fleuries réalisées par le Laboratoire d'Ecologie et Unité de Phytotechnie tempérée (Prof. G. Mahy, Mlle M. Legast).

Outre la diffusion des documents cités ci-dessus, la formation des conseillers en agroenvironnement passe également par des journées de formations.

Enfin, une diffusion des résultats est prévue au sein du monde scientifique via la participation à des congrès et la publication d'articles.

#### **4.1. Recommandations relatives aux MAE 9 "fleuries" (Annexe IV)**

Un document technique de 23 pages a été réalisé afin de compléter le *Vade mecum* pour les avis techniques des MAE 9 mis en place par le GIREA. Ce document est rédigé à l'attention des conseillers en agroenvironnement et des Services Extérieurs de la direction de l'Espace Rural. Il est destiné à fournir les **recommandations** nécessaires au travail de l'encadreur soucieux de participer au maintien de la faune sauvage des pollinisateurs (abeilles, bourdons et autres insectes floricoles). Il a été réalisé en concertation avec le GIREA-UCL et la société Ecosem (P. Colomb), productrice de semences de fleurs sauvages d'origine indigène.

Ce document est fourni à l'Annexe IV.

#### **4.2. Fiches écologiques (Annexe V)**

Une première discussion s'est tenue le 23 juin 2006 à Namur sur le contenu des fiches écologiques. Une réunion de travail s'est tenue le 27 juin 2006 à Gembloux en présence de Thierry Walot et d'Alain Le Roi (GIREA), de Mari Legast (FSAGx, fiches sur les plantes messicoles) et de Mathieu Halford (ECOP, fiches sur les papillons). Un modèle de fiche a été mis au point. Sur base de ce modèle, une première fiche martyr dédiée aux bourdons a été présentée et distribuée aux conseillers présents lors de la journée d'information des conseillers sur les bandes messicoles, bandes fleuries et entomofaune. Cette journée s'est tenue à Gembloux le 4 juillet 2006. Il a été demandé lors de cette journée que le modèle ou le type d'informations présenté soit critiqués ou commentés.

La réalisation des fiches s'est poursuivie sur base du modèle adopté lors de la réunion du 27 juin 2006. 10 fiches sont réalisées sur ce modèle: les bourdons; les anthophores; les mégachiles; les osmies; les anthidies; les abeilles à langue courte; les guêpes sociales, frelon et polistes; les guêpes parasites; les guêpes symphytes; les syrphes.

Ces fiches sont fournies à l'Annexe V.

#### **4.3. Livrets de l'agriculture**

Une première ébauche du livret de l'agriculture dédié aux abeilles sauvages, bourdons et autres floricoles a été soumise début septembre 2006.

Une seconde version a été soumise début novembre 2006. Cette version a fait l'objet d'une réunion de travail avec Thierry Walot et Alain Le Roi dans les locaux du GIREA (Louvain-la-Neuve) le 24 novembre 2006.

Une troisième version a été soumise le 8 décembre. Elle a fait l'objet d'une réunion à Namur en janvier 2007 à laquelle ont participé A. Le Roi, C. Mulders, S. Rouxhet, M. Thirion et T. Walot.

Après quelques dernières corrections, une version finale a été remise à Mme Anne-Françoise Piérard le 23 mars 2007. Une réunion de travail s'est tenue à Namur le 27 mai 2007.

Le numéro 14 des Livrets de l'agriculture est sorti de presse et présenté pour la première fois au public lors de la Foire de Libramont le 28 juillet 2007.

Un poster de grand format (din A0) sur le livret a été réalisé et présenté en trois occasions:

- Journée du Livre Blanc, Gembloux, 23-24 juin 2007;
- Journée d'Information sur les MAE9 organisée par Thibaut Goret, Cérroux-Mousty, 28 juin 2007;
- Foire de Libramont: 27-30 juillet 2007.

#### 4.4. Mise en place des essais de bandes messicoles et bandes fleuries

Une collaboration étroite a été entretenue avec Mlles Marie Etienne puis Marie Legast du Laboratoire d'Ecologie et Unité de Phytotechnie tempérée (Prof. G. Mahy) chargées de la mise en place et de la gestion des bandes messicoles.

Cette collaboration a principalement concerné le choix des semis pour bandes fleuries et les modalités de fauches et d'entretien des bandes.

En ce qui concerne les bandes fleuries, le Laboratoire d'Ecologie et Unité de Phytotechnie tempérée a mis en place trois semis différents:

##### Mélange 1

Graminées : *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*.

Annuelles : *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Glebionis segetum*

Vivaces : *Achillea millefolium*, *Centaurea thuyllieri*, *Daucus carota*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Malva moschata*, *Trifolium pratense*, *Silene latifolia*, *Medicago lupulina*.

##### Mélange 2

Graminées : *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*

Annuelles : *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Glebionis segetum*

Vivaces : *Achillea millefolium*, *Centaurea thuyllieri*, *Daucus carota*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Malva moschata*, *Trifolium pratense*, *Silene latifolia*, *Medicago lupulina*, *Cichorium intybus*, *Hypericum perforatum*, *Echium vulgare*.

##### Mélange 3

Graminées : *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*

Annuelles : *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Glebionis segetum*

Vivaces : *Achillea millefolium*, *Centaurea thuyllieri*, *Daucus carota*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Malva moschata*, *Trifolium pratense*, *Silene latifolia*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Prunella vulgaris*, *Geranium pyreneicum*.

Il est à noter la présence, dans tous les mélanges, des trois principales fleurs les plus attractives pour les pollinisateurs menacés: le trèfle des prés (*Trifolium pratense*), le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) et la centaurée des prés (*Centaurea thuyllieri*).

En ce qui concerne l'entretien des bandes, différentes fréquences, période et surface de fauche seront testées. La méthode que nous préconisons est expliquée dans les "Recommandations relatives aux MAE 9 fleuries" (Annexe IV).

#### 4.5. Formations des conseillers (Annexe VI)

Un premier exposé a été présenté le 4 juillet 2006 à Gembloux (FSAGx) lors de la journée d'information sur les bandes messicoles, les bandes fleuries et l'entomofaune. Le contenu de cette intervention est fourni à l'Annexe VII.

Un second exposé a été présenté le 27 avril 2007 à Gembloux (GSAGx) lors de la réunion des conseillers MAE. Le contenu de cette intervention est fourni à l'Annexe VII.

Des interventions ponctuelles ont été faites lors de visites de bandes aménagées ou de réunions avec les conseillers en MAE aux dates et lieux suivants: Eghezee le 27 octobre 2006; Modave le 16 novembre 2006; Bon-Secours le 22 février 2007; Ceroux-Mousty le 28 juin 2007; Louvain-la-Neuve le 10 juillet 2007.

#### 4.6. Congrès et publications scientifiques (Annexe VII)

##### Congrès:

- Colloque annuel de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux - Section française (UIEIS-SF), **Avignon**, 24-26 avril 2006; 2 communications orales:  
 - Terzo & Rasmont "Préférences florales des bourdons ou comment utiliser les mesures agri-environnementales pour favoriser les insectes pollinisateurs menacés"  
 - Rasmont & Terzo "Le concept d'espèce chez les bourdons (Hymenoptera, Apidae)".
- 25<sup>th</sup> congress of the International Union for the study of Social Insects, July 1 – Augustus 4 2006, **Washington D.C.** (USA); communication affichée: Terzo, Iserbyt, Michez & Rasmont, "Floral preferences of the bumblebees (Hymenoptera, Apoidea, *Bombus* Latreille) or how the agri-environmental measures can be used to sustain the threatened species of pollinator".

##### Publications

- Benachour K., Louadi K & Terzo M., 2007** Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera: Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) en région de Constantine (Algérie). *Annales de la Société Entomologique de France*, 43(2): 213-219.
- Gadom, S., M. Terzo & P. Rasmont, 2007.** Jachères apicoles et jachères fleuries : la biodiversité au menu de quelles abeilles ? *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 54.
- Guillitte, O & P. Rasmont, 2006.** Les causes du déclin de la biodiversité en Wallonie ; quels remèdes ? *In: Biodiversité. Etat, enjeux et perspectives*. Chaire Tractebel-Environnement 2004. Ed. De Boeck, Bruxelles.
- Rasmont, P., 2006.** La régression massive des espèces d'abeilles sauvages et de bourdons d'Europe : un effet de la perturbation mondiale du cycle de l'azote. *Compte rendu du colloque à St-Léons-du-Lévêzou le 6 X 2006*.
- Rasmont, P. & M. Terzo, 2006.** Le concept d'espèce chez les bourdons (Hymenoptera, Apidae). p. 43 *in*: Colloque annuel de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux - Section française (UIEIS-SF) Avignon, 24-26 avril 2006, 93 pp.
- Rasmont, P., A. Pauly, M. Terzo, S. Patiny, D. Michez, S. Iserbyt, Y. Barbier & E. Haubruge, 2005.** *The survey of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Belgium and France*. FAO, Roma, 18p.
- Terzo, M., S. Iserbyt, D. Michez & P. Rasmont, 2006.** Floral preferences of the bumblebees (Hymenoptera, Apoidea, *Bombus* Latreille) or how the agri-environmental measures can be used to sustain the threatened species of pollinator, p. 187, *in* Scientific proceeding of IUSSI congress XV, July 1 – Augustus 4, Washington D.C. (USA), 298 pp.
- Terzo, M., S. Iserbyt & P. Rasmont, 2006.** Préférences florales des bourdons ou comment utiliser les mesures agri-environnementales pour favoriser les insectes pollinisateurs menacés. p. 53 *in*: Colloque annuel de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux - Section française (UIEIS-SF) Avignon, 24-26 avril 2006, 93 pp.
- Terzo M., S. Iserbyt & P. Rasmont, sous-presse.** Révision des Xylocopinae de France et de Belgique (Hymenoptera : Apidae). *Annales de la Société entomologique de France*, 43(3): 20 pp.
- Terzo M., 2007.** Première observation en Belgique de *Nomada facilis* Schwarz 1967 (Hymenoptera: Apidae). *Notes Fauniques de Gembloux*, 60(3): 3 pp.
- Williams, P., M. Araujo & P. Rasmont, 2007.** Can vulnerability among British bumblebee (*Bombus*) species be explained by niche position and breadth? *Biological conservation*, 138: 493-505.

#### 4.7. Autres (Annexe VIII)

Sensibilisation du grand public aux MAE 9 et aux abeilles sauvages:

- Journée des mathématiques et des sciences (UMH), Mons, 18-19 mars 2006: posters "Le cycle des bourdons", "Pheromones et olfaction", "Les pheromones sexuelles des bourdons" par M. Terzo; exposition d'une ruche de bourdons.
- CARI, Louvain-la-Neuve, 10 décembre 2006: conférence "Les abeilles sauvages de Belgique" par M. Terzo
- CARI, Louvain-la-Neuve, 21 janvier 2007: conférence "Abeilles sauvages et environnement" par M. Terzo
- CARI, région namuroise, 13 mai 2007: visites guidées des réserves naturelles de Lovegnée-Bosquet à Ben-Ahin et de Scaligneaux à Seilles sur le thème "Découvertes des abeilles sauvages en milieux naturels" par M. Terzo.
- Journée du Livre Blanc, Gembloux, 23-24 juin 2007, 2 posters présentés:
  - "Les livrets de l'agriculture n° 14: "Abeilles, bourdons et autres pollinisateurs" M. Terzo
  - "Le mondes des abeilles sauvages" M. Terzo
- Foire Agricole, Libramont, 27-30 juillet 2007: présentation du 14<sup>ème</sup> numéro des Livrets de l'agriculture.

- Potts, S.G. & P.G. Willmer, 1997. Abiotic and biotic factors influencing nest-site selection by *Halictus rubicundus*, a ground nesting halictine bee. *Ecological Entomology*, 23: 319-328.
- Potts, S.G., B. Vulliamy, A. Dafni, G. Ne'Eman & P.G. Willmer, 2003. Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84: 2628-2642.
- Potts, S.G., B. Vulliamy, S. Roberts, C. O'Toole, A. Dafni, G. Ne'Eman & P. Willmer, 2005. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30: 78-85.
- Pywell, R.F., 2002. The buzz of biodiversity down on the farm. *Planet Earth*, p. 15.
- Pywell, R.F., E.A. Warman, C. Carvell, T.H. Sparks, L.V. Dicks, D. Bennett, A. Wright, C.N.R. Critchley & A. Sherwood, 2005. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation*, 121: 479-494.
- Rasmont, P., 1988. *Monographie écologique et zoogéographie des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux, 309 + 62 pp.
- Rasmont, P., sous-pressé. La régression massive des espèces d'abeilles sauvages et de bourdons d'Europe : un effet de la perturbation mondiale du cycle de l'azote. *Compte rendu colloque St-Léons-du-Lévêzou 6 X 2006*.
- Rasmont P., Y. Barbier & A. Pauly, 1990. Faunistique comparée des Hyménoptères Apoïdes de deux terrils du Hainaut occidental. *Notes Fauniques de Gembloux*, 21: 39-58.
- Rasmont, P., J. Leclercq, A. Jacob-Remacle, A. Pauly & C. Gaspar, 1993. The faunistic drift of Apoidea in Belgium : 65-87. In : Bruneau, E. (Eds), *Bees for pollination*. Commission of the European Communities, Brussels : 237 p.
- Rasmont, P., P.A. Ebmer, J. Banaszak & G. van der Zanden, 1995. Hymenoptera Apoidea Gallica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin de la Société entomologique de France* 100 (hors série) : 1-98.
- Rasmont, P., A. Pauly, M. Terzo, S. Patiny, D. Michez, S. Iserbyt, Y. Barbier & E. Haubruge, 2005. *The survey of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Belgium and France*. FAO, Roma, 18 p.
- Robertson, A.W., D. Kelly, J.J. Ladley & A.D. Sparrow, 1999. Effects of pollinator loss on endemic New Zealand mistletoes (Loranthaceae). *Conservation Biology*, 13(3): 499-508.
- Rohlf F. J., 1963. Classification of *Aedes* by numerical taxonomic methods (Diptera: Culicidae). *Annals of the entomological Society of America*, 56: 798-804.
- Roy, D.B., D.A. Bohan, A.J. Haughton, M.O. Hill, J.L. Osborne, S.J. Clark, J.N. Perry, P. Rothery, R.J. Scott, D.R. Brooks, G.T. Champion, C. Hawes, M.S.S. Heard & L.G. Firbank, 2003. Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B*, 358: 1879-1898.
- Saville, N.M., W.E. Dramstad, G.L.A. Fry & S.A. Corbet, 1997. Bumblebee movement in a fragmented agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 61: 145-154.

## 5. Littérature citée

- Aalto, V., J.P.C. Bäckman & J. Helenius, 2004. Plant and bumblebee species diversity in boundaries of organic and conventional agricultural fields. p. 13-21 *in*: Helenius & Bäckman (Eds), *Functional diversity in Agricultural Field Margins*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 44 pp.
- Albrecht, M., P. Duelli, C. Möler, D. Kleijn, B. Schmid, 2007. The Swiss agri-environment scheme enhances pollinator diversity and plant reproductive success in nearby intensively managed farmland. *Journal of Applied Ecology*, 44(4): 813-822.
- Allen-Wardell, G., P. Bernhardt, R. Bitner, A. Buquez, S. Buchmann, J. Cane, P.A. Cox, V. Dalton, M. Ingram, D. Inouye, C.E. Jones, K. Kennedy, P. Kevan, H. Koopowitz, R. Medellin, S. Medellin-Morales & G.P. Nabhan, 1998. The potential consequences of Pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 12(1): 8-17.
- Bächman, J.-P. & J. Tiainen, 2001. Habitat quality of field margins in a Finnish farmland area for bumblebees (Hymenoptera: *Bombus* and *Psithyrus*). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1892: 1-16.
- Barbier, Y., 1989. *Entomofaune compare des Terrils d'Hensies et Saint Antoine (Hainaut). Application à l'aménagement écologique d'un terriil*. Mémoire de fin d'études, Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux, 98 + 26 pp.
- Barone, R., 1999. *Evaluation faunistique et floristique de la Grande Bruyère de Blaton (Belgique, Hainaut)*. Mémoire de fin d'études, Université Mons Hainaut, Mons, 72 + 14pp.
- Bhattacharya, M., R.B. Primack & J. Gerwein, 2003. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conversation area? *Biological Conservation*, 109: 37-45.
- Benton T., 2000. *Bumblebees in Essex*. Essex Naturalist (New Series), 254p.
- Biesmijer, J.C., S.P.M. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemüller, M. Edwards, T. Peeters, A.P. Schaffers, S.G. Potts, R. Kleukers, C.D. Thomas, J. Settele & W.E. Kunin, 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.
- Brockmann H.J, 1979. Nest site selection in the golden digger wasp, *Spex ichnuemoneus* L. (Sphecidae). *Ecological Entomology*, 4: 211-224.
- Buchmann, S.L. & G.P. Nabhan., 1996. *The Forgotten Pollinators*. Island Press, Washington, DC.
- Cane J.H., 1991. Soils of ground-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea): texture, moisture, cell depth, and climate. *Journal of Kansas Entomological Society*, 64: 43-49.
- Cane, J.H. & V.J. Tepedino, 2001. Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: detection, evidence, and consequences. *Conservation Ecology*, 5(1): 1.
- Carvell, C., 2002. Habitat use and conversation of bumblebees (*Bombus* spp.) under different grassland management regimes. *Biological Conservation* , 103: 33-49.
- Carvell, C., W.R. Meek, R.F. Pywell & M. Nowakowski, 2004 The response of foraging bumblebees to successional change in newly created arable field margins. *Biological Conservation*, 118: 327-339.



- Corbet, S.A., 2000. Conserving Compartments in Pollination Webs. *Conservation Biology*, 14(5): 1229-1231.
- Corbet, S.A., I.H. Williams & J.L. Osborne, 1991. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. *Bee World*, 72: 47-59.
- Cox, P.A. & T. Elmquist, 2000. Pollinator extinction in the Pacific Islands. *Conservation Biology*, 14(5): 1237-1239.
- Croxton, P.J., C. Carvell, J.O. Mountford & T.H. Sparks, 2002. A comparison of green lanes and field margins as bumblebee habitat in an arable landscape. *Biological Conservation*, 107: 365-374.
- Cunningham, S.A., 2000. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. *Proceeding of the Royal Society of London, Biology*, 267: 1149-1152.
- Dauber, J., M. Hirsch, D. Simmering, R. Waldhardt, V. Wolters & A. Otte, 2003: Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects of species richness. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 321-329.
- Delescaille, L.-M., 1993. Le maillage écologique et l'espace rural. *Annales de Gembloux*, 99: 61-69.
- Delmas, R., 1976. Contribution à l'étude de la faune française des Bombinae (Hymenopter, Apoidea, Bombidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, (N.S.) 12(2): 247-290.
- Delvosalle, L., F. Demaret, J. Lambinon, A. Lawalree, 1969. *Plantes rares, disparues ou menacées de disparition en Belgique, l'appauvrissement de la flore indigène*. Ministère de l'agriculture, Administration des Eaux et Forêts, Service des Réserves Naturelles domaniales et de la Conservation de la nature, Travaux n°4, 128 p.
- Denys, C. & T. Tschardtke, 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia*, 130: 315-324.
- Dicks, L. V, S.A. Corbet & R.F. Pywell, 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology*, 71:1, 32-43
- Dramstad, W.E. & G.L.A. Fry, 1995. Foraging activity of bumblebees (*Bombus*) in relation to flower resources or arable land. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 53: 123-135.
- Dufrêne, M. & P. Legendre, 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Eardley, C., 2002. Afrotropical bees now: what next? p. 97-104 in: Kevan & Imperatriz Fonseca (Eds), *Pollinating Bees. The conservation link between agriculture and nature*. Ministry of Environment, Brasilia.
- Feber, R.E, H. Smith & D.W. Macdonald, 1996. The effects on butterfly abundance of the management of uncropped edges of arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1191-1205.
- Free, J.B. & I.H. Williams, 1980. The value of white clover *Trifolium repens* L., Cultivar S100 planted on motorway verges to honeybees *Apis mellifera* L. *Biological Conservation*, 18(2): 89-92.
- Freemark, K. & C. Boutin, 1994. Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: A review with special reference to North America. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 52: 67-91.

- Fussell, M. & S.A. Corbet, 1991. Forage for bumblebees and honey bees in farmland: a case study. *Journal of Apicultural Research*, 30: 87-97.
- Fussell, M. & S.A. Corbet, 1992. Flower usage by bumblebees: a basis for forage plant management. *Journal of Applied Ecology*, 29: 451-465.
- Gadoum, S., M. Terzo & P. Rasmont, 2007. Jachères apicoles et jachères fleuries : la biodiversité au menu de quelles abeilles ? *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 54.
- Galloway, J.N., F.J. Dentener, D.G. Capone, E.W. Boyer, R.W. Howarth, S.P. Seitzinger, G.P. Asner, C. Cleveland, P. Green, E. Holland, D.M. Karl, A.F. Michaels, J.H. Porter, A. Townsend & C. Vörösmarty, sous presse. Nitrogen Cycles: Past, Present and Future. *Biogeochemistry*.
- Gaspar, C., J. Leclercq & C. Wonville, 1975. Examen synoptique des 784 premières cartes de l'Atlas provisoire des Insectes de Belgique. *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique*, 105(1-2): 111-128.
- Ghazoul, J., 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(7): 367-373.
- Goulson, D., 2003. *Bumblebees : their behaviour and ecology*. Oxford University Press, 235 p.
- Goulson, D. & B. Darvill, 2004. Niche overlap and diet breadth in bumblebees: are rare species more specialized in their choice of flowers ? *Apidologie* 35 : 55-63.
- Goulson, D., W.O.H. Hughes, L.C. Derwent & J.C. Stout, 2002. Colony growth of the bumblebee, *Bombus terrestris*, in improved and conventional agricultural and suburban habitats. *Oecologia*, 130: 267-273.
- Goulson, D., M.E. Hanley, B. Darvill, J.S. Ellis & M.E. Knight, 2005. Causes of rarity in bumblebees. *Biological conservation*, 122: 1-8.
- Guillitte, O & P. Rasmont, 2006. Les causes du déclin de la biodiversité en Wallonie ; quels remèdes ? In: *Biodiversité. Etat, enjeux et perspectives*. Chaire Tractebel-Environnement 2004. Ed. De Boeck, Bruxelles.
- Hampshire Biodiversity Partnership, 2001. Bumblebees, *Bombus humilis*, *Bombus sylvarum* and *Bombus ruderatus*. *Biodiversity action plan for Hampshire*, 2: 1-6.
- Hirsch, M., S. Pfaff & V. Wolters, 2003. The influence of matrix type on flower visitors of *Centaurea jacea* L. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98: 331-337.
- Holzshuh, A.A.V., 2006. *Bees and wasps in agricultural landscapes: effects of dispersal corridors and land-use intensity at multiple spatial scales*. Ph D Thesis, Georg-August-Universität, Gottingen, 99 pp.
- Jeanne, R.L. & R.C. Morgan, 1992. The influence of temperature on nest site choice and reproductive strategy in temperate zone Polistes wasp. *Ecological Entomology*, 17: 135-141.
- Kearns, C.A., D.W. Inouye & N.M. Waser, 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 83-112.
- Kells, A.R. & D. Goulson, 2003. Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK. *Biological Conservation*, 109: 165-174.
- Kells, A.R., J.M. Holland & D. Goulson, 2001. The value of uncropped field margins for foraging bumblebees. *Journal of Insect Conservation*, 5: 283-291.

- Kevan, P.G., 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 373-393.
- Kevan, P.G. & T.P. Phillips, 2001. The economic impacts of pollinators declines: an approach to assessing consequences. *Conservation Ecology*, 5: 8 [on-line <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art8> (19 pp.)].
- Kosior, A., W. Celary, P. Olejniczak, J. Fijal, W. Krol, W. Solarz & P. Plonka, 2007. The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx*, 41(1): 79-88.
- Kremen, C. & T. Ricketts, 2000. Global perspectives on pollination disruptions. *Conservation Biology*, 14(5): 1226-1228.
- Lagerlöf, J., J. Stark & B. Svensson, 1992. Margins of agricultural fields as habitats for pollinating insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40: 117-124.
- Leclercq, J., 1972. Hymenoptera, Apoidea, Andrenidae: cartes 601-681. In: *Atlas provisoire des Insectes de Belgique*. Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux.
- Leclercq, J., C. Gaspar, J.-L. Marchal, C. Verstraeten & C. Wonville, 1980. Analyse des 1600 premières cartes de l'Atlas provisoire des Insectes de Belgique, et première liste rouge d'Insectes menacés dans la faune belge. *Notes fauniques de Gembloux*, 4: 1-104.
- Legendre, L. & P. Legendre, 1984. *Ecologie numérique*. Tome 1, 260p; Tome 2, 335p. Presse de l'Université du Québec, Québec.
- Legendre, P. & D.J. Rogers, 1972. Characters and clustering in taxonomy: a synthesis of two taxometric procedures. *Taxon*, 21: 567: 606.
- Lennartsson, T., 2002. Extinction thresholds and disrupted plant-pollinator interactions in fragmented plant populations. *Ecology*, 83(11): 3060-3072.
- McGregor, S.E., 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*. US Department of Agriculture; Handbook n° 496, 411 pp.
- McGregor, S.E. & M.D. Levin, 1979. Bee pollination of the agricultural crops in the USA. *American Bee Journal*, 110(2): 48-50.
- Mänd, M., R. Mänd & I.H. Williams, 2002. Bumblebees in the agricultural landscape of Estonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89: 69-76.
- Marshall, E.J.P., 2005. Field margins in northern Europe: integrating agricultural, environmental and biodiversity functions. In *Field Boundary Habitats: Implications for weed, insect and disease management*. (ed A.G. Thomas), *Topics in Canadian Weed Science* Vol. 1. pp. 39-67. Canadian Weed Science Society - Société canadienne de malherbologie, Sainte-Anne-de Belvue, Québec.
- Meek, B., D. Loxton, T. Sparks, R. Pywell, H. Pickett & M. Nowakowski, 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation*, 106: 259-271.
- Osborne, J.L., I.H. Williams & S.A. Corbet, 1991. Bees, pollination and habitat change in the European Community. *Bee World*, 72: 99-116.
- Pilgrim, E.S., M.J. Crawley & K. Dolphin, 2004. Patterns of rarity in the native British flora. *Biological conservation*, 120: 161-170.

- Schmidt, J.O. & S.C. Toenes, 1992. Criteria for nest site selection in honey-bess (Hymenoptera: Apida): preference between pheromone attractants and cavity shapes. *Environmental Entomology*, 21: 1130-1133.
- Scott, V.L., 1994. Phenology and trap selection of three species of *Hylaeus* (Hymenoptera, Colletidae) in upper Michigan. *Great Lakes Entomologist*, 27: 39-47.
- Sneath, P.H.A. & R.R. Sokal, 1973. *Numerical taxonomy – The principles and practice of numerical classification*. W.H. Freeman, San Francisco, XV + 573p.
- Sparks, T.H. & T. Parish, 1995. Factors affecting the abundance of butterflies in field boundaries in Swavesey fens, Cambridgeshire, U.K. *Biological Conservation*, 73: 221-227.
- Steffan-Dewenter, I. & T. Tschamtkke, 1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia*, 121: 432-440.
- Svensson, B., J. Lagerlöf & B.G. Svensson, 2000. Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77: 247-255.
- Terzo M., 2007. Première observation en Belgique de *Nomada facilis* Schwarz 1967 (Hymenoptera: Apidae). *Notes Fauniques de Gembloux*, 60(3): 3 pp.
- Terzo, M., S. Iserbyt & P. Rasmont, 2006. Préférences florales des bourdons ou comment utiliser les mesures agri-environnementales pour favoriser les insectes pollinisateurs menacés. p. 53 in: Colloque annuel de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux - Section française (UIEIS-SF) Avignon, 24-26 avril 2006, 93 pp.
- Tesoriero, D., B. Maccagnani, F. Santi & G. Celli, 2003. Toxicity of three pesticides on larval instars of *Osmia cornuta*: preliminary results. *Bulletin of Insectology*, 56(1): 169-171.
- Thompson, H.M., 2001. Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus* sp.). *Apidologie*, 32: 305-321.
- Thompson, H.M. & Hunt L.V. 1999. Extrapolating from honeybees to bumblebees in pesticides risk assessment. *Ecotoxicology*, 8(3): 147-166.
- Westphal, C., 2004. *Hummeln in der Agrarlandschaft. Ressourcennutzung, Koloniewachstum und Sammelzeiten*. PH.D. Thesis, Georg-August-Universität, Göttingen.
- Westphal, C., I. Steffan-Dewenter & T. Tschamtkke, 2003. Mass flowering crops enhance pollinisor densities at a landscape scale. *Ecology Letters*, 6: 961-965.
- Westerkamp, C. & G. Gottsberger, 2002. The costly crop pollination crisis. p. 51-56 in: Kevan & Imperatriz Fonseca (Eds), *Pollinating Bees. The conservation link between agriculture and nature*. Minsitry of Environment, Brasilia.
- Williams, P., 1982. The distribution and decline of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *Journal of Apicultural Research*, 21: 236-245
- Williams, P., 2005. Does specialization explain rarity and decline among British bumblebees? A response to Goulson et al. *Biological conservation*, 122: 33-43.
- Williams, P., M. Araujo & P. Rasmont, 2007. Can vulnerability among British bumblebee (*Bombus*) species be explained by niche position and breadth? *Biological conservation*, 138: 493-505.
- Wuellner, C.T, 1999. Nest site preference and success in a gregarious, ground-nesting bee *Dieuomia triangulifera*. *Ecological Entomology*, 24: 471-479.

## 6. Remerciements et crédits

MM. C. Mulders (DGA) et T. Whalot (Girea-UCL) et les Prof. M. Baguette (UCL), P. Lebrun (UCL) et G. Mahy (FUSAGx) ont soutenu ce projet depuis ses débuts. Qu'ils en soient remerciés.

Le Dr Michaël Terzo, sous la direction du Prof. P. Rasmont (Laboratoire de Zoologie, UMH), est l'auteur principal de ce travail. Les analyses écologiques des données de terrain ont été en grande partie réalisées par Mlle S. Iserbyt (assistante à l'UMH). Le travail de terrain de l'été 2006 a été principalement effectué par Milles A.-S. Popeler et M. Goret (étudiantes à l'UMH). Le travail de terrain en 2007 a été effectué avec l'assistance de Mlle M. Verax (étudiante à l'UMH).

Mr X. Verhaegen (asbl Phragmites) nous a aidé dans le choix des bandes aménagées qui ont fait l'objet d'un suivi en été 2006. Qu'il en soit remercié ainsi que les producteurs qui ont acceptés d'installer ces bandes et de nous en autoriser le suivi.

De nombreuses personnes ont accepté de lire et, par leurs commentaires avertis, de faire évoluer les différents documents réalisés au court de ce travail, qu'ils fassent partie du comité d'accompagnement ou par simple volontariat: Prof. P. Lebrun, Dr Y. Barbier, Mlle M. Legast, MM. P. Colomb, T. Goret, M. Halford, A. Leroi, C. Mulders, S. Rouxhet, M. Thirion, T. Whalot. Qu'ils en soient remerciés.

De nombreuses autres personnes nous ont permis de réunir les illustrations nécessaires à la réalisation des différents documents. Ils sont tous cités dans le numéro 14 des "Livrets de l'agriculture". Qu'ils en soient remerciés.

Que soient enfin remerciés tous les conseillers, tous les producteurs et toutes les personnes qui s'investissent dans le programme agroenvironnemental.