



L'intérêt botanique des espaces verts autoroutiers : le cas de l'autoroute E411 près d'Arlon (province de Luxembourg, Belgique)

Annie REMACLE

Grand-rue 34, B-6747 Châtillon, Belgique [annie.remacle@scarlet.be]

Illustrations par l'auteur

ABSTRACT. – **The botanical interest of motorway green areas: the case of the E411 highway near Arlon (province of Luxembourg, Belgium).** This article describes the flora and vegetation of green areas along a 2.7 km E411 segment near Arlon, where this highway crosses woodland, moorland and acid sand grassland. Green areas (16.5 ha), mostly herbaceous, host at least 371 plant species. Of these, 19 are protected and/or endangered in Wallonia: among others *Botrychium lunaria*, *Ophioglossum vulgatum* and 9 orchids including *Epipactis palustris*. The neophytes represent only 6% of the flora and all are more or less widespread in Belgium, except one species: *Dittrichia graveolens*. The vegetation is briefly described; it shows a great heterogeneity that especially reflects the diversity of edaphic characteristics.

SAMENVATTING. – **De botanische waarde van autosnelwegbermen: het voorbeeld van de E411 in de omgeving van Aarlen (provincie Luxemburg, België).** Deze bijdrage beschrijft de flora en vegetatie van de bermen van de autosnelweg E411 in de omgeving van Aarlen die, over een afstand van 2,7 km, een landschap doorsnijdt dat bestaat uit bos, heide en grasland op zuur zand. De 16,5 ha groene zones bestaan vooral uit grasland en herbergen minstens 371 soorten. 19 van die soorten zijn beschermd en/of bedreigd, zoals *Botrychium lunaria*, *Ophioglossum vulgatum* en 9 orchideeën, waaronder *Epipactis palustris*. De neofyten vormen slechts 6% van de flora en komen in België alle min of meer algemeen verspreid voor, behalve *Dittrichia graveolens*. De vegetatie wordt beknopt beschreven. Ze vertoont een grote variatie die vooral de verscheidenheid aan bodemkenmerken weerspiegelt.

RÉSUMÉ. – **L'intérêt botanique des espaces verts autoroutiers : le cas de l'autoroute E411 près d'Arlon (province de Luxembourg, Belgique).** Cet article décrit la flore et la végétation des dépendances vertes d'un segment de l'autoroute E411 proche d'Arlon, qui traverse sur 2,7 km un environnement composé de bois, landes et pelouses sur sable acide. Les espaces verts (16,5 ha), majoritairement herbacés, hébergent au moins 371 espèces. Parmi celles-ci, 19 sont protégées et/ou menacées en Wallonie : entre autres *Botrychium lunaria*, *Ophioglossum vulgatum* et 9 orchidées dont *Epipactis palustris*. Les néophytes ne représentent que 6% de la flore et sont tous plus ou moins largement répandus en Belgique, à l'exception de *Dittrichia graveolens*. La végétation est brièvement décrite ; elle montre une grande hétérogénéité qui reflète notamment la diversité des caractéristiques édaphiques.

Introduction

En Europe occidentale, les bords de voirie font l'objet, depuis les années 1970, d'une littérature de plus en plus fournie, souvent axée sur la flore, la végétation et/ou l'entretien de celle-ci (voir Tanghe *et al.* 2005 : 9-10). La Belgique, dont le réseau routier est particulièrement dense, ne fait pas exception (e.a. avant 2000 : De Sloover 1975 ; Froment & Joye 1986 ; Tanghe 1986, 1993 ; Naveau 1993 ; Zwaenepoel 1993, 1996).

La Wallonie comporte plus de 80.000 km de routes de tous types, dont 874 km d'autoroutes (<http://routes.wallonie.be/struct.jsp?chap=0&page=2>, consulté en février 2015) auxquels s'ajoutent près de 430 km de bretelles d'échangeur (Binet *et al.* 2013). L'étude des espaces verts de son réseau autoroutier a débuté dans les années 1980 (Tanghe 1986). Elle s'est intensifiée de 1996 à 2007, lorsque la Direction générale opérationnelle Routes et Bâtiments (DGO1) a chargé le Groupe Interuniversitaire

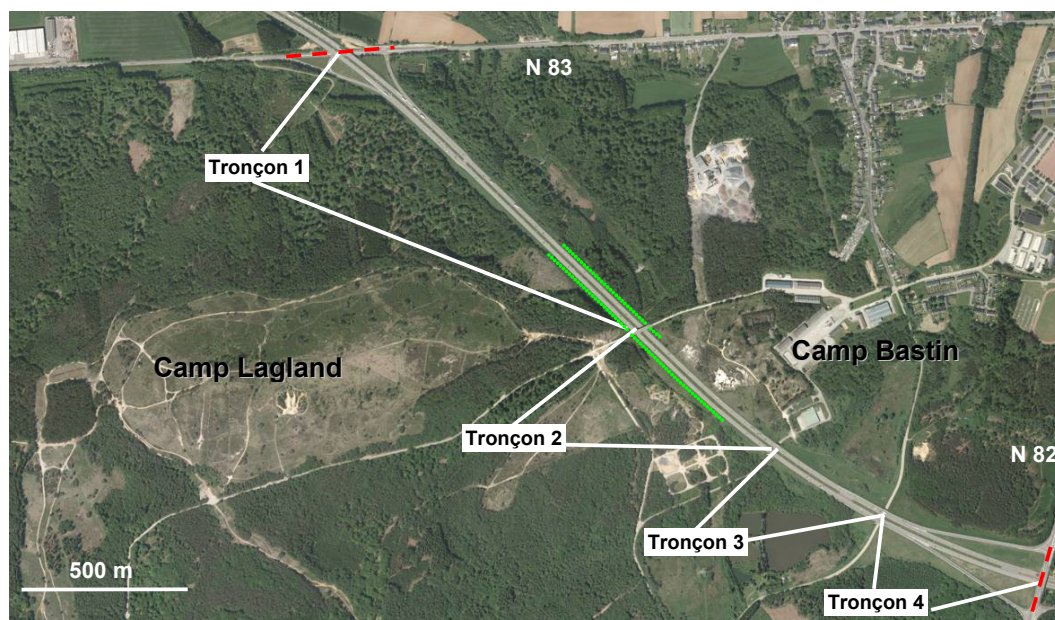


Figure 1. Segment de l'autoroute E411 entre les échangeurs 30 et 31, divisé en quatre tronçons limités par des ponts. Les deux traits tiretés rouges correspondent aux limites nord (route N 83) et sud (N 82). Les traits verts localisent les talus de déblai (fond de carte : Géoportail de la Wallonie).

de Recherche en Ecologie Appliquée (GIREA) de proposer des modalités d'entretien satisfaisantes tant du point de vue écologique qu'économique (e.a. Tanghe 2001, 2003 ; Tanghe *et al.* 2005). L'autoroute E411 (Bruxelles-Arlon-frontière luxembourgeoise) fut la première traitée (GIREA 1997 et 1999). Parallèlement à cette importante étude, les dépendances vertes de certains tronçons autoroutiers ont été reconnues comme « sites de grand intérêt biologique » (SGIB – <http://biodiversite.wallonie.be>), par exemple, en Hesbaye orientale, la tranchée de Boirs entaillée par l'autoroute E313 et, en Haute Ardenne, les talus de l'autoroute E42 à Cockaifagne ou encore l'« aire de Francorchamps » établie sur une extension d'emprise (Tanghe 2010).

Le présent article décrit la flore et secondairement la végétation des espaces verts d'un court segment de l'autoroute E411 localisé en Lorraine belge, quelques kilomètres à l'ouest de la ville d'Arlon. Son grand intérêt botanique mais aussi entomologique et herpétologique, en fait un site de haute valeur biologique, en partie intégré dans le réseau européen Natura 2000 (site BE34058 « Camp militaire de Lagland »). La gestion des abords de ce segment est brièvement évoquée.

Description du segment autoroutier

• Localisation

Le segment autoroutier, long de 2,7 km, est situé sur l'ancienne commune de Heinsch dans l'entité d'Arlon ; il est compris entre l'échangeur partiel 30 (Stockem) au niveau de la route N 83 Arlon-Florenville et l'échangeur bidirectionnel 31 (Arlon) de la route N 82 Arlon-Virton, soit entre les cumulées 174,2 et 176,9 (Fig. 1). Il fut édifié à partir de 1976 et mis en service en 1979.

Dans le cadre de cette étude, le segment a été subdivisé en 4 tronçons (Fig. 1) sur base des passages inférieurs ou supérieurs. Il comprend aussi, au niveau des deux échangeurs, les espaces verts limités par les routes nationales

et les bretelles. Les excédents d'emprise non gérés par la DGO1 n'ont pas été inclus, en particulier au niveau du tronçon 2 côté est, de même que la berme centrale. La surface globale des dépendances vertes considérées dans le présent article est de l'ordre de 16,5 hectares.

Ce court segment se trouve à cheval sur six carrés IFBL de 1×1 km, cités ci-après par ordre décroissant de la surface occupée par l'autoroute : L7.57.11, L7.57.14, L7.46.44, L7.57.12, L7.47.33 et L7.56.22.

• Caractéristiques physiques

L'axe autoroutier a été édifié sur les assises géologiques suivantes (Carte géologique 68/7-8 version provisoire – Belanger *et al.* non publié) : sur le tronçon 1, membres d'Orval et de Virton de la formation de Luxembourg, séparés par un horizon marneux (membre de la Posterie de la formation d'Arlon) sur une longueur de 115 m ; ailleurs, membre de Virton, entrecoupé de marnes de la Posterie sur une longueur de 175 m du tronçon 3, et argiles de la formation d'Ethe contre le pont de la N 82.

Les talus de déblai ne sont présents que sur 18% de la longueur cumulée des deux directions du segment (Fig. 1). Le substrat en place (sable décalcifié du membre de Virton) n'y affleure toutefois que localement. Partout ailleurs, sauf au niveau des échangeurs, l'autoroute domine des talus de remblai constitués de terres allochtones, notamment de marnes provenant d'autres segments proches.

Le réseau hydrographique, relié au bassin de la Semois, est peu développé : une zone de sources au sud du tronçon 1 et le ruisseau dénommé l'Engelbaach (et un affluent) au nord du tronçon 3, qui induisent une certaine humidité dans le bas des talus. De plus, certains talus présentent une ou parfois deux étroites bandes humides parallèles à l'axe autoroutier, qui correspondent selon les endroits à des contacts entre des sols de nature différente ou à d'anciennes ornières.

Tableau 1. Caractéristiques des différentes zones de l'autoroute considérées par tronçon (identifié par le premier chiffre du code) et direction (A = Arlon ; B = Bruxelles). Légende – Situation topographique : R = talus de remblai, D = talus de déblai, P = terre-plein/aire plus ou moins horizontal(e), T = talus limitant un terre-plein dans un échangeur. – Présence d'une ou plusieurs zones humides : B = en bas de talus, M = à flanc de talus, P = sur une aire plus ou moins horizontale, F = fossé. – Structure de la végétation : H = herbacée, a = arbustive, A = arborescente. – Type de gestion : M = mulching en automne (fauche sans exportation) ; F = fauche avec exportation en automne (entre parenthèses : P = terre-plein, T = talus).

Zones (code)	Surface approx. (ha)	Longueur approx. (m)	Situation topographique	Orientation	Zone humide	Structure végétale	Dernière année de gestion	Type de gestion
1A-1	0,25	125	P	-	-	H	2014 (partim)	M
1A-2	0,40	160	P + T	NW + W	-	H	2008	F
1A-3	1,60	830	R	SW	B, F	H, A	-	-
1A-4	0,70	320	D	NE	-	H	2007	F
2A-1	1,30	285	D + P	NE + -	P	H, A	2007	F
2A-2	0,55	155	R	SW	-	H, A	-	-
3A	1,30	370	R	SW	M	H, A	-	-
4A-1	1,65	355	R	SW	M, B	H	-	-
4A-2	1,40	340	P + T	- + NNE et W	P, B	H	2008	F (P) + M (T)
1B-1	0,50	190	P + T	- + NE	B	H	2011	M
1B-2	1,60	700	R	NE	B	H, A	-	-
1B-3	0,45	340	D	SW	-	H, A	2007	F
2B-1	0,15	420	P	-	-	H	2014	M
2B-2	0,20	100	R	NE	B, M	H, A	-	-
3B	1,90	365	R	NE	M, F	H, A + a	-	-
4B-1	0,95	225	R	NE	M	H, A	-	-
4B-2	0,30	215	R	NNE	B	H	-	-
4B-3	1,30	360	P + T	- + SSW et W	P	H, a	2008	F (P) + M (T)
Total	16,50							

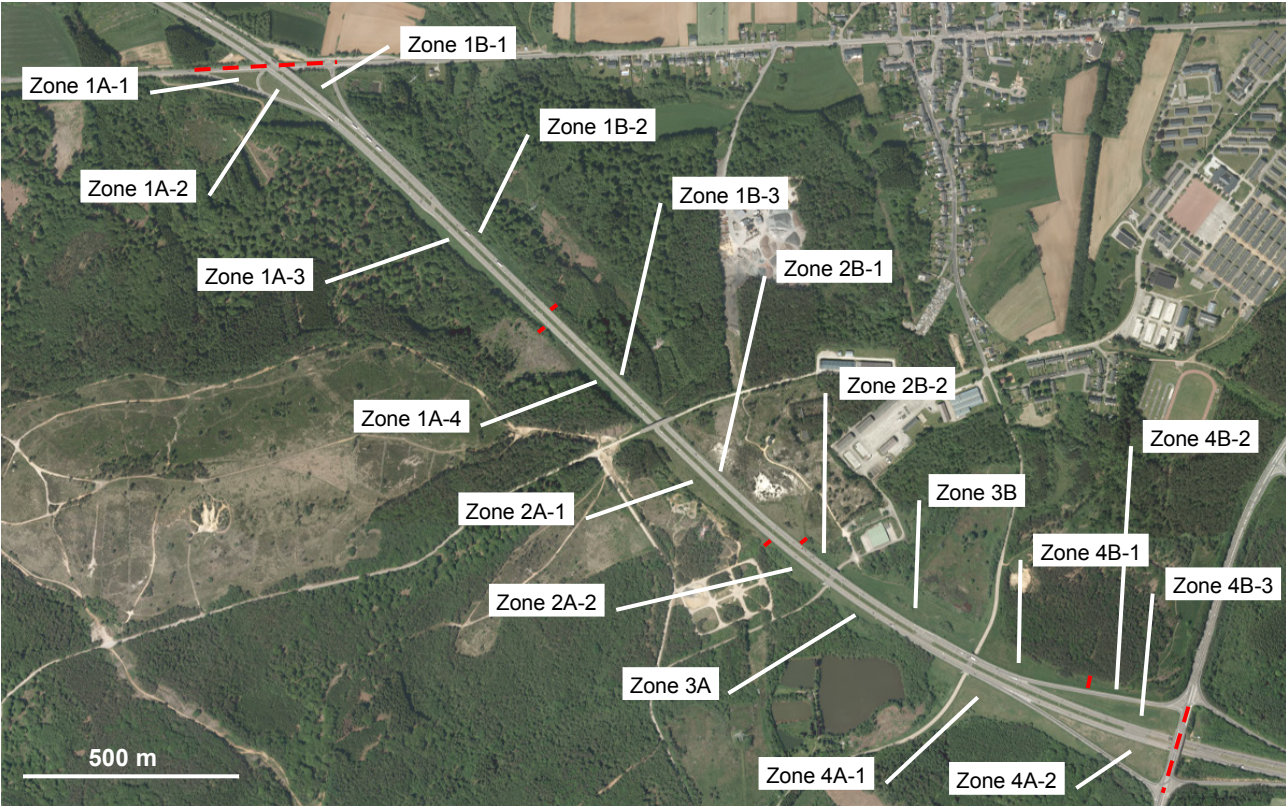
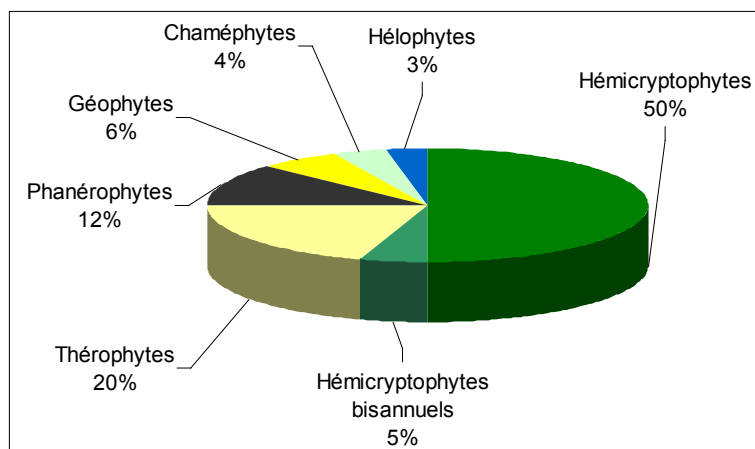


Figure 2. Segment de l'autoroute E411 entre les échangeurs 30 et 31, divisé en 4 tronçons et 18 zones (de 1 à 4 zones par tronçon). Les courts traits rouges indiquent la limite entre les zones contiguës à l'intérieur d'un même tronçon (fond de carte : Géoportail de la Wallonie).

Figure 3. Spectre biologique de la flore du segment de l'autoroute à Heinsch. La forme biologique des espèces recensées est extraite de Lambinon & Verloove (2012).



L'autoroute traverse ici un environnement composé de bois, de landes à callune, de pelouses sur sables acides et de friches. Ses dépendances vertes sont incluses dans le réseau Natura 2000 sur les deux tiers de leur longueur. L'altitude y varie entre 360 m au niveau de l'échangeur de Stockem, dans la plaine alluviale de la Semois, et 400 m à l'extrémité sud-est du segment, sur la cuesta sinémurienne.

• Subdivision du segment autoroutier en zones

Les quatre tronçons sont composés, pour chaque direction, d'une seule zone en cas de situation topographique homogène ou de plusieurs zones dans le cas contraire. Le segment autoroutier a ainsi été subdivisé en neuf zones de chaque côté, soit 18 zones au total (Fig. 2). Le tableau 1 précise, pour chacune des zones ainsi délimitées, la longueur et la surface approximatives (estimées à l'aide du logiciel ArcGIS 9.2), la situation topographique, l'orientation, la présence de zones humides et la structure de la végétation.

• Gestion des talus et terre-pleins

Depuis la création de l'autoroute jusqu'en 2006, les talus en déblai et les terre-pleins des échangeurs de ce segment ont été fauchés deux fois l'an sans exportation. A partir de 2007, l'entretien a été adapté en tenant compte des propositions émises par le GIREA (1999) : selon les zones, une fauche annuelle ou trisannuelle en automne, avec ou sans ramassage, accompagnée d'un débroussaillage des ligneux si nécessaire. Les talus en remblai n'ont jamais été entretenus depuis la construction autoroutière. L'année de la dernière gestion réalisée est indiquée dans le tableau 1, ainsi que le type de gestion, exprimé ici de façon simplifiée (la proportion de la surface traitée chaque année, en général 90 ou 100%, n'étant pas précisée).

Les milieux herbacés couvrent la plus grande surface des dépendances vertes du segment et de chacune des 18 zones. Un ou plusieurs bosquets, tous issus de semis naturels (surtout de *Salix* spp.), sont toutefois présents dans 9 zones où ils couvrent une surface de 2 à 8 ares, sauf sur deux talus où ils sont plus étendus (environ 20 ares en 3A et 50 ares en 1B-2).

Flore

Dans chaque zone, la flore a été inventoriée au minimum à quatre reprises entre 2009 et 2014 (au moins deux fois en 2014), les visites ayant eu lieu à des saisons différentes. Ce recensement est large mais non exhaustif : d'une part, les bordures de la chaussée n'ont pu faire l'objet que d'observations limitées, sauf le long des bretelles des échangeurs ; d'autre part, la berme centrale n'a pas été prise en compte. La nomenclature des taxons cités est conforme à celle de Lambinon & Verloove (2012).

Les espaces herbacés et boisés hébergent un minimum de 371 espèces de ptéridophytes et spermatophytes ou de 374 taxons si l'on tient compte des deux taxons infraspécifiques de *Cerastium pumilum*, *Pastinaca sativa* et *Poa pratensis*. Les genres *Festuca* (*Festuca* des groupes de *F. rubra* et *F. ovina*), *Rubus* (partim), *Salix* (partim) et *Taraxacum* n'ont en général pas été déterminés jusqu'au niveau spécifique. En outre, on ne peut exclure l'existence d'autres espèces et/ou de taxons infraspécifiques d'orchidées, en particulier du genre *Dactylorhiza*, l'importante variabilité morphologique et la fréquence des hybridations rendant leur identification difficile pour les non-spécialistes.

Ce total spécifique est élevé au regard de la surface du site (16,5 ha). A titre de comparaison, 308 espèces ont été observées pour un total de 200 relevés phytosociologiques (surface standard de 4 m²) répartis sur le tiers de la longueur des autoroutes de Wallonie (Tanghe *et al.* 2005).

• Spectre biologique de la flore

Les hémicryptophytes prédominent largement puisqu'ils constituent plus de la moitié de la flore : 55% dont 5% de bisannuels (Fig. 3). Les thérophytes rassemblent 20% des espèces. Ces deux formes biologiques composent les trois quarts de la flore recensée. Les espèces annuelles et bisannuelles (25%) sont surtout présentes dans les zones où le tapis herbacé montre des ouvertures, comme les bords de la chaussée plus ou moins sujets à l'accumulation des sels de déneigement, les aires au substrat sec et oligotrophe, les petites buttes de fourmilières. Parmi les autres types biologiques, les phanérophytes sont les mieux représen-

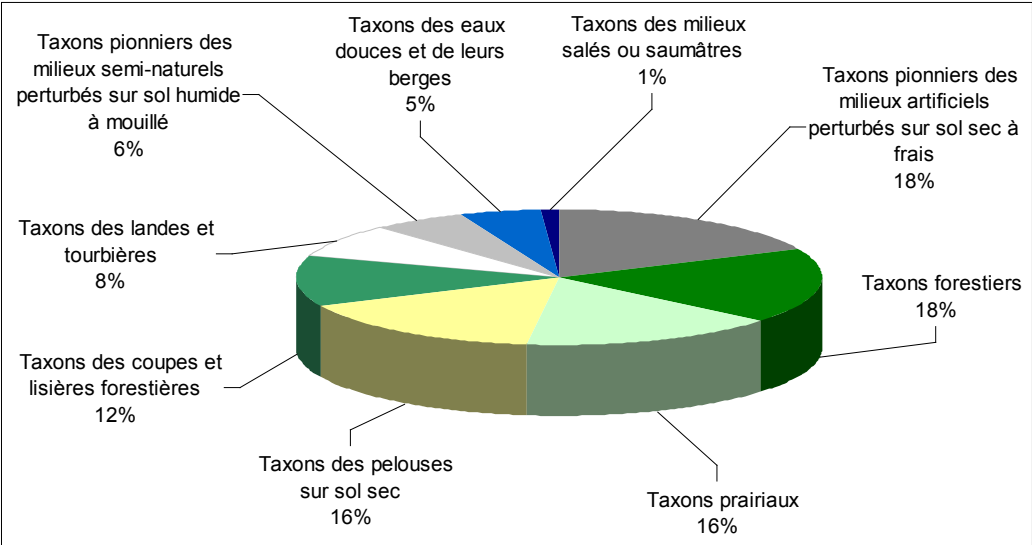


Figure 4. Spectre socio-écologique de la flore du segment autoroutier. Les groupes sont ceux définis par Stieperaere & Fransen (1982).

tés (12%) ; ils forment quelques bosquets et croissent de façon éparse ailleurs.

• *Représentation des différents groupes socio-écologiques*
La répartition des taxons (Fig. 4) entre les groupes définis pour la Belgique par Stieperaere & Fransen (1982) montre qu'aucun ne prédomine nettement. Les deux groupes les plus représentés, qui correspondent chacun à 18% du total spécifique, sont les plantes pionnières des milieux artificiels perturbés et les forestières. Suivent de près, et à égalité (16%), les taxons prairiaux et ceux des pelouses sur sol sec. Ces quatre groupes rassemblent à eux seuls 68% de la flore recensée.

L'importance relative des taxons des coupes, lisières forestières et forêts (30%) s'explique par l'existence de quelques bosquets mais aussi par l'envahissement progressif de certains talus et terre-pleins par des arbustes et jeunes arbres (Tableau 1). De plus, ce segment autoroutier traverse un environnement en grande partie forestier (Fig. 1).

Le pourcentage des taxons liés à des milieux plus ou moins humides dépasse les 11%, ce qui résulte de la pré-

sence, sur plus de la moitié des tronçons, d'aires humides et de fossés. Cinq espèces (1,4%) sont liées aux milieux plus ou moins salés : *Atriplex littoralis*, *Cochlearia danica*, *Plantago coronopus*, *Puccinellia distans* et *Spergularia marina*, toutes cantonnées dans la bande d'accumulation des sels de déneigement.

• *Diversité floristique et fréquence des espèces dans les zones*

La richesse floristique des différentes zones (Fig. 5) s'échelonne entre 61 et 164 espèces, avec une moyenne de 125. Comme le montre la figure 5, la surface de la zone influence logiquement le nombre de taxons recensés. Toutefois, la surface n'explique qu'en partie la diversité floristique des zones ; interviennent aussi l'hétérogénéité du substrat (notamment en termes d'humidité et de pH) et de la structure de la végétation, la présence d'un bosquet enclavé dans une zone herbeuse ajoutant un cortège plus ou moins large d'espèces.

Parmi les 21 espèces omniprésentes (Fig. 6 et tableau 2), toutes indigènes, figurent une majorité de plantes prai-

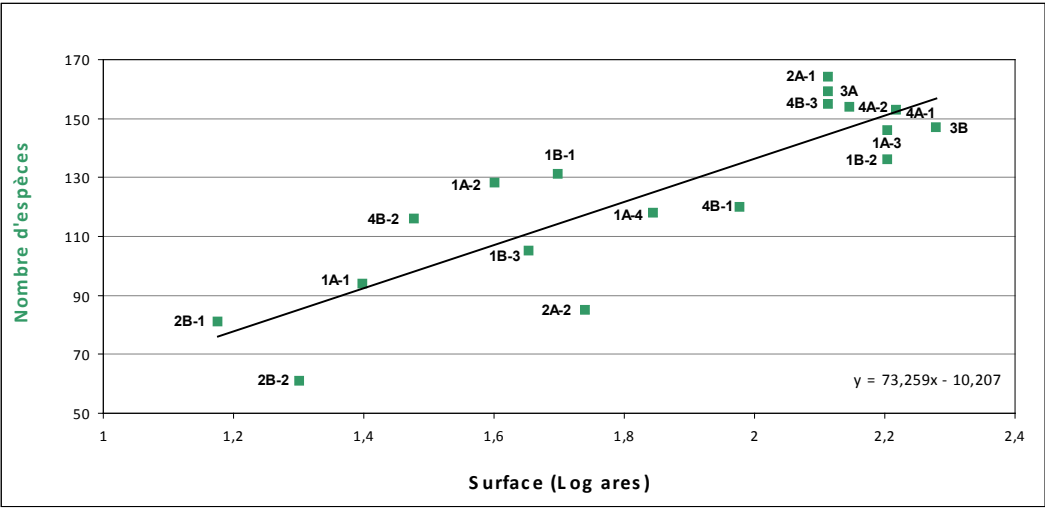


Figure 5. Relation entre le nombre d'espèces observées dans les 18 zones du segment autoroutier (Tableau 1 et fig. 2) et la surface approximative des zones (échelle logarithmique).

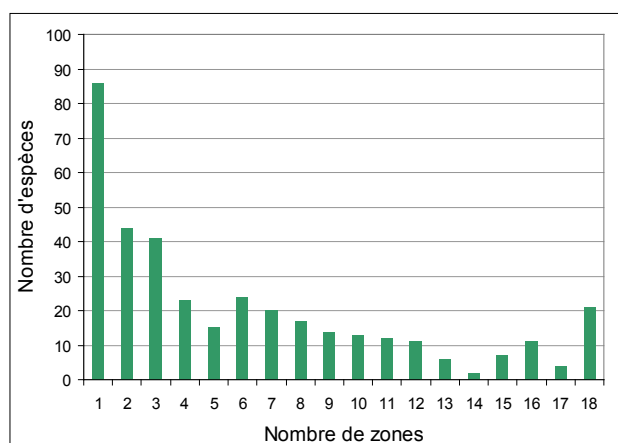


Figure 6. Répartition des espèces inventoriées en fonction du nombre de zones occupées.

rales à large amplitude écologique (15), accompagnées, parfois ponctuellement, de quelques espèces de friches (*Campanula rapunculus*, *Equisetum arvense* et *Tanacetum vulgare*). Cet ensemble d'espèces ne comprend que des plantes pérennes sauf deux, *Campanula rapunculus* et *Daucus carota*. Ces espèces banales montrent une répartition très inégale selon les zones et sont plus ou moins localisées à l'intérieur de celles-ci. C'est notamment le cas de la graminée la plus répandue, *Arrhenatherum elatius*, et de *Leucanthemum vulgare* qui sont, dans certaines zones ou parties de zones, quasiment cantonnées à la bordure de sécurité fauchée chaque année.

Un total de 22 taxons, tous indigènes à l'exception de *Prunus serotina* et *Pinus sylvestris* (selon Verloove 2006a), ont été recensés dans 15 à 17 zones (Tableau 2). Dans ce groupe, composé comme le précédent d'une majorité de plantes vivaces (seules trois (bis) annuelles), les espèces prairiales sont moins dominantes, avec 10 taxons dont deux à caractère hygrophile marqué (*Lotus pedunculatus* et *Cirsium palustre*). Cinq sont des phanérophyles ; ils apparaissent surtout dans les milieux herbacés suite à l'absence d'entretien.

Tableau 2. Taxons les plus fréquents sur le segment autoroutier, classés par ordre alphabétique.

Taxons recensés dans les 18 zones (21) – *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Campanula rapunculus*, *Centaurea jacea* s.l., *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Equisetum arvense*, *Festuca rubra* s.l., *Heracleum sphondylium*, *Holcus lanatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa*, *Senecio jacobaea*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum* sp., *Veronica chamaedrys* et *Vicia cracca*.

Taxons recensés dans 15 à 17 zones (22) – *Cardamine pratensis*, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*, *Cirsium arvense*, *C. palustre*, *Crepis capillaris*, *Cytisus scoparius*, *Festuca arundinacea*, *Galium aparine*, *G. mollugo*, *Hypericum perforatum*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus pedunculatus*, *Pinus sylvestris*, *Poa pratensis*, *Prunus serotina*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus*, *Salix caprea*, *Salix* sp., *Saxifraga granulata*, *Stellaria graminea* et *Tragopogon pratensis*.

Près de la moitié des espèces (46%) ne se développent que dans 1 à 3 zones. Cet ensemble d'espèces rattachées à des groupes socio-écologiques variés comporte des taxons à amplitude écologique plus ou moins étroite, par exemple ceux liés à des sols secs, acides ou plus ou moins calcaires, ou encore à des sols humides voire tourbeux.

• Espèces indigènes d'intérêt patrimonial

Parmi la flore inventoriée sur le segment autoroutier, 19 espèces (5,1%) présentent un intérêt patrimonial plus ou moins grand (Tableau 3). Treize sont considérées comme menacées à l'échelle de la Wallonie sur base de la Liste rouge établie en 2006 (Saintenoy-Simon et coll. 2006). Onze bénéficient dans cette partie de la Belgique d'une protection intégrale (Décret du 6 décembre 2001 relatif à la conservation des sites Natura 2000 ainsi que de la faune et de la flore sauvages – Annexe VIb) et trois d'une protection partielle (Annexe VII). Huit taxons sont à la fois menacés et protégés. Les espèces d'importance patrimoniale les plus remarquables au niveau du district lorrain belge sont *Epipactis palustris* et les deux ptéridophytes, *Botrychium lunaria* et *Ophioglossum vulgatum*.

Huit des 19 espèces menacées et/ou protégées sont des orchidées dont certains taxons (notamment *Anacamptis pyramidalis* et *Ophrys apifera*) se comportent comme des pionniers et colonisent des milieux récemment créés ou perturbés, y compris des abords d'axes autoroutiers ou de voies rapides, (e.a. Leten 1989 ; Meerts 1997 ; Meeuwis 2006 : 135 ; Van de Vijver 2006 : 626-627 ; Saintenoy-Simon et al. 2011 ; <http://biodiversite.wallonie.be/fr/1842-tranchee-autoroutiere-de-boirs.html?IDD=251661244&IDC=1881>, consulté en mars 2015 ; obs. pers. sur les contournements de Virton). Le secteur le plus riche qualitativement et quantitativement en orchidées est la zone 2A-1 où poussent les huit espèces identifiées, en particulier la totalité des pieds d'*Epipactis palustris* et d'*Ophrys apifera* (petite population comptant au maximum 12 pieds) et la majorité des plants de *Dactylorhiza* du complexe de *D. maculata/fuchsii* (présence confirmée de *D. maculata*) et d'*Anacamptis pyramidalis*. Cette zone de 1,3 ha est contiguë au domaine militaire de Lagland où le peuplement d'orchidées est diversifié et comprend des taxons hybrides (e.a. Parent 1993 ; Delforge & Devillers 2013).

En outre, 12 autres espèces sont qualifiées de rares à/ou très rares dans le district lorrain (septentrional ou global selon les espèces) par Lambinon & Verloove (2012) : *Agrostis canina*, *Carex echinata*, *Epilobium palustre*, *Thlaspi arvense*, *Viola canina* et *Viola palustris*, observés dans une seule zone du segment ; *Galium saxatile*, *Hypericum pulchrum*, *Persicaria bistorta* et *Polygonatum verticillatum*, notés dans deux zones ; *Hypericum maculatum*, détecté dans au moins 4 zones ; *Myosotis discolor*, trouvé dans 11 des 18 zones.

Sur les 31 espèces menacées, protégées et/ou rares dans le district lorrain, près de la moitié (15) sont des espèces hyperacidiphiles à acidiclinales (Ellenberg 2001 – coefficient

Tableau 3. Liste des 19 espèces menacées (sur base de Saintenoy-Simon & coll. 2006) et/ou légalement protégées en Wallonie (Décret du 6 décembre 2001), avec leur degré de rareté dans le district lorrain (Lambinon & Verloove 2012) et leur fréquence le long du segment autoroutier.

Espèces	Statut dans la Liste rouge	Statut de protection	Degré de rareté dans le district lorrain	Nombre de zones
<i>Agrostis vinealis</i>	en danger	–	RR	1
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	vulnérable	Annexe VIb	R	2
<i>Botrychium lunaria</i>	menacé d'extinction	Annexe VIb	R	1
<i>Centaureum erythraea</i>	–	Annexe VII	AC	6
<i>Corynephorus canescens</i>	menacé d'extinction	Annexe VIb	R	1
<i>Dactylorhiza maculata</i>	–	Annexe VIb	AR	3
<i>Dactylorhiza majalis</i>	–	Annexe VIb	AR-R	7
<i>Epipactis helleborine</i>	–	Annexe VII	AC-AR	8
<i>Epipactis palustris</i>	menacé d'extinction	Annexe VIb	R	1
<i>Jasione montana</i>	en danger	–	AC-AR	1
<i>Lathyrus nissolia</i>	menacé d'extinction	Annexe VIb	R	1
<i>Neottia ovata</i>	–	Annexe VII	AC-AR	6
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	en danger	Annexe VIb	AR	1
<i>Ophrys apifera</i>	vulnérable	Annexe VIb	R-RR	1
<i>Platanthera chlorantha</i>	–	Annexe VIb	AR	6
<i>Pyrola minor</i>	vulnérable	–	AR	2
<i>Pyrola rotundifolia</i>	vulnérable	–	AR-R	4
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	menacé d'extinction	Annexe VIb	R	1
<i>Valerianella carinata</i>	vulnérable	–	R	3

R de 1 à 4), toutes présentes à proximité, dans le terrain militaire traversé par l'autoroute ou dans les bois voisins. La rareté de ces taxons dans le district lorrain septentrional peut trouver son origine dans la représentation relativement faible des substrats franchement acides en Lorraine belge. Le long de l'autoroute, ces espèces sont cantonnées dans une ou plusieurs aires occupées par un fragment de lande à *Calluna vulgaris* et *Genista pilosa* et/ou de pelouse sur sable acide (*Agrostis vinealis*, *Corynephorus canescens*, *Galium saxatile*, *Hypericum pulchrum*, *Jasione montana*, *Teesdalia nudicaulis* et *Viola canina*), dans des zones humides (*Hypericum maculatum* et *Epilobium palustre*), dans un fossé et ses abords (*Agrostis canina*, *Carex echinata* et *Viola palustris*) ou dans des bosquets et lisières (*Polygonatum verticillatum* et *Pyrola minor*).

• *Néophytes*

Sur les 374 taxons, 23 (6,1%) sont considérés comme des néophytes sur base du catalogue des néophytes de Belgique (Verloove 2006a), complété par le *Manual of the Alien Plants of Belgium* (<http://alienplantsbelgium.be/>). Ils sont listés ci-après par ordre alphabétique : *Alnus incana*, *Berteroa incana*, *Dittrichia graveolens*, *Epilobium ciliatum*, *Geranium pyrenaicum*, *Hieracium* du groupe de *H. piloselloides*, *Juglans regia*, *Larix* sp., *Malus sylvestris* subsp. *mitis*, *Medicago sativa*, *Melilotus albus*, *Oenothera* cf. *biennis*, *Oenothera* cf. *deflexa*, *Pastinaca sativa* subsp. *urens*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Prunus serotina*, *Pyrus communis*, *Quercus rubra*, *Salix pentandra*, *Senecio inaequidens*, *Solidago gigantea* et *Trifolium hybridum*. L'appréciation du statut de nombreux taxons restant problématique (Verloove 2006a), des divergences

sont constatées entre ce catalogue et la liste établie pour la Wallonie (<http://biodiversite.wallonie.be/fr/flore.html?IDC=805>, consulté en mars 2015) : par exemple, *Berteroa incana* et *Geranium pyrenaicum* sont mentionnés comme indigènes dans la liste wallonne, de même que dans celle du Luxembourg (Colling 2005), mais sont classés comme néophytes dans le catalogue national. A l'échelle de la Wallonie, quelques espèces ne sont pas indigènes alors qu'elles le sont en Flandre ; il s'agit des cinq espèces plus ou moins halophiles déjà citées.

Les néophytes détectés le long de l'autoroute sont tous plus ou moins largement distribués en Belgique, à l'exception de *Dittrichia graveolens* (voir commentaire floristique ci-après). Cinq taxons sont invasifs à des degrés divers (<http://ias.biodiversity.be>, consulté en mars 2015) : *Epilobium ciliatum*, *Oenothera* spp., *Prunus serotina*, *Senecio inaequidens* et *Solidago gigantea*.

• *Commentaires floristiques*

Douze taxons, mentionnés par ordre alphabétique, font l'objet ci-dessous d'un court commentaire relatif à leur distribution en Lorraine belge, à leur répartition et/ou leur abondance sur le segment autoroutier ainsi qu'à leur distribution et leur statut de protection au Luxembourg (Liste rouge de Colling 2005 ; <http://map.mnhn.lu> et http://www.environnement.public.lu/conserv_nature/legislation/nationale/, consultés en mars 2015) et en Lorraine française (Floraine 2013 et <http://www.floraine.net/atlas>, consulté en mars 2015).

Anacamptis pyramidalis. Cette orchidée pionnière des sols calcarifères est en expansion en Belgique en raison de

son aptitude à coloniser des biotopes récemment créés ou remaniés par l'homme (e.a. Leten 1989 ; Meeuwis 2006 : 135 ; Saintenoy-Simon et coll. 2006 ; Tyteca 2008 : 134 ; Saintenoy-Simon *et al.* 2011 ; Lambinon & Verloove 2012 : 1021). En Lorraine belge, on l'observe surtout dans des milieux anthropiques, comme d'anciennes carrières, des friches, industrielles ou autres, et des bords de route. Le long du segment autoroutier, elle est la plus abondante dans la zone 2A-1 où le nombre de pieds a augmenté entre 2010 (25) et 2014 (plus de 80). Elle est considérée comme vulnérable au Luxembourg où elle bénéficie d'une protection intégrale. En Lorraine française, elle est par contre assez commune.

Atriplex littoralis. Cet halophyte, indigène dans le district maritime, est considéré comme très rare en Flandre où il se rencontre exceptionnellement dans l'intérieur, en général sur des terres rapportées (Van Landuyt 2006a : 172), mais aussi le long de certains axes routiers (F. Verloove, comm. écrite). En Wallonie, les quelques données de ce taxon n'ont pu être validées (L.-M. Delescaille, comm. écrite). L'espèce (dét. F. Verloove – échantillons déposés dans l'herbier du Jardin botanique de Meise) a été repérée en 2014 le long de la bretelle d'accès à hauteur de l'échangeur 31, où elle poussait avec d'autres taxons halophiles. Elle est absente des listes floristiques du Luxembourg et de Lorraine française.

Botrychium lunaria. En Belgique, c'est dans le district lorrain que ce ptéridophyte est le moins rare (Lambinon & Verloove 2012 : 16 – degré de rareté : rare). Dans le territoire couvert par la « Nouvelle Flore », il est considéré comme en forte régression. En Lorraine belge, cette espèce pionnière s'observe dans des milieux souvent anthropiques, en particulier dans les pelouses d'anciennes carrières de la cuesta sinémurienne (une dizaine de sites occupés au cours des 15 dernières années – obs. pers.) et très localement dans celles du domaine militaire de Lagland. Une petite population répartie sur moins de deux ares et éloignée de seulement 200 m de la station connue la plus proche, se maintient tant bien que mal dans la zone 2A-1 (Fig. 7). Selon les années, le nombre de pieds y varie entre 30 et 50. Le fort envahissement par *Pinus sylvestris* et *Cytisus scoparius*, allié à la densification du tapis graminéen et au développement de ronces, y constitue une grave menace. L'espèce est en danger et protégée au Luxembourg. Elle est très rare en Lorraine française où elle est également protégée.

Cochlearia danica. Indigène dans le district maritime, cette brassicacée halophile (coefficient salinité d'Ellenberg : 4) est en expansion ailleurs en Belgique où elle se développe principalement dans la bande d'accumulation des sels de déneigement, surtout le long des autoroutes et voies rapides (e.a. Robyns 1978 ; Mennema 1986 ; Zwaenepoel 1994 ; Havrenne 1995 ; Olivier 1996 ; Cochard 2005 ; Van Landuyt & Zwaenepoel 2006 : 297 ; Lambinon & Verloove 2012 : 270-271). La carte provisoire de répar-



Figure 7. Talus occupé par un fragment de lande à callune et pelouse sur sable, contigu à la lande de Lagland (28 juillet 2010). En 2014, *Botrychium lunaria* se maintenait malgré la forte croissance des pins et genêts. D'anciens tas de broyats ligneux altèrent cette petite aire de grand intérêt biologique.

tition wallonne (<http://biodiversite.wallonie.be/fr/atlas-permanent.html?IDC=807>, consulté en mars 2015) donne une image vraisemblablement incomplète de sa présence. Au niveau du segment autoroutier étudié, l'espèce a été détectée le long de 10 zones, mais il est probable qu'elle ait été sous-détectée, le bord de la chaussée n'ayant pu être échantillonné avec la même intensité partout. En Lorraine belge, elle a aussi été observée à proximité immédiate de l'autoroute. Un unique exemplaire a en outre été noté en 2011 et 2012 sur un trottoir en pleine ville d'Arlon (obs. B. Diethelm). L'installation de l'espèce jusqu'au cœur des villes a été mise en évidence dans plusieurs pays (Cochard 2005). Au Luxembourg, elle n'a été signalée que dans une seule maille de 1 × 1 km (Luxembourg). Elle est jusqu'à présent très rare en Lorraine française.

Dactylorhiza majalis. Cette espèce des prairies humides non ou peu amendées est rare et vulnérable en Flandre (Vanhecke 2006a : 331). Actuellement, elle n'est pas considérée comme menacée en Wallonie où elle reste assez fréquente dans les districts lorrain, mosan et ardennais méridional (Saintenoy-Simon et coll. 2006). Le long du segment autoroutier, elle a été notée dans 7 des 18 zones. Le nombre de pieds florifères y est faible, entre 1 et 15, dans quatre zones mais plus élevé dans les trois autres : 70 en 3B (2014 – Fig. 13), 70 en 2A-1 (2014) sur la berme de crête (nombre en augmentation depuis 2010) et entre 900 (2010) et 700 (2014) dans la zone 4B-1 où un comptage précis est malaisé en raison d'un broutage par les chevreuils plus ou moins important selon les années. La forte station de cette dernière zone, répartie sur quelques ares, a fait l'objet de deux relevés phytosociologiques (Tableau 4 : relevés n° 5 et 6 – Fig. 17). Sur le segment autoroutier, la présence d'autres taxons du groupe de *Dactylorhiza majalis*, et éventuellement d'hybrides, ne peut être exclue au vu de la variabilité des fleurs, des feuilles et de la vigueur des pieds. *Dactylorhiza majalis* est classé parmi les

espèces vulnérables et protégées au Luxembourg et est assez commun en Lorraine française.

Dactylorhiza du groupe de *D. maculata*. Le long de l'autoroute, les pieds de *Dactylorhiza* de ce groupe sont nettement moins répandus que ceux de *D. majalis* puisqu'ils n'ont été repérés que dans trois zones (plus de 300 pieds au total). *D. maculata* y a été reconnu avec certitude, notamment dans des lambeaux de lande à callune. En dehors de ceux-ci, l'hétérogénéité de la population rend l'identification incertaine, l'existence de *D. fuchsii* et d'hybrides étant possible, surtout dans la zone 2A-1 où *D. majalis* est aussi présent. Les *Dactylorhiza* de ce complexe poussent en différents points du domaine militaire voisin (e.a. Parent 1993 ; Delforge & Devillers 2013).

Dittrichia graveolens. Ce néophyte, observé pour la première fois en Belgique en 1895 (apparition initiale liée à l'industrie lainière dans la vallée de la Vesdre – Verloove 2006a), est naturalisé ou adventice dans divers habitats anthropiques, surtout depuis les années 1990. Il est encore en expansion en Belgique où il serait actuellement plus rare en Flandre qu'en Wallonie (Verloove 2006b, 2015). D'après les données wallonnes disponibles, il ne semble pas avoir été signalé à l'est de la Meuse. De nombreuses publications (voir Verloove 2015) relatent sa dispersion spectaculaire en Europe occidentale, plus récente que celle de *Senecio inaequidens*, autre espèce anémochore. Sa progression le long des autoroutes est bien documentée, particulièrement en Allemagne où il se développe plus massivement le long de la berme centrale que sur les accotements latéraux (e.a. Nowack 1993 ; Brandes 2009). En bordure de l'autoroute à Arlon, une population d'une centaine d'individus poussait en 2014 au niveau d'une bretelle d'accès de l'échangeur 30, sur une longueur de 10 m et une largeur de moins de 0,5 m, contre le caniveau (Fig. 8). L'astéracée y était accompagnée de *Spergularia marina*, *Puccinellia distans*, *Sonchus arvensis*, *Leontodon autumnalis*, *L. saxatilis*,... Son développement très tardif et sa floraison peu apparente rendent sa détection difficile. Sa croissance le long d'axes routiers

soumis à de fréquents épandages de sels témoigne d'une certaine halotolérance, non signalée par Ellenberg (2001). L'espèce n'est pas mentionnée dans la liste des plantes du Luxembourg et est très rare en Lorraine française où elle se rencontre aussi sur les bords d'autoroute (F. Verloove, comm. écrite).

Epipactis palustris. Cette orchidée des sols frais à humides, oligotrophes et basiques est très rare en Flandre où elle apparaît depuis peu dans des friches industrielles du port d'Anvers et du canal de Gand sous forme de grandes populations au maintien incertain (Van Landuyt 2006b : 371-372). Elle est menacée d'extinction en Wallonie. Elle y est la moins rare en Lorraine (Lambinon & Verloove 2012 : 1007-1008) où elle subsiste dans plusieurs marais, notamment en Haute Semois, dans quelques prairies humides non amendées et sur un cron. L'apparition de cet *Epipactis* dans des sites anthropiques récents a aussi été signalée près de Bruxelles et en Wallonie (Leten 1989), par exemple sur un rond-point d'autoroute à Grand-Bigard (Rommes & Tyteca 1980) et dans le périmètre de l'ancien circuit automobile de Nivelles (Evrard & Mast de Maeght 2009). Dans ce dernier site, la population, aujourd'hui disparue (M. Tanghe, comm. écrite), avait rapidement augmenté : 27 pieds comptabilisés en 2006 (obs. J.-L. Gathoye) et près de 200 en 2009 (Evrard & Mast de Maeght 2009). Le long de l'autoroute près d'Arlon, *E. palustris* pousse dans une seule zone (2A-1). La population, forte d'au moins 650 pieds fleuris en 2014, est à notre connaissance la plus importante de Lorraine belge. Elle forme une plage principale dans le bas du talus, sur une surface de moins de 2 ares (Tableau 4 : relevé n° 4 – Fig. 16), et quelques petits groupes répartis sur le talus et la berme de crête. L'origine de cette importante colonie, peut-être encore en expansion, reste indéterminée : elle ne fut détectée qu'en 2010 (obs. pers.) et est éloignée d'environ 3 km des populations les plus proches (marais du Landbruch, de Heinsch et de Fouches où l'espèce est connue depuis de nombreuses années – e.a. Parent 1966, 1973). L'espèce est en danger et protégée au Luxembourg. Elle est rare en Lorraine française.



Figure 8. Station de *Dittrichia graveolens* poussant contre le caniveau d'une bretelle d'accès (22 septembre 2014).



Figure 9. Bande quasi monospécifique de *Spergularia marina* entre la limite de l'asphalte et l'aplomb de la glissière de sécurité. Au-delà, *Leontodon saxatilis*, qui s'observe régulièrement tout près de la chaussée, confirmant ainsi sa légère tolérance vis-à-vis des sols salés. Sur le talus sableux, localement *Aira praecox*, *Myosotis discolor* et *M. ramosissima* (24 septembre 2014).

Leontodon saxatilis. Cette astéracée est assez commune en Flandre où elle connaît cependant un léger déclin (Van Landuyt 2006c : 533). En Wallonie, elle est assez rare à rare, et même très rare dans le district ardennais (Lambinon & Verloove 2012 : 756). Sa répartition en Lorraine belge (carte provisoire sur <http://biodiversite.wallonie.be/fr/atlas-permanent.html?IDC=807>, consulté en mars 2015) est probablement sous-documentée ; l'espèce s'observe notamment dans divers milieux anthropiques, comme des carrières, des pelouses de plusieurs cimetières et d'espaces verts urbains (Arlon) et des friches rases. En bord d'autoroute, elle a été notée dans 10 des 18 zones. Sa légère tolérance vis-à-vis des sols salés (Seybold *et al.* 1996 : 318-319 ; Oberdorfer 2001 : 979 ; Ellenberg 2001 – coeff S = 1) est confirmée par sa présence, parfois en abondance, contre la bande de forte accumulation des sels (Fig. 9). Au Luxembourg, l'espèce figure dans la Liste rouge parmi les taxons à la limite d'être menacés. Elle est assez rare en Lorraine française.

Myosotis discolor. Ce thérophyte pionnier et plutôt acidiphile est assez commun en Flandre (Van Landuyt 2006d : 599), davantage qu'en Wallonie. Il est répandu le long du segment autoroutier puisqu'il y a été observé dans 11 zones. Il est particulièrement abondant sur les terre-pleins de l'échangeur 30 où il avait déjà été détecté en 1996 (relevé dressé par M. Tanghe – GIREA 1997) ; dans les autres zones, il est en général assez localisé, parfois uniquement sur des fourmilières. Sa présence sur des espaces verts autoroutiers a été mise en évidence ailleurs en Wallonie (carte provisoire sur <http://biodiversite.wallonie.be/fr/atlas-permanent.html?IDC=807>, consulté en mars 2015). *M. discolor* figure dans la Liste rouge du Luxembourg comme espèce en danger, plus répandue toutefois dans la moitié nord du pays ; il y bénéficie d'une protection intégrale. En Lorraine française, il est très rare et limité à la moitié orientale de la région où les données sont très éparées.

Lambinon & Verloove (2012 : 567) indiquent : « deux sous-espèces peuvent sans doute être distinguées dans le territoire de la flore », à l'instar de Jauzein & Nawrot (2013 : 171). Ces taxons sont élevés au rang d'espèce par d'autres auteurs (e.a. Tison *et al.* 2014 : 1302, 1306 ; Tison & de Foucault, 2014 : 554). La majorité des échantillons collectés le long de l'autoroute, identifiés à l'aide de la clé de Lambinon & Verloove, seraient à rattacher à la sous-espèce *dubia* qui se rencontre surtout sur des sols non sablonneux frais à humides. La présence de la sous-espèce nominale n'est cependant pas exclue (observation d'une minorité de plantes à tige principale terminée par une paire de feuilles bractéales (sub)opposées). Ces deux taxons, qui peuvent cohabiter en un lieu (Tison *et al.* 2014 : 1306), mériteraient une attention particulière de la part des botanistes, leur distribution et leur fréquence restant à documenter.

Ophioglossum vulgatum. En Belgique, cette petite fougère est considérée comme assez rare dans les districts maritime et lorrain mais encore plus rare ailleurs (Lambinon & Verloove 2012 : 16). En Flandre comme en Wallonie, elle est manifestement en recul. En Lorraine belge, elle se rencontre notamment dans des prairies fraîches non améliorées, où sa détection peut s'avérer délicate en raison de sa taille parfois minuscule. Elle pousse aussi dans un secteur du terrain militaire de Lagland. Le long de l'autoroute, *O. vulgatum* n'a été détecté que dans des parties fraîches à humides de la zone 2A-1 où la population comptait en 2014 un minimum de 1800 pieds en majorité vigoureux, avec une densité pouvant atteindre les 50-70 pieds/m². Deux relevés de végétation ont été dressés sur des surfaces riches en *O. vulgatum* (Tableau 4 : relevés n° 2 et 3 – Fig. 15 du relevé 3). Cette station n'a été découverte qu'en 2010 (obs. pers.), mais elle devait exister depuis des années au vu de l'abondance des plants. Une population de plusieurs centaines de pieds croît dans un habitat analogue, une friche occupant un excédent d'em-

prise de la courte autoroute A28 à Aubange (obs. P. Ver-té), ouverte avant 1976. Ces deux populations de bords d'autoroute démontrent bien l'aptitude d'*O. vulgatum* à coloniser des milieux neufs (e.a. Saintenoy-Simon et coll. 2006 ; Tanghe 2011), à moins que l'espèce ne provienne des terres rapportées lors de l'édification de ces voiries. La fougère est en danger au Luxembourg et assez rare en Lorraine française. Elle bénéficie d'un statut de protection dans ces deux régions.

Spergularia marina. Indigène dans le district maritime, cet halophyte est, depuis les années 1990, en expansion dans l'intérieur du pays le long des autoroutes et routes importantes (e.a. Vanderpoorten 1997 ; Vannerom 1997 ; Saintenoy-Simon 2002 : 59-60; Vanhecke 2006b : 850 ; Lambinon & Verloove 2012 : 140). Sur les bords de l'autoroute E411, il s'observe au niveau des échangeurs 30 et



Figure 10. Talus de déblai de la zone 1A-3 couvert d'une prairie à *Arrhenatherum elatius* pauvre en dicotylées (e.a. *Leucanthemum vulgare*). Le pied du talus, contre le bois, est humide (22 juin 2014).



Figure 11. Sur le talus de la zone 3B, les hautes herbacées hygrophiles *Angelica sylvestris* et *Cirsium palustre* forment de vastes plages. *Lotus pedunculatus* y est abondant par endroits (31 juillet 2014).

31 où il forme des bandes denses contre la chaussée (Fig. 9); sa présence ailleurs est toutefois vraisemblable, les bordures de l'axe autoroutier étant restées sous-prospectées et la berme centrale non prise en compte. L'espèce est absente de la liste des plantes vasculaires du Luxembourg et est très rare en Lorraine française.

Végétation

La végétation des milieux herbacés du segment autoroutier n'a pas fait l'objet d'une étude détaillée. Seuls six relevés phytosociologiques ont été dressés, selon la méthode de Braun-Blanquet, dans deux zones particulièrement intéressantes. Les aires-échantillons, de 4 ou 16 m², sont positionnées selon un gradient croissant de l'humidité du sol : dans une aire sur sol sableux acide (relevé 1), deux plages riches en *Ophioglossum vulgatum* (relevés 2 et 3) et une surface occupée par *Epipactis palustris* (relevé 4) en 2A-1; dans une plage à *Dactylorhiza majalis* (relevé 5) et sur un étroit replat humide à *Caltha palustris* (relevé 6) à l'intérieur de la zone 4B-1 qui, contrairement à la zone 2A-1, n'a subi aucun entretien depuis 1979. Il faut rappeler que ce segment a été échantillonné en 1996 par le GIREA (1997) qui y a effectué un relevé phytosociologique dans 5 des 18 zones considérées ici (1A-2, 1A-3, 4A-2, 1B-3 et 4B-3).

La végétation des espaces herbacés se caractérise par une nette hétérogénéité qui exprime les gradients édaphique et hydrique résultant des importants travaux de terrassement menés lors de l'édification de l'axe autoroutier.

De grandes parties de talus de remblai diversement orientés sont couvertes d'une végétation élevée de prairie de fauche mésophile relevant de l'*Arrhenatherion elatioris* (Tanghe et al. 2005 ; CRNFB 2006), avec un cortège floristique plus ou moins appauvri (Fig. 10). *Arrhenatherum elatius* est accompagné entre autres par *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Heracleum sphondylium* et souvent *Crepis biennis*. Une variante nitrophile et rudérale, riche en *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Cirsium arvense* et localement *Anthriscus sylvestris*, occupe des surfaces plus ou moins importantes. Des massifs de *Rubus idaeus* et *Rubus* sp. se développent çà et là. Au sein de ces vastes arrhénathéraies sont enclavées, aux endroits plus humides, des plages en expansion d'*Angelica sylvestris*, *Cirsium palustre* et *Phalaris arundinacea* (Fig. 11). *Cirsium oleraceum* est par contre beaucoup moins abondant.

Sur certaines parties plus sèches des terre-pleins (Fig. 12), la strate herbacée est dominée notamment par *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca* spp. et *Luzula campestris*. *Saxifraga granulata* y est abondant localement. En quelques points s'observe une friche sur substrat sec, notamment en 2A-1 où se maintient *Carlina vulgaris*. Quatre petites surfaces au sol sableux sec et acide, situées dans les zones 1A-4, 2A-1 et 1B-3, sont occupées par une plage relevant de la lande à *Calluna vulgaris* et *Genista pilosa*. Une station de *Botrychium lunaria* (voir commentaire floristique – Fig. 7) croît dans l'une d'elles (2A-1).

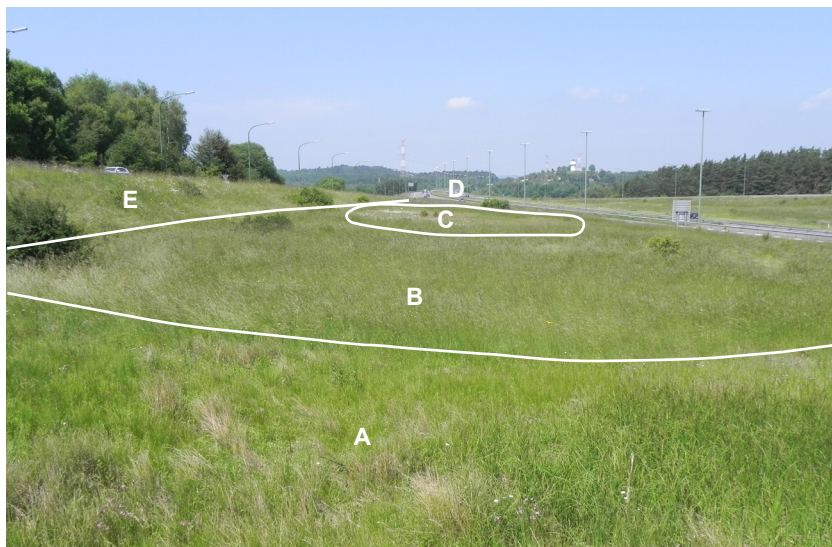


Figure 12. Terre-plein sud de l'échangeur 31 : vue est-ouest prise du pont de la N 81. Succession de parties humides et sèches : A = zone humide au pied du talus, avec *Juncus* spp., *Carex acuta*, *C. disticha*, *Pulicaria dysenterica*, *Cirsium palustre*, *Lychnis flos-cuculi*, ... ; B = arrhénathéraie pauvre en espèces ; C = partie sur sol sec riche en *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca* du groupe de *F. ovina*, *Luzula campestris*, *Saxifraga granulata*, *Leucanthemum vulgare*, ... ; D = partie plus humide à *Cirsium palustre*, *Juncus conglomeratus*, *Carex ovalis*, *Cardamine pratensis*, etc. ; E = talus de remblai dominé par *Arrhenatherum elatius* (8 juin 2014).



Figure 13. Bande humide de la zone 3B, marquée par la présence de buissons de saules. *Dactylorhiza majalis* y pousse aux côtés de *Juncus acutiflorus*, *Carex disticha*, *Lychnis flos-cuculi*, *Galium palustre*, *G. uliginosum*, ... Une station de *Platanthera chlorantha* croît contre cette bande (6 juin 2014).

Au niveau des parties plus humides des talus de remblai (Fig. 13) ou de certains terre-pleins (Fig. 12) et à l'emplacement d'anciennes ornières, pousse une végétation nettement hygrophile comportant des plages de *Juncus acutiflorus*, jonc abondant sur le segment, *J. conglomeratus*, *J. effusus* et *Carex disticha*. Le talus 4B-1 est pourvu de deux suintements à *Caltha palustris*. Au pied du talus de la zone 1A-3 (Fig. 10), la végétation du fossé et de ses abords immédiats se caractérise par l'existence de quelques espèces de tourbières (*Carex echinata*, *Viola palustris* et *Sphagnum* sp.).

• Relevés phytosociologiques (Tableau 4)

Le relevé 1 (Fig. 14), dressé en août 2009, est voisin d'une petite plage de *Calluna vulgaris* et *Genista pilosa*. Établi sur un sol sableux sec, il est dépourvu d'*Arrhenatherum elatius* et la strate herbacée y est dominée, parmi les poacées, par *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis capilla-*

ris, *Festuca filiformis* et *Danthonia decumbens*. *Daucus carota* y est abondant, de même que *Lotus corniculatus* et *Hieracium pilosella*. La présence de plusieurs acidiphiles témoigne de l'acidité du substrat. En 2014, en l'absence de tout entretien depuis 2007, les ligneux ont commencé à envahir la surface-échantillon. On constate actuellement l'apparition d'*Arrhenatherum elatius* et d'*Achillea millefolium*, l'accroissement du recouvrement de *Leucanthemum vulgare*, *Centaurea jacea* et *Danthonia decumbens*, la forte régression de *Daucus carota* et *Lotus corniculatus*, et la disparition d'*Aira caryophylla*.

Les relevés 2 et 3, tous deux localisés en berme de crête sur un substrat vraisemblablement marneux, se distinguent par l'abondance d'*Ophioglossum vulgatum* (coefficient 2a), ptéridophyte caractéristique de l'alliance du *Molinion caeruleae* (e.a. Royer et al. 2006 : 49). À côté de diverses espèces prairiales mésohygrophiles, parmi lesquelles *Arrhenatherum elatius* et *Holcus lanatus*, les

Tableau 4. Relevés phytosociologiques (méthode de Braun-Blanquet ; + : < 1% ; 1 : 1-5% ; 2a : 5-15% ; 2b : 15-25% ; 3 : 25-50% ; 4 : 50-75% ; 5 : > 75%) réalisés dans deux zones du segment autoroutier, sur des surfaces de 4 ou 16 m², suivant un gradient croissant de l'humidité du sol. Les taxons sont classés selon leur appartenance aux groupes socio-écologiques (*sensu* Stieperaere & Franssen 1982) et par ordre de fréquence décroissante au sein de ces groupes. La nomenclature des taxons suit celle de Lambinon & Verloove (2012).

N° du relevé	1	2	3	4	5	6
Localisation sur le segment autoroutier	2A-1	2A-1	2A-1	2A-1	4B-1	4B-1
Surface (m²)	16	4	4	16	16	16
Date	17-08-2009	31-05-2012	31-05-2012	26-06-2012	28-05-2012	30-05-2012
Recouvrement de la strate arbustive (%)	0	0	0	6	6	0
Recouvrement de la strate herbacée (%)	97	90	60	80	70	85
Nombre de taxons de spermatophytes et ptéridophytes	39	34	26	28	30	22
Strate arbustive						
<i>Salix</i> sp.	.	.	.	2a	2a	.
Strate herbacée						
Plantes prairiales mésohygrophiles						
<i>Holcus lanatus</i>	1	2a	1	1	+	+
<i>Ranunculus acris</i>	+	1	1	+	1	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	2a	2a	2a	+	1
<i>Plantago lanceolata</i>	1	1	+	+	2a	.
<i>Poa pratensis</i>	.	1	+	+	+	+
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	.	1	+	+
<i>Cardamine pratensis</i>	.	2a	1	+	1	+
<i>Centaurea jacea</i>	1	1	1	2a	.	.
<i>Festuca rubra</i>	.	+	+	.	2a	+
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	1	2a	2a	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	+	1	2a	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2a	1	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	2b	+	.	.	.	.
<i>Crepis biennis</i>	+	.	.	.	1	.
<i>Prunella vulgaris</i>	+	.	.	.	1	.
<i>Saxifraga granulata</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Tragopogon pratensis</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	1	+	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	+	.	1	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Festuca</i> du groupe de <i>F. ovina</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Senecio erucifolius</i>	.	.	2a	.	.	.
<i>Taraxacum</i> sp.	.	.	.	.	+	.
Plantes prairiales hygrophiles						
<i>Lotus pedunculatus</i>	+	1	+	1	+	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	+	1	1	1
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	1	+	2a
<i>Dactylorhiza majalis</i>	.	.	.	.	2a	1
<i>Carex disticha</i>	.	.	.	.	1	3
<i>Ajuga reptans</i>	.	1	+	.	.	.
<i>Caltha palustris</i>	.	.	.	.	.	2b
<i>Hypericum tetrapterum</i>	.	.	.	.	.	+
Espèces des pelouses sur sol sec non ou peu calcaire, à pH neutre à basique						
<i>Lotus corniculatus</i>	2a	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	2a	.	.	.	.	.
<i>Phleum</i> cf. <i>nodosum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Vicia sativa</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Galium verum</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Myosotis discolor</i>	.	+	.	.	.	.
Espèces des pelouses sur sol sec à pH acide						
<i>Luzula campestris</i>	+	+	.	+	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	2a	+	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	+	.	1	.	.

[Suite du tableau 4]	1	2	3	4	5	6
<i>Festuca filiformis</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Aira caryophylla</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	+	.	.	.	.	.
Espèces des pelouses sur sol sec calcaire						
<i>Linum catharticum</i>	+	.	.	+	+	.
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Carex flacca</i>	.	.	.	.	+	.
Pionnières des milieux artificiels perturbés						
<i>Equisetum arvense</i>	.	+	+	+	+	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	+	.	+	1
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	1	1	.	.	.
<i>Campanula rapunculus</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Crepis capillaris</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	+	.	.	.	.	.
Pionnières des milieux semi-naturels perturbés sur sol humide à mouillé						
<i>Carex hirta</i>	.	+	1	+	.	.
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	+	+	2a
<i>Ranunculus repens</i>	.	1	+	.	.	.
<i>Juncus inflexus</i>	.	.	.	.	2a	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	1	.	.	.	.
Espèces des mégaphorbiaies						
<i>Angelica sylvestris</i> (pl ou juv sauf 6)	.	.	.	+	+	2a
<i>Epilobium parviflorum</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	+	.	.
Plantes des landes, tourbières et pelouses						
<i>Galium uliginosum</i>	.	.	.	2a	+	1
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	.	2a	2a	+	.	.
<i>Carex panicea</i>	.	1	.	.	+	.
<i>Dactylorhiza</i> du groupe de <i>D. maculata</i>	+	.	.	1	.	.
<i>Juncus acutiflorus</i>	.	.	.	.	1	2a
<i>Carex pilulifera</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Danthonia decumbens</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Epipactis palustris</i>	.	.	.	2a	.	.
<i>Hypericum maculatum</i>	.	.	.	.	.	+
Espèces des coupes et lisières						
<i>Heracleum sphondylium</i> (pl)	.	+	+	+	.	.
<i>Centaurium erythraea</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Cruciata laevipes</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i> (pl)	.	+	.	.	.	.
Espèces forestières						
<i>Betula pendula</i> (juv)	1	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i> (pl)	+	.	.	.	.	.
<i>Salix</i> sp. (juv)	+	.	.	.	.	.
<i>Hieracium sabaudum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Prunus serotina</i> (pl)	.	+	.	.	.	.
<i>Neottia ovata</i>	.	.	+	.	.	.

relevés comprennent *Tanacetum vulgare* et quelques espèces indicatrices d'une certaine humidité du sol, comme *Lotus pedunculatus*, *Ranunculus repens* et *Carex hirta*. Le relevé 2 montre une diversité spécifique plus grande, avec notamment *Carex panicea* et *Anacamptis pyramidalis*. Dans le relevé 3 (Fig. 15), *Senecio erucifolius* domine la phénophase de fin d'été.

Le relevé 4 est situé dans le bas du talus (Fig. 16), sur un substrat plus humide, comme en témoigne la présence d'espèces plus hygrophiles : *Epipactis palustris*, mais aussi *Cirsium palustre*, *Galium uliginosum*, *Potentilla anserina*, *Lotus pedunculatus* et *Lychnis flos-cuculi*. *Ophioglos-*

sum vulgatum y est beaucoup moins abondant (20 pieds).

Les relevés 5 et 6, tous deux dressés sur un grand talus de remblai non gérés depuis 1979, se caractérisent par une abondance accrue des plantes hygrophiles, prairiales ou non. Le relevé 5 (Fig. 17) héberge une petite partie de la population de *Dactylorhiza majalis* de cette zone. L'orchidée y pousse en compagnie de *Juncus inflexus*, *J. acutiflorus*, *Carex disticha* et *Lychnis flos-cuculi*, et d'un lot d'espèces généralistes des prairies mésophiles, *Arrhenatherum elatius* y étant cependant peu répandu. Le relevé 6, situé sur un étroit replat marécageux, se distingue par l'abondance de *Carex disticha*, *Caltha palustris*, *Juncus*

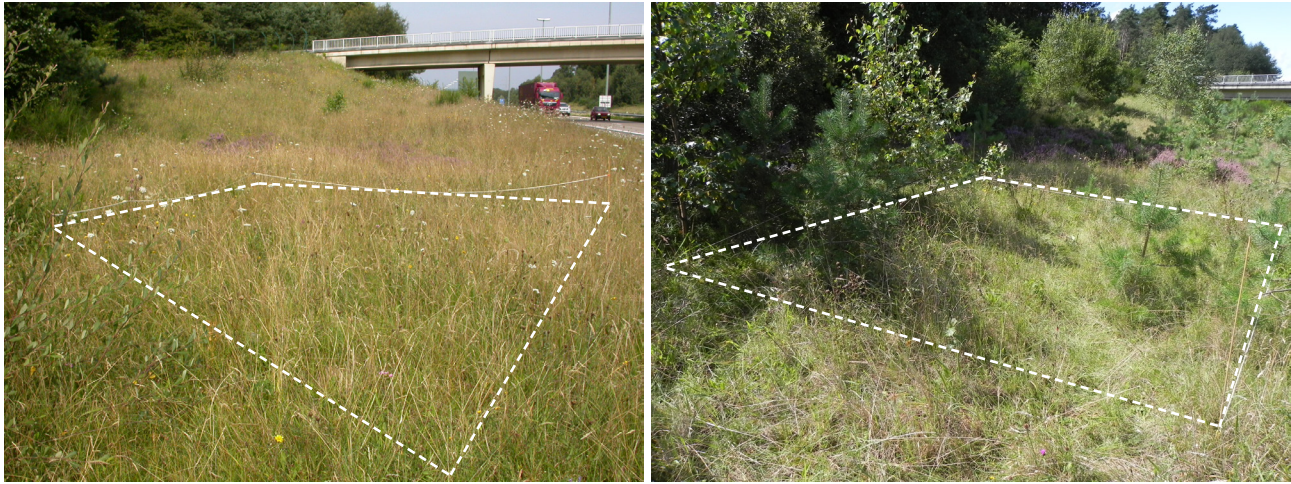


Figure 14. Relevé 1 : état le 17 août 2009 (à gauche) et le 19 août 2014 (à droite).



Figure 15. Relevé 3 : la strate herbacée n'y a plus été fauchée depuis 2007, avec comme conséquence un important feutrage sec qui peut entraver la croissance des pieds d'*Ophioglossum vulgatum* (à droite) dont le nombre dépasse les 170 sur ce relevé (31 mai 2012).



Figure 16. Partie du relevé 4 au moment de la floraison d'*Epipactis palustris* et de *Dactylorhiza* du groupe de *D. maculata* (19 juillet 2012).

acutiflorus, *Cirsium palustre*, *Angelica sylvestris* et *Potentilla anserina*. *Dactylorhiza majalis* y est moins abondant. Le nombre de pieds de *D. majalis* est resté stable entre 2012 et 2014 dans les deux aires-échantillons.

Conclusion

La richesse floristique des dépendances vertes de l'autoroute E411 près d'Arlon est importante : au moins 371 espèces, soit près de 25% de la flore vasculaire de Wallonie (sur base de la liste de Delescaille & Saintenoy-Simon 2006) sur une surface approximative de 16 ha. C'est en 1979 qu'ont été réalisés les engazonnements par semis d'un mélange composé (essentiellement ou uniquement) de graminées (*Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Agrostis capillaris* et *Lolium perenne* – informations fournies par la DGO1). La végétation actuelle de ces espaces verts est par conséquent le résultat d'une évolution spon-



Figure 17. Relevé 5 le 28 mai 2012, au moment de la floraison de *Dactylorhiza majalis*. Les buissons de *Salix* sp. commencent à envahir la partie humide du talus.

tanée s'étalant sur 35 années. Les facteurs de la diversification floristique sont multiples, notamment :

- l'environnement de l'axe autoroutier : le segment étudié traverse des milieux biologiquement riches, en particulier le domaine militaire de Lagland où se maintiennent des habitats de grand intérêt : pelouses sur sable acide, landes à callune, nardaies, tourbières,... Ce vaste terrain militaire héberge d'ailleurs la quasi-totalité des espèces d'intérêt patrimonial détectées le long de l'autoroute ;
- la dissémination d'espèces à partir de populations proches : l'apparition de certains taxons, surtout anémochores, pourrait s'expliquer par ce processus. L'axe autoroutier agit aussi comme voie de dispersion, y compris pour des néophytes, par exemple *Senecio inaequidens* (Lambinon & Verloove 2012 : 739) et *Pastinaca sativa* subsp. *urens* (Lambinon & Verloove 2012 : 523-524) ; les engins utilisés pour l'entretien des espaces verts interviennent sans aucun doute dans la dissémination de certains taxons (e.a. Zwaenepoel & Hermy 1999) ;
- l'éventuel stock grainier des terres allochtones déversées sur les talus surtout de remblai lors de l'édification de l'autoroute ; ces terres rapportées ont aussi pu contenir des fragments de rhizomes ou de stolons d'espèces pérennes (Tanghe 1986) ;
- les caractéristiques des sols (texture, humidité, pH,...), assez diversifiés sur le segment ;
- les modalités de l'entretien des milieux herbeux des talus de déblai et des terre-pleins (Tableau 1), notamment la fréquence, la hauteur et la période des interventions, l'exportation ou non des résidus et le débroussaillage des ligneux ;
- les perturbations du sol provoquées par des engins (notamment sur les bordures de sécurité fauchées chaque année) ou par des animaux (taupinières, terriers, fourmilières,...) : les surfaces ainsi dénudées favorisent le développement de thérophytes, peu résistants à la concurrence ;
- les apports de sels de déneigement et déverglaçage : ils influencent directement la composition floristique de la bande contre la voirie.

L'hypothèse d'un éventuel accroissement de la richesse floristique depuis 10 ou 20 ans est impossible à vérifier, aucune étude n'ayant été menée auparavant, à l'exception de la réalisation des cinq relevés phytosociologiques dressés en 1996 par le GIREA (1997) dans 5 des 18 zones, non répétés depuis.

La flore recensée sur cette courte portion de la E411 est globalement moins diversifiée que celle d'un autre site anthropique de Lorraine belge, éloigné de 450 à 2.100 m du segment autoroutier : la gare ferroviaire de Stockem (Remacle 2014a) qui accueille un minimum de 420 espèces (période 2008-2013) mais pour une surface presque triple (45 ha). La proportion des espèces protégées et/ou menacées y est analogue (5,1% contre 5,7% dans la gare). Le spectre biologique de la flore inventoriée le long de l'autoroute diffère quelque peu de celui mis en évidence dans ce site ferroviaire : les abords de la voirie abritent, comme attendu, proportionnellement moins de thérophytes (20% contre 28%) et plus d'hémicryptophytes (55% contre 49%). En outre, le pourcentage de néophytes (6,1%) y est relativement faible comparé à celui obtenu dans cette gare (18%). La colonisation des abords autoroutiers par les espèces étrangères est logiquement moins aisée que celle des étendues ferroviaires plus ou moins dénudées, où la compétition interspécifique est réduite (Remacle 2014a, b).

Ce segment autoroutier figure sans conteste parmi les plus intéressants de l'autoroute E411. Son intérêt biologique, resté insoupçonné jusqu'en 2009, ne se résume pas à sa flore. Ses espaces verts hébergent en effet des espèces animales remarquables, en particulier le reptile *Lacerta agilis*, le lépidoptère rhopalocère *Melitaea cinxia* et l'orthoptère *Decticus verrucivorus* (obs. A. Remacle & J.-P. Jacob).

Comme indiqué précédemment (Tableau 1), aucune gestion n'a été mise en œuvre depuis 2008 sur la plus grande partie de ce segment de la E411 ; de plus, les talus de remblai n'ont jamais été fauchés ni débroussaillés depuis la création de l'autoroute. L'impact du manque d'entretien, positif ou négatif selon les lieux, les communautés

végétales et les espèces de la flore et de la faune, n'a pas été évalué dans le cadre de la présente étude, axée sur l'intérêt botanique et faunistique du site. Des propositions de gestion écologique différenciée visant les zones ou parties de zones à forte biodiversité ont été soumises à la DGO1, l'objectif principal étant la sauvegarde des espèces et habitats les plus remarquables : entre autres, contrôle des ligneux avec maintien ponctuel d'espèces offrant un intérêt biologique (notamment les *Salix*), restauration et gestion des fragments de callunaie, adoption d'un régime de fauches annuelles ou non avec exportation et maintien de zones refuges, éradication des espèces invasives (en particulier *Prunus serotina*) (Jacob & Remacle 2011).

Remerciements. – Je tiens à remercier Jean-Paul Jacob pour son appui sur le terrain, sa relecture critique du manuscrit et ses nombreuses suggestions, Filip Verloove pour les identifications ou contrôles de plusieurs néophytes et sa relecture du texte, André Burnotte et Benoît Depienne pour les renseignements relatifs à la construction, à l'aménagement et à l'entretien des dépendances vertes de l'autoroute, Martin Tanghe et Monique Vancraenenbroeck pour les informations relatives aux conventions GIREA-DGO1, ainsi que Brigitte Diethelm, Bruno Petrement et Patrick Verté pour les indications sur la répartition de certaines espèces en Lorraine belge. Je remercie aussi la Direction générale opérationnelle Routes et Bâtiments de m'avoir autorisée à réaliser des prospections le long du segment autoroutier étudié, ainsi que les autorités militaires du camp Lagland qui m'ont permis d'accéder à certains talus via leur domaine.

Littérature

- Belanger I., Boulvain F., Laloux M. & Monteyne R. (non publié) – Carte géologique de Wallonie 68/7-8, SPW – DGARNE version provisoire. [<http://carto1.wallonie.be/geologie/viewer.htm>, consulté le 20 février 2015].
- Binet V., Bodart E., Degives V., Modolo M. & Putzeys V. (2013) – La Wallonie en routes. *Vivre la Wallonie* n° 19 : 13-27.
- Brandes D. (2009) – Autobahnen als Wuchsorte und Ausbreitungswege von Ruderal- und Adventivpflanzen. *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 8(2) : 373-394. [<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00031185>]
- Cochard P.-O. (2005) – *Cochlearia danica* L., une halophyte adventice des autoroutes. *Symbioses* nouvelle série n° 13 : 69-74. [http://pierreo.cochard.free.fr/cv_poc/Cochard_Cochlearia.pdf]
- Colling G. (2005) – Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. *Ferrantia* 42 : 5-77.
- CRNFB (Ed.) (2006) – Cahiers « Natura 2000 ». Habitats de l'Annexe I de la Directive Habitats présents en Wallonie. Version 3 provisoire, avril 2006, non publié. Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Ministère de la Région wallonne, 580 p.
- Delescaille L.-M. & Saintenoy-Simon (2006) – L'érosion de la biodiversité : les plantes vasculaires. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. Gembloux, Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois et Bruxelles, Association pour l'Etude de la Floristique, 25 p. [<http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?page=don4&myid=63&name=Les%20plantes%20vasculaires%20&alias=Les-plantes-vasculaires>]
- Delforge P. & Devillers P. (2013) – Section Orchidées d'Europe. Bilan des activités 2011-2012. *Les Naturalistes belges* 94 (Orchid. 26) : 1-26.
- De Sloover J. (1975) – L'autoroute comme barrière écologique et voie de pénétration biotique. In : Comptes rendus du colloque tenu à Louvain-la-Neuve les 17, 19 et 24 mars 1975 : 61-70. Louvain-la-Neuve, Laboratoires d'écologie végétale et d'écologie animale.
- Ellenberg H. (2001) – Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus). In : Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V. & Werner W., Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. *Scripta Geobotanica* 18 : 9-166.
- Evrard D. & Mast de Maeght J. (2009) – L'ancien circuit automobile de Nivelles-Baulers : une très intéressante station d'Orchidées dans le Brabant Wallon (Belgique). *Les Naturalistes belges* 90 (hors série) : 39-45.
- Froment A. & Joye C. (1986) – Vers une gestion écologique des espaces verts routiers. *Les Naturalistes belges* 67 : 97-116.
- Floraine (2013) – Atlas de la Flore Lorraine. Editions Vent d'Est, 1296 p.
- GIREA (1997) – Bases écologiques de la gestion des espaces verts herbacés le long des autoroutes de la Région wallonne. Autoroute E411. Convention d'études J. Bauvin. Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports, Direction Générale des Autoroutes et Routes. [Rapport interne non publié]
- GIREA (1999) – Etude relative aux aspects technico-économiques de la gestion des espaces verts herbacés. Application au modèle de l'autoroute E411. Convention d'études J. Bauvin. Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports, Direction Générale des Autoroutes et Routes. [Rapport interne non publié]
- Havrenne A. (1995) – *Cochlearia danica*, plante halophile nouvelle pour le Hainaut. *Natura Mosana* 48 : 68-69.
- Jacob J.-P. & Remacle A. (2011) – Intérêt biologique de l'autoroute E411 entre les kilomètres 173,2 et 176,9 et propositions de modalités de gestion. Rapport final de la convention Aves – Département Nature et Forêt, DGARNE « Appui à la mise en œuvre du plan d'action pour le lézard des souches et expertise herpétologique et ornithologique ». [Rapport non publié]
- Jauzein P. & Nawrot O. (2013) – Flore d'Ile-de-France. Clés de détermination, taxonomie, statuts. Toulouse, Editions Quae, coll. Guide pratique, 608 p.
- Lambinon J. & Verloove F. (& coll.) (2012) – Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes), éd. 6. Meise, Ed. Patrimoine Jard. Bot. Nat. Belgique. CXXXIX + 1195 p.
- Leten M. (1989) – Distribution dynamics of orchid species in Belgium : past and present distribution of thirteen species. *Mémoire de la Société Royale de Botanique de Belgique* 11 : 133-155.
- Meerts P. (1997) – Une importante station d'Ophrys apifera et Lathyrus nissolia à Zaventem. *Dumortiera* 68 : 27-28.

- Meeuwis R. (2006) – *Anacamptis pyramidalis* (L.) L.C.M. Rich. In : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 135. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Mennema J. (1986) – *Cochlearia danica* L. op weg naar de binnenlanden van België en West-Duitsland. *Dumortiera* 34-35 : 139-142.
- Naveau F. (1993) – Approche écologique de la gestion des bords de routes. Application au Parc naturel de la Burdinale et de la Mehaigne. [Mémoire, ISI Huy]
- Nowack R. (1993) – Massenvorkommen von *Dittrichia graveolens* (L.) Greut. (Klebriger Alant) an Autobahnen in Süddeutschland. *Flor. Rundbr.* 27(1) : 38-40.
- Oberdorfer E. (2001) – Pflanzen-sociologische Exkursions-flora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl. Stuttgart, Ulmer, 1051 p.
- Olivier J.-F. (1996) – Nouvelles stations de *Cochlearia danica* L. près de Bruxelles. *Dumortiera* 66 : 1-3.
- Parent G.H. (1966) – Rapport sur l'opportunité de la sauvegarde et l'urgence du classement du site du Landbrouch en limite septentrionale du terrain militaire de Stockem (province de Luxembourg). 15 p. [Document non publié]
- Parent G.H. (1973) – Les sites Jean Massart du Bas Luxembourg. *Parcs nationaux*, monographie n° 10, 111 p.
- Parent G.H. (1993) – Les Orchidées du terrain militaire de Stockem-Lagland (Arlon, Belgique). *Les Naturalistes belges* 74 : 86-92.
- Remacle A. (2014a) – Flore et végétation de la gare de triage de Stockem à Arlon (Belgique). *Natura Mosana* nouvelle série 67(2) : 1-24.
- Remacle A. (2014b) – *Epilobium brachycarpum* (Onagraceae) et *Chondrilla juncea* (Asteraceae), néophytes établis à Arlon (province de Luxembourg, Belgique). *Dumortiera* 105 : 9-12.
- Robyns J. (1978) – Floristische mededelingen : *Cochlearia danica* te Ezemaal. *Dumortiera* 10 : 296.
- Rommes J. & Tyteca D. (1980) – Une importante station à *Dactylorhiza* aux portes de l'agglomération bruxelloise. *Dumortiera* 17 : 14-15.
- Royer J.-M., Felzines J.-C., Misset C. & Thévenin S. (2006) – Synopsis commenté des groupements végétaux de la Bourgogne et de la Champagne-Ardenne. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* N.S. n° spéc. 25, 394 p.
- Saintenoy-Simon J. (2002) – Trouvailles floristiques récentes en Wallonie, dans le Grand-Duché de Luxembourg et dans le nord de la France. *Adoxa* 30-31 : 21-64.
- Saintenoy-Simon J. (coll. Barbier Y., Delescaille L.-M., Dufrêne M., Gathoye J.-L. & Verté P.) (2006) – Première liste des espèces rares, menacées et protégées de la Région wallonne (Ptéridophytes et Spermatophytes). Version 1 du 7/3/2006. [<http://biodiversite.wallonie.be/fr/plantes-protegees-et-menacees.html?IDC=3076>, consulté le 4 mars 2015]
- Saintenoy-Simon J., Rommes J. & Verhelpen B. (2011) – *Ophrys apifera* aux abords de Bruxelles (Zellik/Asse). *Adoxa* 68 : 20-24.
- Seybold S. *et al* (1996) – *Leontodon saxatilis* Lam. 1779. In : Sebald S., Seybold S., Philippi G. & Wörz A. (eds), Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 6. Valerianaceae bis Asteraceae : 318-319. Stuttgart, Ulmer.
- Stieperaere H. & Franssen K. (1982) – Standaardlijst van de Belgische vaatplanten, met aanduiding van hun zeldzaamheid en socio-oecologische groep. *Dumortiera* 22 : 1-41.
- Tanghe M. (1986) – Approche floristique et phytoécologique des espaces verts autoroutiers de la Moyenne Belgique (Brabant-Hainaut). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 119 : 22-34.
- Tanghe M. (1993) – Les routes et leurs abords : une chance pour la nature ? *Les Cahiers du MET*. Collection Actualités 3 : 1-11.
- Tanghe M. (2001) – Intérêt écologique et gestion des dépendances vertes autoroutières en Région wallonne. In : Actes du colloque d'hommage à Jacques Duvigneaud, Bruxelles, le 20 octobre 2001, Amicale européenne de Floristique : 73-86.
- Tanghe M. (2003) – Flore et végétation des espaces verts autoroutiers : leur capacité de récupération spontanée d'un état semi-naturel. *Les Naturalistes belges* 84(2-3-4) : 39-58.
- Tanghe M. (2010) – Intérêt phytoécologique de l'« aire de Francorchamps », station d'essence et parking VIP potentiels de l'autoroute A27-E42. *Adoxa* 64 : 7-18.
- Tanghe M. (2011) – *Dactylorhiza incarnata* et *Ophioglossum vulgatum* dans l'ancienne sablière de Gentissart (RN provinciale – Mellery – Villers-la-Ville). *Adoxa* 69-70 : 15-22.
- Tanghe M., Godefroid S. & Vancraenenbroeck M. (2005) – Flore et végétation des bords de routes en Wallonie. Ministère de la Région Wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Travaux n° 28, 150 p.
- Tison J.-M. & de Foucault B. (coords) (2014) – Flora Gallica. Flore de France. Mèze, Biotope, XX + 1196 p.
- Tison J.-M., Jauzein P. & Michaud H. (2014) – Flore de la France méditerranéenne continentale. Naturalia Publications.
- Tyteca D. (2008) – Atlas des Orchidées de Lesse et Lomme. Série « Faune-Flore-Habitats » n° 3. Gembloux, Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, 216 p.
- Vanderpoorten A. (1997) – *Spergularia marina* (L.) Besser en région bruxelloise, un nouvel exemple de l'intrusion des halophytes à l'intérieur des terres. *Dumortiera* 67 : 2-7.
- Van de Vijver B. (2006) – *Ophrys apifera* Huds. In : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 626-627. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Vanhecke L. (2006a) – *Dactylorhiza majalis* (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerh. In : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 331. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Vanhecke L. (2006b) – *Spergularia marina* (L.) Besser. In : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 850. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Van Landuyt W. (2006a) – *Atriplex littoralis* L.: In : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 172. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Van Landuyt W. (2006b) – *Epipactis palustris* (L.) Crantz. In : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen

- ren en het Brussels gewest : 371-372. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Van Landuyt W. (2006c) – *Leontodon saxatilis* Lam. *In* : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Brecht P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 533. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Van Landuyt W. (2006d) – *Myosotis discolor* Pers. *In* : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Brecht P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 599. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Van Landuyt W. & Zwaenepoel A. (2006) – *Cochlearia danica* L. *In* : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Brecht P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 297. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Vannerom H. (1997) – *Spergularia marina* als bermhalofyt te Diest. *Dumortiera* 68 : 31.
- Verloove F. (2006a) – Catalogue of neophytes in Belgium (1800-2005). *Scripta Botanica Belgica* 39. [http://alienplantsbelgium.be/sites/alienplantsbelgium.be/files/tabel_2.pdf]
- Verloove F. (2006b) – *Dittrichia graveolens* (L.) Greuter. *In* : Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Brecht P., Vercruysse W. & De Beer D., Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels gewest : 345-346. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer.
- Verloove F. (2015) – *Dittrichia graveolens*. *In* : Verloove F., Manual of the alien plants of Belgium. [<http://alienplantsbelgium.be/content/dittrichia-graveolens#>], consulté le 26.02.2015]
- Zwaenepoel A. (1993) – Beheer en typologie van wegbarmvegetaties in Vlaanderen. Gent, Univ. Gent. [Doctoraatsverhandeling]
- Zwaenepoel A. (1994) – *Cochlearia danica* L. als bermhalofyt langs verkeerswegen in het Vlaamse binnenland. *Dumortiera* 55-57 : 43-49.
- Zwaenepoel A. (1996) – Wegbermen in Vlaanderen : een refugium voor botanische zeldzaamheden. *Dumortiera* 64 : 25-35.
- Zwaenepoel A. & Hermy M. (1999) – Een landbouwtractor als vector in de verspreiding van zaden van plantensoorten langs wegbermen. *Dumortiera* 73 : 2-8.