

# INVENTAIRE ET CARACTÉRISATION DES SITES CALAMINAIRES EN RÉGION WALLONNE

par

Eric **GRAITSON** (\*)

## 1. Introduction

Les sites calaminaires <sup>(1)</sup>, c'est-à-dire renfermant des teneurs importantes en métaux lourds (zinc et plomb essentiellement), constituent des milieux de vie particuliers. Ces milieux se caractérisent principalement par des pelouses, généralement ouvertes. On distingue trois origines à ces pelouses (DUVIGNEAUD & al. 1993) :

1. Les sites primaires : la nature et la composition des minéraux constitutifs des roches du sous-sol induisent dans certains sols superficiels des teneurs naturellement élevées en métaux lourds. Ces zones sont en équilibre naturel et colonisées par une végétation particulière, métallo-résistante, qui occupe l'emplacement d'anciens gisements et filons métallifères.
2. Les sites secondaires : l'exploitation minière, le traitement des minerais, leur stockage, la manufacture des produits finis et la mise en décharge des déchets liés à ces activités entraînent la constitution de terils ou haldes calaminaires. Il arrive aussi qu'à la faveur des crues, des zones alluviales soient enrichies en métaux lourds provenant des

(\*) aCREA – Université de Liège, Sart Tilman, B22, B-4000 Liège, Belgique. E-mail : e.graitson@ulg.ac.be.

(1) Calaminaire : vient de Calamine, nom donné à un minerai de Zn silicaté. Il s'applique par extension à tous les milieux renfermant des teneurs élevées en Zn et certains autres métaux lourds souvent associés au précédent (Pb et Cd).

haldes situées plus en amont. Le fait est bien connu au nord-est de la Belgique, dans la vallée de la Gueule.

3. Les sites tertiaires : l'exploitation industrielle des minerais entraîne l'émission et la dispersion dans l'atmosphère de particules métalliques et de fumées riches en oxydes acides ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,...). Ces fumées et ces retombées atmosphériques conditionnent la transformation du tapis végétal initial en agissant sur les organes des plantes, en contaminant le sol et en l'acidifiant. En outre, ces retombées bloquent les processus de décomposition de la matière organique qui dès lors s'accumule et favorise les incendies.

L'existence d'une flore et d'une végétation particulières aux sols riches en métaux lourds, zinc et plomb principalement, dans le nord-est de la Wallonie et en Rhénanie aux environs d'Aix-la-Chapelle est un fait bien connu depuis longtemps.

Cette flore, d'un intérêt scientifique particulier, a suscité de nombreux travaux. En effet, les problèmes posés par une telle flore sont multiples et se placent à la fois sur les plans taxonomique, écologique, physiologique, phytogéographique et phytosociologique, tous étant d'ailleurs étroitement liés (LAMBINON & AUQUIER, 1964).

Elle est caractérisée par la présence de plantes endémiques (souvent des microendémiques) et se retrouve dans des stations qui peuvent être considérées comme relictuelles. Elles sont d'un intérêt scientifique élevé pour la compréhension des phénomènes de spéciation, car les milieux calaminaires ont permis une sélection naturelle aboutissant à la survie des plantes les mieux adaptées suite à une série de mutations.

On applique habituellement à cette flore la classification chorologique suivante (LAMBINON & AUQUIER, 1964) :

- les métallophytes : ces taxons existent uniquement, dans une région déterminée, sur des sols calaminaires ;
- les pseudométallophytes : ces taxons croissent à la fois sur des sols calaminaires et sur des sols normaux (ce qui n'empêche pas d'ailleurs la différenciation d'écotypes morphologiquement indistinguables).

Le nombre de métallophytes présents en Europe occidentale est extrêmement réduit. Parmi les plantes vasculaires, seuls sept taxons sont encore présents en région wallonne. La nomenclature utilisée est celle reprise dans la «Nouvelle Flore» de Belgique et des régions voisines (LAMBINON & al., 2004) : *Armeria maritima* subsp. *halleri*, *Cochlearia pyrenaica*,

*Festuca ovina* subsp. *guestfalica*, *Minuartia verna* var. *hercynica*, *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis*, *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare* et *Viola calaminaria*. Une huitième espèce, *Festuca valesiaca*, est considérée comme éteinte depuis longtemps en Wallonie. Plusieurs de ces taxons ont fait l'objet d'études poussées dans nos régions ; c'est notamment le cas des *Armeria* calaminaires et de leur variabilité (DUVIGNEAUD & al., 1971) ainsi que des fétuques des terrains calaminaires (AUQUIER, 1964). On notera à ce propos que la taxonomie de la fétuque calaminaire reste discutée, ce qui est important puisque son caractère de vrai métalphyte a été mis en question (voir LAMBINON, 2005, p. 42). Les métalphytes comprennent aussi un lichen et deux bryophytes : *Stereocaulon nanodes* est une espèce pionnière qui colonise préférentiellement les scories et culots de fonderies (LAMBINON, 1964), les mousses *Scopelophila cataractae* et *Trichostomopsis australasiae* ont été découverts récemment sur le continent européen sur différents sites calaminaires (SOTIAUX & DE ZUTTERE, 1987 ; DE ZUTTERE & al., 1987).

Le nombre de pseudométalphytes est plus étendu. Les principaux taxons répandus sur les terrains calaminaires belges sont *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* subsp. *commutata*, *Rumex acetosa*, *Campanula rotundifolia*, *Arrhenatherum elatius*, *Molinia caerulea* et *Calamagrostis epigejos* pour les plantes vasculaires, beaucoup d'autres sont plus occasionnels. On note aussi plusieurs bryophytes et plusieurs lichens appartenant principalement aux genres *Cladonia* et *Stereocaulon* (LAMBINON & al., 1964 ; DUVIGNEAUD & al., 1979). Quelques champignons peuvent y développer leurs carpophores (DEMOULIN & al., 1967).

Sur le plan phytosociologique, les associations des différents terrains calaminaires belges (et des régions limitrophes) ont fait l'objet de nombreux travaux. On signalera la remarquable synthèse récente effectuée par BROWN (2001) sur ce sujet.

Le *Violetum calaminariae* est la principale association des pelouses calaminaires belges. Cette association est endémique à la région Liège – Aachen – Stolberg. Elle est caractérisée par la présence de *Viola calaminaria*, *Armeria maritima* subsp. *halleri* et *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis* mais aussi *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare*, *Festuca ovina* subsp. *guestfalica*, *Agrostis capillaris*.

DE BLUST & al. (1985), dans le texte explicatif général de la Carte d'Évaluation Biologique de la Belgique, ont retenu deux unités cartographiques concernant les végétations calaminaires.

La première est la pelouse calaminaire (*Violion calaminariae*) qui se rencontre sur sols contenant du Zn ou du Pb, au voisinage des ruines et sur les haldes calaminaires. On trouve dans cette pelouse la pensée, le tabouret, la silène, l'alsine, la fétuque et l'arméria calaminaires. La seconde est la pelouse sur sol intoxiqué, quasi monospécifique à *Agrostis capillaris* ou *Calamagrostis epigejos* des sols intoxiqués par des métaux lourds, aux alentours des usines métallurgiques.

Signalons aussi l'intérêt des taxons calaminaires sur le plan appliqué, en particulier celui de la phytoextraction. Cette méthode de phytodécontamination utilise la capacité qu'ont certains végétaux à absorber les polluants dans leurs parties aériennes (BROOKS, 1998 ; BERT & DERAM, 1999).

La faune des terrains calaminaires wallons a également fait l'objet d'études spécifiques, en particulier l'entomofaune (e.a. DUFRÈNE, 1990 ; GRAITSON & al., 2005) et l'herpétofaune (GRAITSON, 2005). Bien qu'aucune des espèces appartenant aux groupes taxonomiques étudiés ne soit strictement inféodée aux sites calaminaires, ces études ont notamment mis en évidence que les pelouses calaminaires et sur sols intoxiqués hébergent des communautés d'insectes originales et parfois diversifiées. Celles-ci sont, entre autres, caractérisées par la présence de quelques espèces spécialisées, rares et menacées en Wallonie, dont les populations, parfois importantes, tirent plus ou moins directement profit du caractère calaminaire des sites. C'est en particulier le cas des taxons dont le développement larvaire s'effectue au détriment de métallophytes ou de pseudométallophytes.

Malgré l'intérêt scientifique de ces milieux, ils n'ont, en région wallonne, jamais fait l'objet d'un inventaire exhaustif, même si certains d'entre eux ont été décrits dans la littérature.

## 2. Méthodologie d'inventaire des sites

En 2002 et 2003, nous avons effectué un recensement sur le terrain des sites calaminaires encore existants et nous avons dressé la liste des métallophytes présents sur chacun d'eux, à l'exception toutefois des mousses et des lichens. Les sites visés sont ceux où l'influence des métaux lourds sur la végétation a induit l'apparition de pelouses calaminaires ou de pelouses sur sol intoxiqué. Le repérage de ces sites sur le terrain est orienté par l'histoire industrielle et minière de notre pays ainsi que par le dépouillement de la littérature spécialisée sur le sujet (notamment DEJONGHE & al., 1993). L'étude de la végétation est utile en ce domaine

(par exemple SOUGNEZ, 1957). En outre, des inventaires partiels ont déjà été réalisés pour certaines régions (BECKERS, 1997 ; FAGOT, 1993 ; HERMANN, 1996 et 2002 ; LAMBINON & AUQUIER, 1964).

La délimitation des sites primaires et secondaires est généralement bien marquée sur le terrain, ce qui permet de réaliser un inventaire relativement exhaustif de ces sites. En revanche, un inventaire exhaustif des sites d'origine tertiaire est impossible à réaliser dans la pratique car l'influence des émissions atmosphériques couvre plusieurs dizaines de km<sup>2</sup> et les effets de ces émissions sur la végétation diminuent graduellement jusqu'à devenir imperceptibles. L'inventaire des sites tertiaires est dès lors limité à ceux comprenant des zones de pelouses sur sol intoxiqué, c'est-à-dire aux milieux les plus contaminés par les métaux lourds. Certaines pelouses sur sol intoxiqué, autrefois connues, mais actuellement fortement envahies par la végétation ligneuse n'ont pas été prises en compte dans le présent inventaire ; elles seront toutefois sommairement évoquées lorsqu'elles présentent un intérêt. Pour la délimitation de la cartographie, nous avons pris en compte essentiellement les pelouses sur sol intoxiqué dans lesquelles le recouvrement de la strate ligneuse ne dépasse pas 30%. Certains de ces sites sont très proches les uns des autres, en particulier dans la basse vallée de l'Ourthe ; leur individualisation est dès lors parfois subjective, bien qu'elle reste guidée par des raisons pratiques, de physionomie de la végétation ou d'affectation des sols.

En ce qui concerne les sites secondaires, il existe de petits amas de scories ou de culots de fonderies à proximité de sites miniers. Ces milieux n'abritent habituellement pas de végétation calaminaire spécifique, excepté des cryptogames lorsqu'ils ne sont pas boisés. De plus, leur superficie est habituellement très réduite et leur repérage sur le terrain peu aisé. En effet, la présence de métaux est à peine décelable par l'observation du tapis végétal (FAGOT, 1993). Ces petits sites ne font pas partie du présent inventaire. Il en va de même de certains terrains situés dans la vallée de la Gueule, qui à la faveur des crues dans les zones alluviales, sont enrichis en métaux lourds provenant de haldes situées en amont et où quelques métallophytes parviennent parfois à s'installer. Il ne s'agit bien souvent que de quelques plantes isolées qui ne forment pas de véritables pelouses calaminaires et dont l'inventaire exhaustif est difficilement réalisable.

En résumé, seuls quelques sites de très faible superficie, le plus souvent mal définis sur le terrain, ne font pas partie de cet inventaire des sites calaminaires wallons.

### 3. Résultats

#### 3.1. RÉPARTITION, ORIGINE ET SUPERFICIE DES SITES

##### Répartition

La littérature renseigne la présence de sites calaminaires dans les régions suivantes : le bassin de la Gueule, les bassins de la Vesdre et de la basse Ourthe, la vallée de la Meuse. Une halde calaminaire est aussi renseignée dans la région de Bastogne à Longvilly, près de la frontière avec le Grand-Duché de Luxembourg.

Près de 40 sites ont pu être identifiés sur le terrain, auxquels il faut ajouter une dizaine de sites totalement détruits renseignés dans la littérature. Leur répartition, leur origine et leur superficie sont fournies à la figure 1 ainsi qu'aux tableaux 1 et 2. Pour plusieurs sites, nous n'avons pas trouvé trace de leur existence dans la littérature. Il s'agit de quelques haldes de petite superficie et de quelques sites d'origine tertiaire situés, pour la plupart, à proximité de sites calaminaires bien connus.

Les sites identifiés peuvent être groupés en trois sous-ensembles, auxquels il faut ajouter le site isolé de la Mine à Bastogne-Longvilly :

1. Le nord-est de la province de Liège (bassin de la Gueule et de la haute Vesdre) ;
2. Les bassins de la basse Vesdre et de la basse Ourthe ;
3. La vallée de la Meuse.

Toutefois, avec la disparition de plusieurs sites dans le bassin de la haute Vesdre (voir tableau 2), les sites du nord-ouest de la province de Liège peuvent être scindés en deux sous-ensembles isolés : celui du bassin de la Gueule et de la région de Welkenraedt d'une part, celui de la région de Theux (sites liés à la faille du Rocheux-Oneux), d'autre part.

##### Origine

Le nord-est de la Province de Liège abrite essentiellement des sites secondaires. Deux petits sites primaires existent toutefois dans le vallon du Lontzenerbach (ou Hohnbach), ainsi qu'un gîte en place à Kelmis. Il n'existe pas de sites tertiaires dans ces régions.

Les bassins de la basse Vesdre et de la basse Ourthe sont caractérisés par la présence de superficies importantes de sites d'origine tertiaire (consécutifs aux activités des usines de la Vieille Montagne à Angleur et à Prayon, ainsi que de Cuivre et Zinc à Chênée). Deux remblais calaminaires

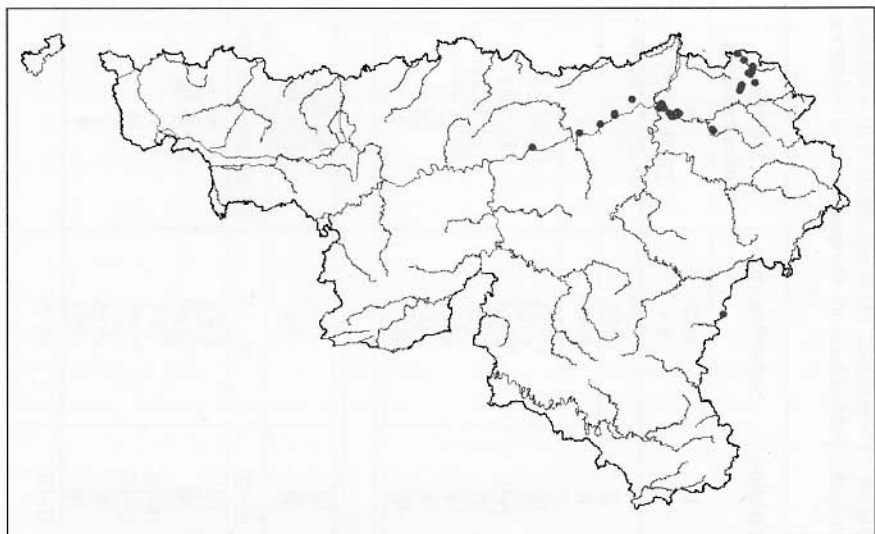


FIG. 1. — Répartition des sites calaminaires en région wallonne

existent à Angleur, de même qu'un site dont l'origine subnaturelle est vraisemblable (clairière de Streupas) (J. Lambinon, com. pers.). Des remblais calaminaires sont présents aussi dans la basse Vesdre ; ils sont localisés sur une partie du site de La Rochette à Prayon.

Les sites de la vallée de la Meuse sont majoritairement d'origine tertiaire ; des petits terrils calaminaires y sont cependant connus bien que la plupart aient aujourd'hui disparu.

### Superficie

La dimension des sites inventoriés est extrêmement variable, les plus petits couvrant à peine quelques m<sup>2</sup>, les plus grands atteignant environ 50 ha. Au total, ces sites occupent une superficie voisine de 360 ha.

L'essentiel de la superficie des sites inventoriés est d'origine tertiaire : environ 310 ha, soit 88,5%. Les sites d'origine secondaire couvrent environ 48 ha, soit 13,7%. Les 4 sites primaires n'occupent qu'une superficie totale ne dépassant pas 2 ha (0,57%). Les sites détruits n'ont pas été pris en compte dans les calculs de superficie.

En prenant en compte la disparition très récente (entre 2003 et 2005) partielle ou totale de plusieurs sites, la superficie totale des pelouses du *Violetum calaminariae* ne dépasse plus en Wallonie 70 hectares.

TABLEAU 1. — Localisation, origine et superficie des sites calaminaires inventoriés. Origine : I = primaire ; II = secondaire ; III = tertiaire  
 Les références reprises dans la colonne «mention bibliographique» concernent les principales publications qui se rapportent à la végétation  
 ou à la flore du site

	<b>Nord-Est de la province de Liège</b>	<b>IFBL</b>	<b>UTM</b>	<b>Origine</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Mention bibliographique</b>
1	Pelouse calaminaire de Sippenaeken	E8.51.24	31UGS0726	II	<0,5	28
2	Halde du casino Weiher (Kelmis)	F8.12.42	32UKB8822	II	4,4	28-29-36-57
3	Ancien site mîmier de Plombières	E8.52.33	31UGS0924	II	+/- 20	8-28-29-57-60-61
4	Ru de Wilcour (Welkenraedt)	F8.22.33	31UGS0916	II	<0,5	2
5	Pelouse calaminaire de Meuschemen	F8.31.22	31UGS0815	II	0,02	2
6	Chemin creux à Welkenraedt	F8.32.11	31UGS0815	II	<0,5	2
7	Petite halde calaminaire à Schmalgraf	F8.12.43	31UGS1120	II	<0,5	/
8	Réserve de la Calamine	F8.12.24	32UKB8922	I+II	<0,5	26-60-61
9	Halde calaminaire de Schmalgraf	F8.12.43	31UGS1120	II	1,6	5-25-29-49
10	Pelouse calaminaire de Huset	F8.12.44	32UKB8820	I	<0,5	25
11	Pelouse calaminaire de Lahn	F8.22.21	31UGS1120	I	<0,5	25
12	Pelouse calaminaire de Rabotrath	F8.23.31	32UKB8917	II	+/- 2	/
<b>Région de Theux</b>						
13	Tumulus calaminaires à Oneux	G7.17.24	31UGS0002	II	<0,5	33-34
14	Le Rocheux	G7.17.24	31UGS0002	II	3,8	8-21-35
<b>Basse Ourthe et basse Vesdre</b>						
15	Clairière de Streupas	F7.43.42	31UFS8409	I	<0,5	19-20-24
16	Lande de Streupas	F7.43.42	31UFS8409	III	18	19-20-24
17	Ile aux Corsaires (Angleur)	F7.43.24	31UFS8410	II+III	4	39
18	Friche industrielle à Angleur	F7.43.24	31UFS8410	II+III	2	/
19	Petit remblai calaminaire à Chênée	F7.43.24	31UFS8409	II	<0,5	/
20	Voie ferrée à Chênée	F7.44.31	31UFS8409	III	<0,5	/
21	Parc de la Vieille Montagne (Angleur)	F7.43.42	31UFS8409	II+III	+/- 5	/



22	Thier des Critchons (Embourg)	F7.44.31	31UFS8509	III	14	9
23	Sur les Tiers (Grivegnée)	F7.43.24	31UFS8410	III	1,7	/
24	Fort de Chaudfontaine	F7.54.21	31UFS8707	III	+/- 40	37
25	Ancien jumping de Chaudfontaine	F7.54.22	31UFS8707	III	+/- 5	37
26	Bois les Dames (Ninane)	F7.54.23	31UFS8706	III	+/- 51	9-18-37
27	Jardin à Prayon	F7.54.24	31UFS8806	III	<0,5	/
28	La Rochette / Fonds de Forêt (Prayon)	F7.55.11	31UFS8907	III+II	+/- 75	22-23-29-37-54-60-61-67
29	Trixhe des Vignes (Trooz)	F7.45.34	31UFS9007	III	6	22-29-37
30	Trî Mottet (Chaudfontaine)	F7.45.33	31UFS8908	III	4	22-29-37
<b>Vallée de la Meuse</b>						
31	Vieille Montagne à Hollogne	F7.31.43	31UFS7511	III	3,6	/
32	Carrière d'Engis aux Awirs	F6.58.12	31UFS7007	III	1,8	/
33	Tier Ardan (Engis)	F6.58.12	31UFS7006	III	1	29-47-53
34	Flône	F6.57.34	31UFS6603	III	<0,5	50
35	Corphalie (Wanze)	G6.15.41	31UFS5901	III	+/- 25	46-51
36	Sc্লাigneau (Seilles)	G6.22.31	31UFR4596	III	+/- 39	14-32-59
<b>Longvilly</b>						
37	La Mine	J7.58.23	31UGR0446		2,5	62-63

TABLEAU 2. — Sites détruits

A	Terril à la gare autoroutière de Kelmis	II	25
B	Fosse d'extraction inondée à Kelmis	II	25
C	Halde au lieu-dit «Grande Bruyère» à Welkenraedt	II	14-56
D	Halde au nord-ouest de Meuschemen à Baelen	II	14
E	Halde au lieu-dit «Haute-Saurée» à Dison	II	14
F	Vallée de la Vesdre à Membach	II	34
G	Vallée de la Högne à Sohan	II	35
H	Halde du Bouny à Oneux - Theux	II	14
I	Terril adossé aux usines de la Vieille Montagne à Angleur	II	/
J	Terril de Flône	II	34
K	Ile Soiron (Tihange)	II	34
L	Hardémont (Engis)	III	25-38-44

### 3.2. DESCRIPTION DES SITES

Ce chapitre comprend une description succincte de chaque site, en insistant sur les plus méconnus. Pour une description plus précise, on pourra consulter diverses publications citées dans la bibliographie et reprises au tableau 1.

#### Nord-Est de la province de Liège

Les sites situés dans le nord-est de la province de Liège font partie du massif de la Vesdre. Cette zone d'intenses plissements présente des cassures qui ont permis l'intrusion de filons s'épanouissant souvent en surface sous la forme de gîtes métallifères constitués de minerais de plomb, de fer et surtout de zinc (DUVIGNEAUD & al., 1979). Cette situation a entraîné l'implantation d'une industrie métallurgique très ancienne. Plusieurs haldes calaminaires constituent les témoins de l'activité passée de ces industries.

##### 1. La pelouse calaminaire de Sippenaeken, au lieu-dit «Terbruggen»

Il s'agit d'un talus calaminaire dont la pente abrite une pelouse pionnière à fétuque calaminaire et le replat une petite lande à genêt et pelouse dense à fétuque. Cette petite pelouse abrite un cortège presque complet de métalphytes, puisque le tabouret, la fétuque, la silène, l'arméria et la pensée calaminaires y sont présents. On y observe également *Festuca rubra* subsp. *commutata*, *Stellaria holostea*, *Rumex acetosa*, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare* et *Luzula campestris*.

ERTZ (2000) signale l'existence de ce site, mais aucune description ne s'y rapporte.

Des fragments de pelouses calaminaires dégradées, comprenant le tabouret et la silène calaminaires, s'observent aussi le long des berges de la Gueule à proximité du village de Sippenaeken.

## 2. La halde du casino Weiher à Kelmis

Le site est formé par une halde calaminaire située à l'est et dominant l'étang du Casino. Il a été partiellement détruit en 1996, 1997 et 2004. La partie est, humide, est occupée par une phragmitaie calaminaire à *Phragmites australis* où pénètrent *Deschampsia cespitosa*, *Agrostis stolonifera*, *Juncus effusus*, *Eleocharis palustris*... Le reste de la halde est recouvert par une pelouse calaminaire très ouverte où l'on observe tous les taxons calaminaires ainsi que *Campanula rotundifolia*, *Polygala vulgaris*, *Thymus pulegioides*, *Linum catharticum*, *Rumex acetosa*, *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*, *Sanguisorba minor*...

## 3. L'ancien site minier de Plombières (Bleiberg)

L'ancien site minier de Plombières abrite les plus vastes haldes calaminaires de Wallonie. Une partie du site est érigée en réserve naturelle. L'intérêt scientifique du site a été maintes fois souligné, ce qui n'a pas empêché la destruction d'une partie des haldes. On y observe toutes les espèces calaminaires, à l'exception de l'alsine.

## 4. Le ru de Wilcour (Welkenraedt)

Il s'agit d'une bande de végétation calaminaire, de un à deux mètres de large, située au bord d'une prairie pâturée intensive, sous une clôture. Les métallophytes présents sont la pensée, le tabouret et la fétuque calaminaires. Ils sont accompagnés principalement par les pseudométagallophytes suivants : *Ranunculus acris*, *Campanula rotundifolia*, *Arrhenatherum elatius* et *Agrostis capillaris* (BECKERS, 1997). Une vaste halde calaminaire (site C) était autrefois présente juste en amont (SOUGNEZ, 1957) ; elle abritait un cortège complet de métallophytes (DONCKIER, 1862).

## 5. La pelouse calaminaire de Meuschemen (Welkenraedt)

Il s'agit d'une petite pelouse d'environ 20 m<sup>2</sup> de végétation calaminaire, comprenant la pensée et la fétuque, située dans une prairie soumise au pâturage extensif. Ils sont accompagnés principalement par deux

pseudométallophytes, *Plantago lanceolata* et *Ranunculus acris* (BECKERS, 1997). Il s'agit peut-être des restes d'une halde mentionnée par DONCKIER (1862) située au nord-ouest de Meuschemen (site D) qui comportait autrefois le cortège complet des métallophytes.

Plusieurs petites pelouses calaminaires existaient autrefois entre ce site et le précédent (SOUGNEZ, 1957).

#### 6. Chemin creux calaminaire à Welkenraedt

Ce petit talus, situé dans un chemin creux, serait, selon BECKERS (1997), constitué de déblais calaminaires. La végétation ne comprend aucun métallophyte mais un pseudométallophyte, *Campanula rotundifolia*, y est particulièrement abondant.

#### 7. La petite halde calaminaire de Schmalgraf

Il s'agit d'une petite halde calaminaire couvrant à peine quelques m<sup>2</sup>, mais qui comprend le tabouret, la pensée, la silène, l'arméria et la fétuque calaminaires, cette dernière étant largement dominante. Ce petit tumulus est situé dans une prairie à proximité du vallon du Lontzenerbach.

La végétation de ce site ne semble pas avoir été décrite auparavant dans la littérature.

#### 8. La réserve de la Calamine

Ce petit site calaminaire, vraisemblablement subnaturel, avec gisement en place, supporte une végétation de métallophytes typique et complète avec notamment le très rare *Minuartia verna* var. *hercynica*. A côté de la pelouse calaminaire dense, on trouve une pelouse sèche très particulière à tabouret et le rarissime *Avenula pratensis*. Tout autour s'étend une friche à fromental. Le site est situé en zone urbanisée (DUVIGNEAUD & al., 1993).

#### 9. La halde calaminaire de Schmalgraf

Cette halde calaminaire est située dans la plaine alluviale et le bas du versant de la vallée du Hohnbach. Elle est envahie par des métallophytes, en particulier *Viola calaminaria*, assez abondant, mais aussi la fétuque, la silène et le tabouret calaminaires. Les pseudométallophytes présents sont *Molinia caerulea*, *Agrostis capillaris*, *Succisa pratensis*, *Polygala vulgaris*, *Campanula rotundifolia*, *Rumex acetosa*, *Luzula multiflora*, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*, *Ranunculus acris*, *Plantago lanceolata*, *Linum catharticum*, *Leontodon autumnalis*, *Potentilla erecta*, *Lotus*

*corniculatus*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra* subsp. *commutata*... On observe des zones de pelouses sèches et des zones plus humides. Le minerai extrait et en partie traité sur place était ensuite acheminé par wagonnets jusqu'au site principal de Kelmis en longeant la rivière. Le fossé de la voie vicinale abrite l'unique station belge de *Cochlearia pyrenaica* (MAQUINAY & al., 1972).

#### 10. La pelouse calaminaire de Huset

Dans le vallon du Lontzenerbach, au nord-ouest de la ferme Huset, un peu en contrebas du plateau, une clairière de faible superficie, occupée par une pelouse calaminaire d'origine subnaturelle, apparaît dans la forêt couvrant la partie supérieure du versant qui domine le vallon du Lontzenerbach. Elle montre la pensée, le tabouret, la fétuque et la silène calaminaires. Les pseudométallophytes présents sont : *Festuca rubra* subsp. *commutata*, *Rumex acetosa*, *Luzula multiflora*, *Agrostis capillaris*, *Campanula rotundifolia*, *Succisa pratensis*, *Pimpinella saxifraga*, *Ranunculus acris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Lotus corniculatus*... (DUVIGNEAUD, AUQUIER & LAMBINON, 1979).

#### 11. La pelouse calaminaire de Lahn

Au nord-est de la ferme de Lahn, sur la rive gauche du Lontzenerbach, des plages de végétation calaminaire s'observent en deux endroits dans une pâture : sur un talus rocheux (gîte en place) et sur une surélévation dans la plaine alluviale (sédiments riches en zinc accumulés au débouché d'un petit vallon) (DUVIGNEAUD, AUQUIER & LAMBINON, 1979). Nous n'y avons observé qu'un seul métallophyte : le tabouret.

#### 12. La pelouse calaminaire de Rabotrath

Cette pelouse calaminaire est située dans une prairie au bord d'une carrière. On y observe une végétation calaminaire presque complète, comprenant le tabouret, la pensée, la silène, l'arméria et la fétuque. La pelouse, influencée par le sol calcarifère, comporte aussi : *Thymus pulegioides*, *Sanguisorba minor*, *Carex caryophylla*, *Avenula pubescens*, *Polygala vulgaris*, *Genista tinctoria*, *Carex flacca*, *Pimpinella saxifraga*, *Rumex acetosa*, *Lotus corniculatus*, *Hieracium pilosella*, *Campanula rotundifolia*, *Linum catharticum*, *Briza media*, *Arenaria serpyllifolia*...

SAINTENOY-SIMON & DUVIGNEAUD (1998) signalent l'existence de ce site dans un compte rendu d'excursion, mais aucune description de la végétation, ni de la flore ne s'y rapporte.

## Région de Theux

Situés dans ce que les géologues appellent la fenêtre de Theux, les gisements plombo-zincifères de cette région sont liés à la faille du Rocheux-Oneux. Les vestiges sur le terrain des travaux miniers ont été récemment inventoriés par HERMANN (1996 et 2002).

### 13. Les petits tumulus calaminaires à Oneux-Theux

Trois petits tumulus calaminaires sont situés dans une prairie pâturée à quelques centaines de mètres du site du Rocheux. La pensée calaminaire est présente sur l'un d'eux, mais le pâturage empêche le développement des métallophytes.

### 14. Le Rocheux

La réserve naturelle du Rocheux est une halde calaminaire colonisée par le cortège complet des métallophytes. *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* subsp. *commutata*, *Campanula rotundifolia*, *Rumex acetosa* sont les principaux pseudométallophytes présents. On observe aussi une arrhénathéraie calcicole et une lande à bruyère où sont présentes les espèces calaminaires.

## Basse Ourthe et Basse Vesdre

Les sites calaminaires présents dans les basses vallées de l'Ourthe et de la Vesdre résultent des activités passées des usines à zinc situées respectivement à Angleur et Prayon. L'influence des retombées atmosphériques émises par ces usines sur la végétation est perceptible sur une grande superficie, depuis la région de Grivegnée, en aval de la confluence des deux rivières, jusque la localité de Fraipont vers l'amont. Toutefois, ce n'est qu'au voisinage immédiat des usines que subsistent les pelouses sur sol intoxiqué les plus ouvertes. De beaux témoins de ce qui devaient être des pelouses ouvertes il y a une vingtaine d'années peuvent encore être observés à Embourg aux lieux-dits «Henne» et «Trihai». Les retombées atmosphériques en métaux lourds ayant été moins intensives qu'au voisinage immédiat des usines, ces anciennes pelouses sont actuellement fortement recolonisées par la végétation ligneuse.

Plusieurs sites tertiaires évoqués ci-dessous sont décrits comme étant des landes. Ces sites, à l'origine boisés, apparaissent actuellement comme des landes acidophiles dégradées, où, sauf exception, les chaméphytes sont rares, voire absents. Plusieurs auteurs les ont qualifiées de «lande herbeuse» ainsi que de «savane» en raison de la présence d'arbres rabougris qui leur confèrent un aspect paysager unique dans nos régions.

## Région d'Angleur-Chênée

### 15. La clairière de Streupas

Cette petite clairière est située sur le versant gauche boisé de la vallée de l'Ourthe. Ce site subnaturel est envahi par le fromental. Quelques pieds de tabouret calaminaire y sont présents. Suite à un décapage du sol réalisé en 1988 sur de petites parcelles, la pensée calaminaire s'est abondamment développée ; depuis, le fromental a cependant de nouveau envahi ces parcelles et la pensée calaminaire n'est plus observée (L. Schmitz, com. pers.).

### 16. La lande de Streupas

Cette lande est située sur le plateau et la partie haute du versant de la vallée de l'Ourthe. Elle est dominée par la callune (*Calluna vulgaris*), la molinie (*Molinia caerulea*) et la myrtille (*Vaccinium myrtillus*). Dans les endroits piétinés, existent des fragments de pelouses à *Festuca filiformis*. Cette lande subit une recolonisation par les ligneux, principalement les bouleaux. Deux métalrophytes y sont présents de façon localisée : la pensée et le tabouret calaminaires.

### 17. L'Ile aux Corsaires

L'Ile aux Corsaires est enclavée entre l'Ourthe et son canal. Les remblais calaminaires sont situés à l'est de l'Ile. Ils sont colonisés par une végétation typique de ces milieux qui comprend la pensée, le tabouret, la silène et l'arméria. Cette végétation calaminaire se retrouve aussi le long des berges de l'Ourthe et de son canal. L'abondance des métalrophytes est remarquable, l'arméria forme ici une de ses plus abondantes populations wallonnes. Les pelouses calaminaires étaient autrefois plus étendues, une partie d'entre elles ont été détruites (partie nord) lors de la création d'une station d'épuration. Les remblais restants viennent d'être érigés, au printemps 2005, en réserve naturelle.

Cette halde, bien connue des botanistes liégeois, ne semble pourtant avoir été décrite que par LAMBINON en 1959.

### 18-19-20-21. Autres pelouses calaminaires d'Angleur-Chênée

Une autre halde (19), de dimension fort réduite, existe dans la basse vallée de l'Ourthe, à proximité immédiate de l'Ile aux Corsaires, dans un site industriel situé en rive gauche de l'Ourthe. On y observe le même cortège de métalrophytes que sur l'Ile aux Corsaires.

Le tabouret, la pensée, la silène et l'arméria calaminaires sont présents sur d'autres sites, d'origine secondaire et tertiaire, situés au voisinage des haldes précitées et de l'usine de la Vieille Montagne. Des pelouses calaminaires comprenant ces quatre métalrophytes sont ainsi présentes dans le parc de l'usine de la Vieille Montagne (21). Jusqu'au printemps 2005, ces pelouses étaient également présentes dans une friche industrielle située entre le parc et l'Ile aux Corsaires (18) ; elles en ont disparu suite à la réhabilitation du site. On retrouve aussi de petites pelouses calaminaires aux abords de la voie ferrée adjacente (20).

Il semble qu'à l'exception de l'Ile aux Corsaires, aucune de ces pelouses calaminaires situées dans le fond de la vallée n'ait fait l'objet de description.

## 22. La lande de Méhagne ou Thier des Critchons (Embourg)

Ce site d'origine tertiaire occupe les versants de la Vesdre et de l'Ourthe, aux confluent de ces deux rivières. Il s'agit d'une lande herbeuse dominée par *Agrostis capillaris* et *Molinia caerulea*, favorisés par les fréquents incendies. Elle est en cours de recolonisation par les châtaigniers, les bouleaux et les chênes. La pensée et le tabouret calaminaires, autrefois présents, semblent avoir disparu récemment.

## 23. Sur les Tiers (Grivegnée - Chênée)

Au lieu-dit «Sur les Tiers» à Grivegnée - Chênée, une pelouse calaminaires d'origine tertiaire occupe le versant en rive droite de la vallée de l'Ourthe. Elle est dominée par *Agrostis capillaris* ainsi que par les quatre métalrophytes présents dans la Basse Ourthe : la pensée, le silène, le tabouret et l'arméria. Ces métalrophytes ont aussi colonisé les jardins proches de cette friche. Les principaux pseudométalrophytes présents sont *Arrhenatherum elatius*, *Campanula rotundifolia* et *Rumex acetosa*.

La végétation de ce site ne semble pas non plus avoir fait l'objet d'une description auparavant.

## **Région de Chaudfontaine**

### 24. Le fort de Chaudfontaine (Bois de la Rochette)

A Chaudfontaine, un versant exposé au sud de la vallée de la Vesdre est occupé par une vaste lande à *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea* et *Agrostis capillaris*, dont l'origine est tertiaire. Elle est en cours de recolonisation par les chênes et les bouleaux. La pensée et le tabouret calaminaires sont présents, mais très localisés et en régression.



## 25. L'ancien jumping de Chaudfontaine

Située dans le fond de la vallée de la Vesdre, cette prairie mésophile à *Arrhenatherum elatius*, abritait jusqu'en 2004 une pelouse, d'origine tertiaire, à pensée et tabouret calaminaires. Ces deux métalophytes, autrefois abondants (JORTAY, 1984), y ont fortement régressé au cours des années 1990 suite à diverses perturbations. En 2004, la mise en culture de la prairie a condamné cette pelouse, seuls quelques rares pieds de tabouret et de pensée sont encore présents.

## 26. Le Bois les Dames (Ninane-Chaudfontaine)

Le site du Bois les Dames (Fig. 2) est situé à Ninane, sur le versant gauche de la vallée de la Vesdre et son replat. Il abrite de vastes landes et prairies sur sol intoxiqué dominées par *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* subsp. *commutata* et surtout *Molinia caerulea*. Le site est ponctué d'arbres rabougris lui conférant un aspect de «savane» particulièrement remarquable. Au sein de cette vaste lande dégradée, deux pelouses à tabouret et pensée calaminaires sont présentes. La première, située en rive



FIG. 2: — Vue générale sur les pelouses sur sol intoxiqué de Chaudfontaine. A l'avant plan : lande herbeuse à *Molinia caerulea* et arbres rabougris conférant un aspect de «savane» au Bois les Dames (site 26). A l'arrière-plan : le Bois de la Rochette (site 24).

droite d'un petit vallon, est envahie par les espèces de la lande herbeuse : *Molinia caerulea* et *Agrostis capillaris*. La seconde, en rive gauche du même vallon, présente un aspect plus prairial ; elle est envahie par *Arrhenatherum elatius* et comporte également *Agrostis capillaris*, *Campanula rotundifolia*, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare* et *Rumex acetosa*.

## Prayon et les Fonds de Forêt

### 27. Jardin à Prayon

Un peu en amont de l'ancien jumping de Chaudfontaine, dans le village de Prayon, un jardin situé dans le fond de la vallée de la Vesdre, entretenu extensivement, abrite une petite pelouse à pensée et tabouret calaminaires.

### 28. La Rochette (Prayon)

Le site calaminaire de Prayon (Fig. 3 et 4), situé sur le versant droit de la vallée de la Vesdre, résulte d'une pollution atmosphérique par les poussières métalliques issues de la production de zinc par les industries locales, depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle jusqu'aux années 70. La végétation actuelle est constituée de vastes pelouses, dominées par *Agrostis capillaris* et *Viola calaminaria*, et couvrant plusieurs hectares. De grandes zones dénudées, qui correspondent localement à des remblais calaminaires, ainsi que des talus érodés sont présents dans le bas de pente. Le tabouret calaminaire est particulièrement abondant sur les rochers calcaires qui affleurent à l'ouest du site ainsi que sur ceux situés à la confluence des versants de la Vesdre et des Fonds de Forêt. En contiguïté du site de La Rochette, les Fonds de Forêt sont constitués sur leurs versants de prairies sur sol intoxiqué, à l'aspect de «savane», dominées par *Agrostis capillaris*, sur des pentes où affleurent localement grès et schistes. Le tabouret, la pensée, la silène et l'arméria calaminaires s'observent par endroits.

### 29-30. Le Trixhe des Vignes et le Trî Mottet

Contrairement aux sites précédents, ces deux pelouses, situées dans le vallon des Fonds de Forêt, ne correspondent pas à de véritables pelouses sur sol intoxiqué à végétation très appauvrie. Il s'agit de pelouses calcaires qui étaient présentes dans la région avant la contamination du vallon par les usines de Prayon. Elles ont toutefois été influencées par les

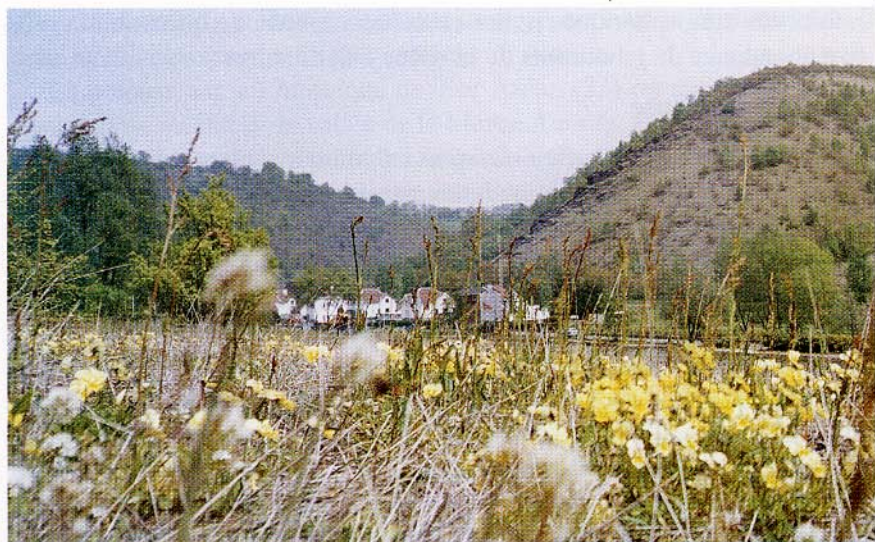


FIG. 3. — Vue générale sur le vallon des Fonds de Forêt à Prayon (site 28). A l'avant-plan : pelouse calaminaire à *Viola calaminaria*. A l'arrière-plan : pelouse sur sol intoxiqué à *Agrostis capillaris* en cours de recolonisation ligneuse.



FIG. 4. — Pelouse ouverte à *Viola calaminaria* sur le site de la Rochette à Prayon (site 28).

retombées atmosphériques riches en métaux lourds, ce que trahit la relative abondance du tabouret et de la silène calaminaires sur ces deux sites.

### **Vallée de la Meuse**

L'essentiel de la superficie des sites calaminaires identifiés dans la vallée de la Meuse résulte des activités passées des usines à zinc situées à Hollogne-aux-Pierres, Engis, Flône, Corphalie et Sclaigneau. Comme pour les sites de la basse Vesdre et de la basse Ourthe, l'influence des retombées atmosphériques sur la végétation est perceptible sur une grande superficie, particulièrement entre Chokier et Flône. Toutefois, ce n'est qu'au voisinage immédiat de ces usines que subsistent des pelouses sur sol intoxiqué. On note aussi la présence de quelques petits terrils, de dimensions aujourd'hui fort restreintes, dans le voisinage immédiat de la plupart de ces anciennes usines à zinc.

#### 31. La Vieille Montagne à Hollogne

Le site est situé à l'est des anciennes usines de la Vieille Montagne de Hollogne-aux-Pierres. Il s'agit de pelouses sur sol intoxiqué situées sur un versant en pente modérée exposé au sud-ouest. On distingue des pelouses rases et pionnières à fétuque, agrostis commun et tabouret calaminaire et des prairies plus denses à fromental. Ce site est enclavé dans une zone fortement urbanisée.

Nous n'avons trouvé aucune mention de ce site dans la littérature.

#### 32-33. Engis

Dans la région d'Engis, c'est aux abords du lieu-dit «Tier Ardan» (33) et au sommet d'une ancienne carrière proche (32), que s'observent les pelouses sur sol intoxiqué les plus ouvertes. Des témoins de ce qui devaient être des pelouses ouvertes il y a une vingtaine d'années peuvent encore être observés aux lieux-dits «Basse Awire» et «Hardémont» près d'Engis, mais sont actuellement fortement recolonisés par la végétation ligneuse.

Une pelouse sur sol intoxiqué est située au sommet d'une ancienne carrière de calcaire, sur le versant en rive gauche de la vallée de la Meuse (32). Elle est principalement occupée par une formation quasi monospécifique à *Calamagrostis epigejos*, et pour une plus petite partie par une pelouse/prairie à fromental et fétuque accompagnée des pseudométallophytes classiques dans ce genre de milieu, *Campanula rotundifolia* et *Rumex acetosa* ainsi que de quelques plantes calcicoles et thermophiles.

Des fragments de pelouses rupicoles sont présents sur et au sommet de la falaise calcaire quasi verticale exposée au sud-est.

La pelouse sur sol intoxiqué du Tier Ardan (33) est située sur un versant exposé au sud de la vallée de la Meuse. Le site, assez enclavé par des zones urbanisées, correspond à une prairie abandonnée envahie par les pseudométallophytes classiquement rencontrés dans ces milieux : *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis capilaris* mais aussi *Festuca brevipila* (= *F. stricta* subsp. *trachyphylla*), ainsi que par un métallophyte, le tabouret calaminaire, que PERRIN signalait déjà en 1989.

#### 34. Flône

Des pelouses sur sol intoxiqué, fortement envahies par la végétation ligneuse, s'observent aux abords de l'Abbaye de Flône. A proximité de celle-ci, un affleurement rocheux calcaire exposé au sud ayant subi l'influence des retombées atmosphériques riches en métaux lourds présente une importante population de la mousse calaminaire *Trichostomopsis australasiae*. Cette espèce est aussi présente en abondance sur des déblais calaminaires situés dans un vallon forestier sur le versant opposé au cimetière de Flône (A. Vanderporten, com. pers.). Un vaste terribil calaminaire était présent autrefois sur la crête de la vallée ; seuls de petits tumulus de dimensions fort restreintes sont encore présents.

#### 35. Corphalie

Des pelouses et friches sèches sur sol intoxiqué sont présentes sur un versant rocheux exposé au sud de la vallée de la Meuse, dominant la voie ferrée, juste en aval de la ville de Huy. On y observe aussi des «terres rouges» provenant du traitement des schistes alumineux. Le site a été en partie remanié par l'exploitation ancienne d'une carrière sur le haut du versant. Il présente un intérêt exceptionnel lié aux pelouses rases xérothermophiles à fétuque et cladonies et aux rochers calcaires exposés, le tout d'une étendue considérable pour ce type de milieu dans la région. La présence d'une population remarquable d'*Alyssum murale* sur le site a été soulignée (LAMBINON & al., 1997).

#### 36. Sclaigneau

Le site de Sclaigneau est situé sur un versant exposé au sud de la vallée de la Meuse en amont de la ville d'Andenne. De vastes pelouses rases et friches sur sol intoxiqué dominent des affleurements rocheux calcaires. Les pelouses rases sont dominées par *Festuca rubra* subsp. *commutata* et

*Agrostis capillaris*. Les friches comportent de vastes plages de *Calamagrostis epigejos*. Une lande à callune occupe la partie ouest du site.

## **Bastogne-Longvilly**

### **37. La Mine**

Il s'agit du site d'implantation d'une mine de plomb abandonnée vers 1900. Ces remblais abritent une friche sur sol très superficiel dominée par une pelouse pionnière à fétuque (Fig. 5), *Festuca rubra* subsp. *microphylla* (= *F. nigrescens* subsp. *microphylla*), renseignée erronément par KERGER & al. (1994) comme *Festuca ovina* subsp. *hirtula* (LAMBINON, 2005, p. 41-42). Cette pelouse devient fermée en bordure nord du site. La partie ouest est occupée par des lambeaux de landes à *Calluna vulgaris* et *Cytisus scoparius* partiellement envahis par des épicéas. Le tabouret calaminaire y a été découvert au printemps 2005 (J.-L. Gathoye, com. pers.) ; sa présence résulte vraisemblablement d'un transfert fortuit.



FIG. 5. — Halde calaminaire envahie par *Festuca rubra* subsp. *microphylla* au lieu-dit La Mine à Longvilly (site 37).

### 3.3. SITES DÉTRUITS

Plusieurs pelouses calaminaires mentionnées dans la littérature ont été détruites, essentiellement par l'urbanisation. Ces sites n'ont pas été pris en compte dans les calculs de superficie. Il s'agit notamment des suivants, cette liste n'ayant pas un caractère exhaustif :

- Terril de la gare autoroutière de Kelmis. Ce site abritait une végétation calaminaire typique et complète (FAGOT, 1993).
- Fosse d'extraction inondée à Kelmis. Ce site portait une végétation calaminaire typique et complète (FAGOT, 1993).
- Halde au lieu-dit «Grande Bruyère» à Welkenraedt. Ce site abritait une végétation calaminaire typique et complète en abondance (DONCKIER, 1862).
- Halde au lieu-dit «Haute-Saurée» à Dison (DONCKIER, 1862).
- Halde au nord-ouest de Meuschemen à Baelen (Limbourg). Ce site montrait une végétation calaminaire typique et complète en abondance (DONCKIER, 1862).
- Dépôt de scories et culots de fonderie dans le fond de la vallée de la Högne à Sohan (Pepinster) (LAMBINON, 1964). Ce site et le suivant étaient remarquables par leurs populations de *Stereocaulon*.
- Dépôt de scories et culots de fonderie dans le fond de la vallée de la Vesdre à Membach (Pepinster) (LAMBINON, 1964).
- Haldes du Bouny à Theux. L'entièreté de la surface du site a été remblayée entre 1997 et 2001 (HERMANNNS, 2002). Ce site abritait une végétation calaminaire typique et complète (DONCKIER, 1862). Seul un petit talus supportant un fragment de pelouse calaminaire subsiste encore.
- Les pelouses calaminaires situées sur l'ancien jumping à Chaudfontaine ont été détruites en 2004 suite à la mise en culture de prairies (obs. pers.).
- Terril adossé aux usines de la Vieille Montagne à Angleur. L'entièreté de ce terril, beaucoup plus vaste que la halde actuelle occupant le sud de l'Ile, a été arasé.
- Friche calaminaire située entre l'Ile aux Corsaires et le parc de la Vieille Montagne à Angleur. L'entièreté de la friche a été détruite au printemps 2005.
- Vaste terril situé à Flône, sur la crête de la vallée au niveau des usines de la Vieille Montagne (LAMBINON, 1964). Ici, comme dans le site suivant, étaient particulièrement intéressants les peuplements de *Stereocaulon*.

- L'île Soiron à Tihange, la presque totalité de l'île était occupée par un terril calaminaire (J. Lambinon, com. pers.).

Les sites suivants existent encore mais ont été partiellement détruits :

- Une partie de la halde du Casino Weiher à Kelmis (ERTZ, 2000).
- Plusieurs parties de l'ancien site minier de Plombières (détruites à plusieurs reprises) (DUVIGNEAUD & al., 1979, NOISET, 1996, ERTZ, 2000).
- Une partie de la halde du Rocheux a été remblayée dans les années 80 avant sa mise en réserve naturelle (environ 25% de la halde, J.-F. Hermanns, com. pers.).
- Près de la moitié de la halde calaminaire située sur l'île aux Corsaires fut détruite lors de la construction de la station d'épuration adjacente.
- Une partie des pelouses à pensée calaminaire du site de Prayon a considérablement régressé entre 2002 et 2005 suite à l'intensification de la pratique du moto-cross (obs. pers.).
- Les pelouses sur sol intoxiqué situées au sommet de la colline de «Hardémont» à Engis furent «assainies» à la fin des années 1990.

A l'exception des deux derniers sites et de celui de Chaudfontaine, qui sont d'origine tertiaire, tous ces sites étaient des haldes ou terrils calaminaires (sites secondaires).

En outre, il faut aussi signaler la disparition de plantes calaminaires dans la plaine alluviale de la vallée de la Gueule, en particulier le tabouret signalé comme très abondant par DONCKIER au XIX<sup>ème</sup> siècle dans presque toute la partie aval de la vallée. Ces disparitions sont liées à l'intensification des pratiques agricoles ainsi qu'aux rectifications du cours de la rivière.

#### 3.4. RÉPARTITION ET OCCURRENCE DES MÉTALLOPHYTES

Le tableau 3 fournit la liste des métalloytes présents dans les différents sites. La répartition de chaque taxon en Wallonie est fournie par les figures 6 à 12.

Il faut noter que pour les sites détruits avant 1960, on ne dispose pas d'information sur la présence éventuelle de la silène calaminaire, car ce taxon n'a été reconnu comme faisant partie de la flore calaminaire qu'à partir de cette époque.

La liste des métalloytes peut être complétée par les espèces suivantes :

- *Cochlearia pyrenaica* présent uniquement à proximité de la halde de Schmalgraf (9).



- *Stereocaulon nanodes* (sites 2-3-14-F-17-J-K-34-35-36) (LAMBINON 1964 ; LAMBINON, AUGIER & SÉRUSIAUX, 1985) et (28) (DUVIGNEAUD & JORTAY, 1987).
- *Scopelophila cataractae* (3-17-28) (SOTIAUX & DE ZUTTERE, 1987).
- *Trichostomopsis australasiae* (34) (DE ZUTTERE et al., 1987 ; A. Vanderpoorten, com. pers.).

Pour les trois dernières espèces, les stations citées sont principalement extraites de la littérature, elles n'ont pas fait l'objet de recherches systématiques sur le terrain au cours de cette étude et pourraient exister dans d'autres sites recensés.

Pour toutes les espèces, à l'exception de *Cochlearia pyrenaica* et de *Minuartia verna* var. *hercynica*, plusieurs stations non renseignées dans l'atlas de VAN ROMPAEY & DELVOSALLE (1979) sont cartographiées. Il s'agit soit de stations anciennes dont la présence était restée méconnue, notamment dans les bassins de la Gueule et de la haute Vesdre, soit de stations nouvelles liées à une extension d'aire récente, postérieure à l'atlas, comme dans la basse vallée la Vesdre (voir chapitre 3.6) et dans la vallée de la Meuse.

L'examen du tableau 3 fait apparaître que le cortège complet des espèces formant le *Violetum calaminariae* n'est plus présent que dans deux localités du nord-est de la province de Liège : la halde du Casino Weiher et la réserve naturelle de la Calamine d'une part, le Rocheux à Theux d'autre part. Il était autrefois plus répandu puisqu'on le trouvait dans d'autres sites calaminaires de la région de Kelmis, de Theux (halde du Bouny) et vraisemblablement sur une halde dans la région de Baelen (DONCKIER, 1862 ; FAGOT, 1993).

Par rapport aux bassins de la Gueule et de la haute Vesdre, les terrains calaminaires de la basse Vesdre et de la basse Ourthe sont, à l'exception d'une population introduite depuis les années 1980, caractérisés par l'absence de la fétuque calaminaire.

Les sites de la vallée de la Meuse quant à eux n'abritent, à l'exception des mousses et lichens calaminaires, actuellement qu'un métalphyte : le tabouret. Ce taxon est également le seul métalphyte à être présent, depuis peu semble-t-il, sur le site isolé de La Mine à Longvilly.

### 3.5. VÉGÉTATION

Les sites primaires et secondaires correspondent presque tous à des pelouses calaminaires au sens strict du terme. Deux sites font toutefois

TABLEAU 3. — Occurrence des différents métallophytes (plantes vasculaires) dans les sites inventoriés

TC : *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare* ; VC : *Viola calaminaria* ; SV : *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis* ; AM : *Armeria maritima* subsp. *halleri* ; FO : *Festuca ovina* subsp. *guestfalica* ; MV : *Minuartia verna* var. *hercynica*. + : introduction récente (LEFÈVRE & DEMOULIN, 1989). Les sites détruits figurent en italique. La présence de parenthèses signifie que le taxon est éteint sur le site considéré

		TC	VC	SV	AM	FO	MV
<b>Nord-Est de la prov. de Liège</b>							
1	Pelouse calaminaire de Sippenaeken	x	x	x	x	x	
2	Halde du casino Weiher	x	x	x	x	x	x
3	Ancien site minier de Plombières (Bleiberg)	x	x	x	x	x	
4	Ru de Wilcour	x	x			x	
5	Pelouse calaminaire de Meuschemen		x			x	
6	Chemin creux calaminaire de Welkenraedt	x					
7	Petite halde calaminaire à Schmalgraf	x	x	x	x	x	
8	Réserve de la Calamine	x	x	x	x	x	x
9	Halde calaminaire de Schmalgraf	x	x	x		x	
10	Pelouse calaminaire de Huset	x	x	x		x	
11	Pelouse calaminaire de Lahn	x					
12	Pelouse calaminaire de Rabotrath	x	x	x	x	x	
A	<i>Terril de la gare autoroutière (Kelmis)</i>	x	x	x	x	x	x
B	<i>Fosse d'extraction (Kelmis)</i>	x	x	x	x	x	x
C	<i>Halde au lieu-dit «Grande Bruyère» à Welkenraedt</i>	?	x	?	x	x	x
D	<i>Halde au nord-ouest de Meuschemen à Baelen</i>	x	x	?	x	x	x
E	<i>Halde au lieu-dit «Haute-Saurée» à Dison</i>	x	x				
F	<i>Vallée de la Vesdre à Membach</i>						
<b>Région de Theux</b>							
G	<i>Vallée de la Høgne à Sohan</i>						
H	<i>Halde du Bouny à Oneux - Theux</i>	x	x	x	x	x	x
13	Petits tumulus calaminaires à Oneux-Theux		x				
14	Le Rocheux	x	x	x	x	x	x
<b>Basse Ourthe</b>							
15	Clairière de Streupas	x	(x)				
16	Lande de Streupas	x	x				
I	<i>Terril adossé aux usines de la Vieille Montagne à Angleur</i>	x	x	x	x		
17	Ile aux Corsaires	x	x	x	x		
18	Friche industrielle à Angleur	x	x	x	x		
19	Petit remblai calaminaire à Chênee	x	x	x	x		
20	Gare de Chênee	x	x	x	x		
21	Parc de la Vieille Montagne (Angleur)	x	x	x	x		
22	Thier des Critchons (Embourg)	(x)	(x)				
23	Sur les Tiers (Grivegnée)	x	x	x	x		

		TC	VC	SV	AM	FO	MV
<b>Basse Vesdre</b>							
24	Fort de Chaudfontaine	x	x	x			
25	Ancien jumping de Chaudfontaine	x	x				
26	Bois les Dames	x	x	x			
27	Jardin à Prayon	x	x				
28	La Rochette - Fonds de Forêt	x	x	x	+	+	
29	Trixhe des Vignes	x		x			
30	Trî Mottet	x					
<b>Vallée de la Meuse</b>							
31	Vieille Montagne à Hollogne	x					
32	Carrière d'Engis aux Awirs						
33	Tier Ardan	x					
34	Flône						
35	Corphalie						
J	<i>Ile Soiron (Tihange)</i>						
36	Sclaigneau						
<b>Longvilly</b>							
37	La Mine	x					

	TC	VC	SV	AM	MV	FO
<b>Nord-Est de la prov. de Liège</b>	x	x	x	x	x	x
<b>Région de Theux</b>	x	x	x	x	x	x
<b>Basse Ourthe</b>	x	x	x	x		
<b>Basse Vesdre</b>	x	x	x	+		+
<b>Vallée de la Meuse</b>	x					
<b>Site isolé (La Mine)</b>	x					

exception : La Mine (37) à Longvilly et un petit site situé à Welkenraedt (6), à l'exception du tabouret calaminaire, les métalophytes y sont en effet absents. La clairière de Streupas (16) à Angleur peut être considérée comme une pelouse calaminaire dégradée. Le tabouret y est le seul métalophyte encore présent. Les essais de décapage du sol mené il y a quelques années indiquent cependant qu'une gestion appropriée permettrait vraisemblablement d'y restaurer une pelouse calaminaire plus typique.

Les sites tertiaires correspondent pour la plupart à des pelouses sur sol intoxiqué quasi monospécifiques à *Agrostis capillaris*, *Molinia caerulea*,

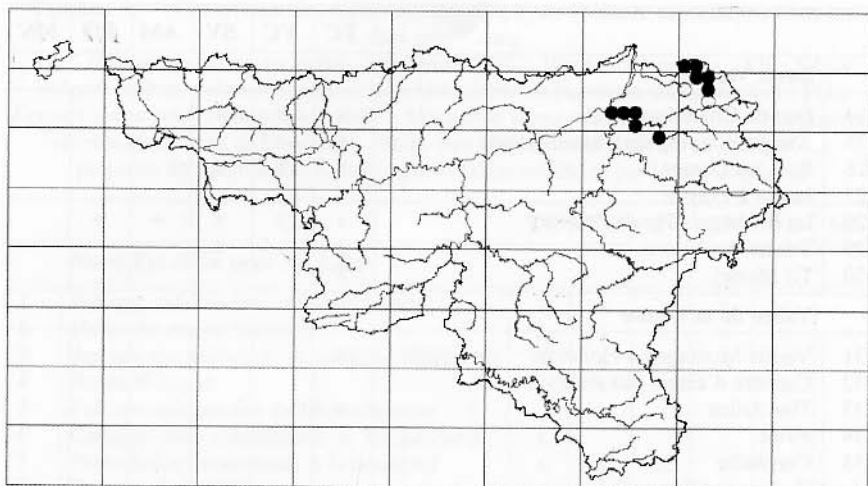


FIG. 6. — Carte de répartition de *Armeria maritima* subsp. *halleri*  
Rond plein : observation postérieure à 2002. Rond vide : station éteinte

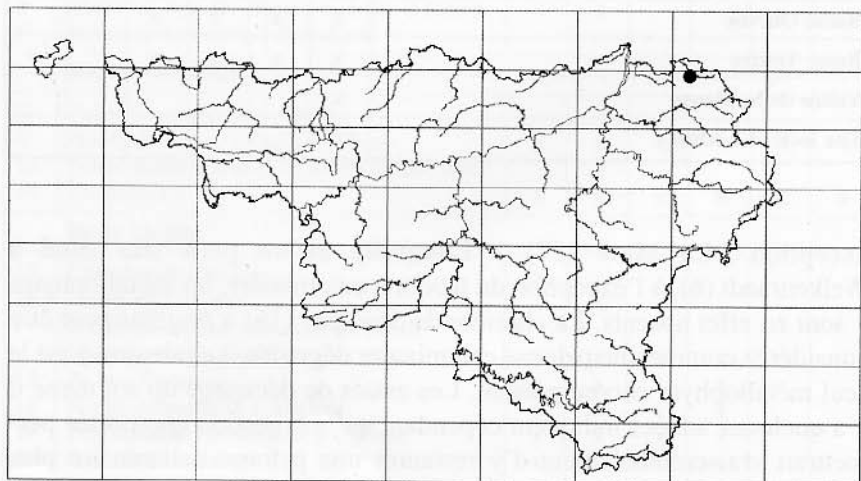


FIG. 7. — Carte de répartition de *Cochlearia pyrenaica*  
Rond plein : observation postérieure à 2002

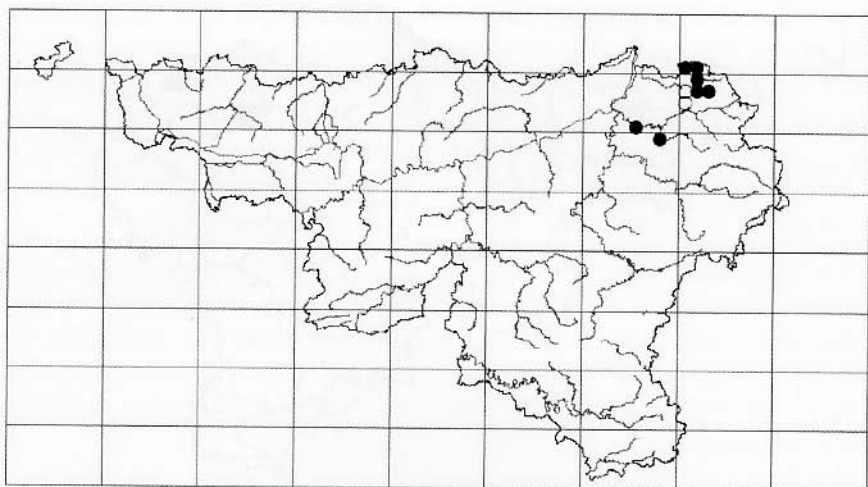


FIG. 8. — Carte de répartition de *Festuca ovina* subsp. *guestfalica*  
Rond plein : observation postérieure à 2002. Rond vide : station éteinte

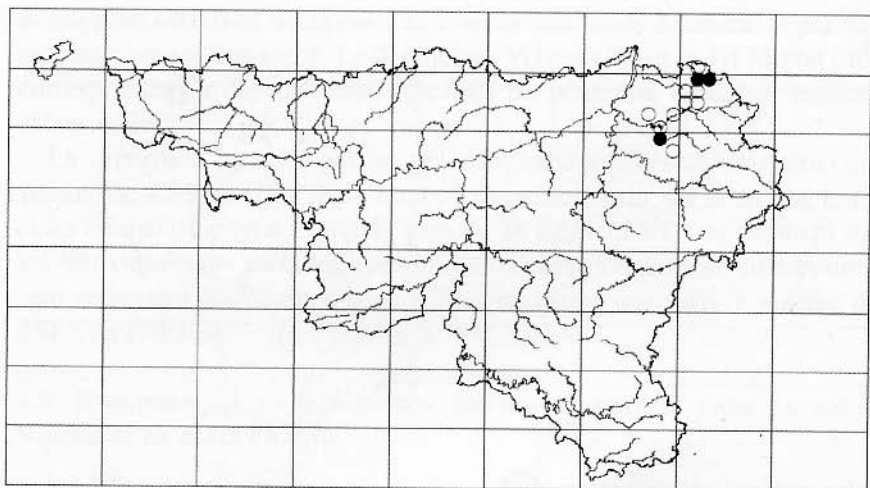


FIG. 9. — Carte de répartition de *Minuartia verna* var. *hercynica*  
Rond plein : observation postérieure à 2002. Rond vide : station éteinte

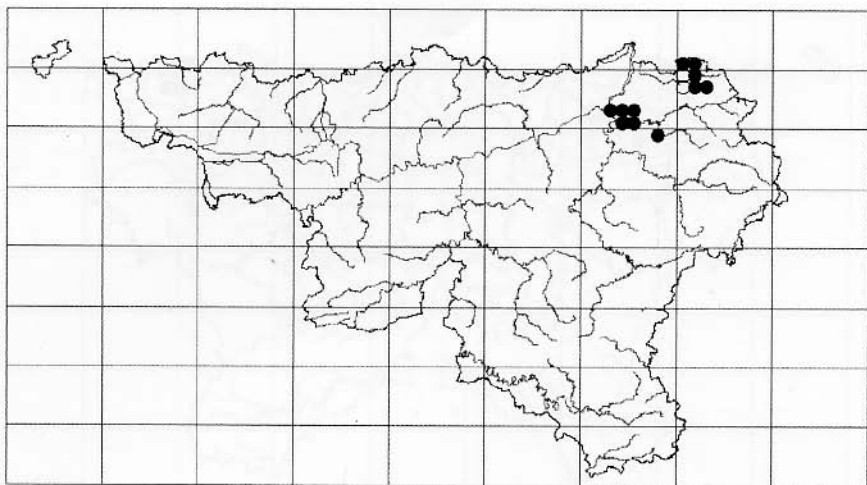


FIG. 10. — Carte de répartition de *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis*  
Rond plein : observation postérieure à 2002. Rond vide : station éteinte

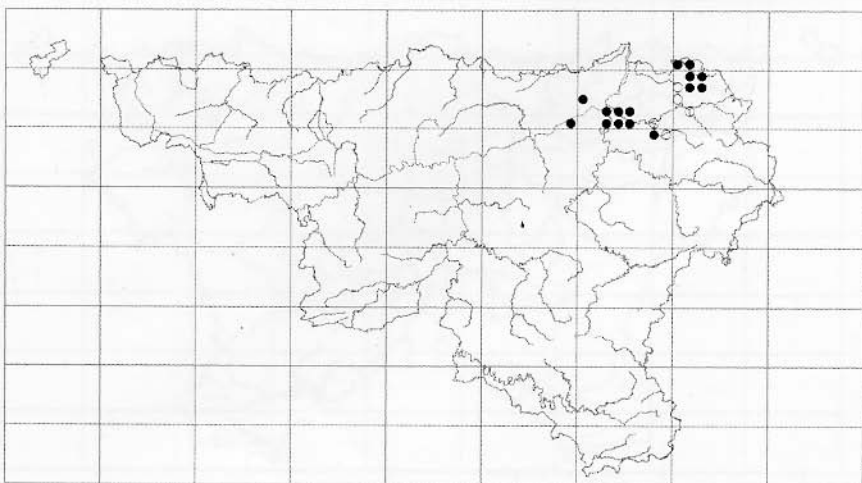


FIG. 11. — Carte de répartition de *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare*  
Rond plein : observation postérieure à 2002. Rond vide : station éteinte

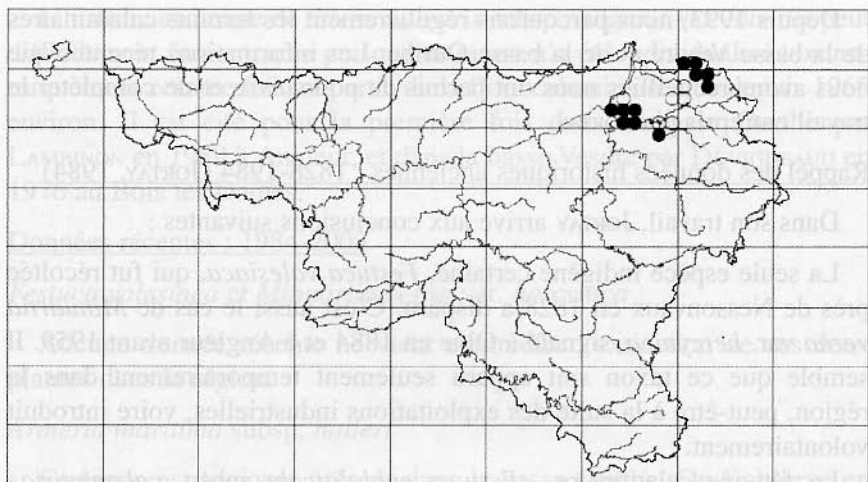


FIG. 12. — Carte de répartition de *Viola calaminaria*  
 Rond plein : observation postérieure à 2002. Rond vide : station éteinte

parfois *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra* subsp. *commutata* ou *Calamagrostis epigejos*. Dans la basse Vesdre et la basse Ourthe, plusieurs de ces pelouses sont enrichies en métallophytes. La lande de Streupas (16), une partie du fort de Chaudfontaine (24) et du site de Sclaigneau (40) sont occupées à la fois par une lande à callune et par des pelouses sur sol intoxiqué. Le Trixhe des Vignes (29) et le Trî Mottet (30) correspondent à des pelouses calcaires où pénètrent quelques espèces calaminaires.

La superficie occupée par les pelouses calaminaires au sens strict est voisine de 47,5 ha (13,2% du total). Les pelouses sur sol intoxiqué enrichies en métallophytes couvrent près de 58 ha (16,1%). Les pelouses sur sol intoxiqué sans métallophytes, à l'exception localement du tabouret, sont nettement dominantes puisqu'elles occupent une surface voisine de 254,5 ha (70,7%).

### 3.6. EVOLUTION DE LA RÉPARTITION DES MÉTALLOPHYTES DANS LA BASSE VESDRE ET LA BASSE OURTHE

En 1984, JORTAY dresse un historique de la présence des espèces calaminaires dans la basse vallée de la Vesdre. Il mentionne aussi une liste des stations de pensée calaminaire présentes dans cette région.

Depuis 1993, nous parcourons régulièrement les terrains calaminaires de la basse Vesdre et de la basse Ourthe. Les informations récentes que nous avons recueillies nous ont permis de poursuivre et de compléter le travail entrepris par JORTAY.

### Rappel des données historiques anciennes : 1828-1984 (JORTAY, 1984)

Dans son travail, JORTAY arrive aux conclusions suivantes :

La seule espèce indigène certaine, *Festuca valesiaca*, qui fut récoltée près de Nessonvaux en 1828 a disparu. C'est aussi le cas de *Minuartia verna* var. *hercynica*, signalé à Olne en 1884 et à Angleur avant 1959. Il semble que ce taxon soit apparu seulement temporairement dans la région, peut-être à la suite des exploitations industrielles, voire introduit volontairement.

La fétuque calaminaire, «*Festuca ophioliticola* subsp. *calaminaria*» (= *F. ovina* subsp. *guestfalica*), fut signalée à deux reprises, au XIX<sup>ème</sup> siècle, à Trooz et à Fraipont. Ces données n'ont jamais été confirmées.

La première donnée certaine d'*Armeria maritima* subsp. *halleri* à Angleur daterait de 1955, il y sera régulièrement renseigné par la suite. Il n'est par contre pas signalé de la basse Vesdre. C'est le métalphyte dont l'indigénat est le plus improbable pour la région.

*Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare* est signalé pour la première fois de la basse Vesdre en 1884 à Olne. Il sera ensuite signalé en 1902 à Prayon, en 1923 à Chaudfontaine, en 1924 à Henne-Chèvremont (Embourg), en 1935 à Angleur-Chênée. Ce taxon semble progresser d'est en ouest. Son indigénat semble fort improbable, tout comme celui de *Viola calaminaria*, qui a colonisé la région plus tard. Les premières mentions de pensée calaminaire remontent à 1935 pour la basse Vesdre et 1943 pour la basse Ourthe. Toutefois, ce n'est qu'à partir des années 1970 qu'une expansion de l'espèce est constatée dans la basse Vesdre. Ainsi, elle ne sera découverte à Prayon qu'en 1977. JORTAY avance deux explications à cette extension plus tardive que pour les autres métalphytes :

- Arrivée plus tard que le tabouret, la pensée calaminaire est seulement en train de réaliser l'extension que le tabouret a achevée depuis longtemps, grâce aussi peut-être à des possibilités de dissémination plus efficace.
- L'espèce n'aurait pu s'étendre avant les années 1970 à cause des fumées des usines auxquelles elle serait sensible. Il est donc logique de constater une expansion lorsque les activités de grillage de la blende décroissent.



L'histoire ancienne de *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis* peut difficilement être retracée puisque ce taxon n'a été individualisé taxonomiquement comme faisant partie de la flore calaminaire que depuis 1960 environ. Il est cité pour la première fois dans la basse Ourthe par LAMBINON en 1959 à Angleur, et dans la basse Vesdre par DUVIGNEAUD en 1976 au Bois les Dames.

Données récentes : 1984-2003

*Festuca valesiaca* et *Minuartia verna* var. *hercynica*

Aucune donnée récente ne vient contredire l'extinction de ces deux plantes dans la région.

*Armeria maritima* subsp. *halleri*

Ce taxon est toujours présent dans la basse Ourthe. On l'observe en abondance dans presque toutes les pelouses calaminaires situées dans le fond de la vallée. Une station est aussi présente sur le versant droit de la vallée, au lieu-dit «Sur les Tiers». En revanche, il ne semble pas être parvenu à s'installer à Streupas, sur le versant gauche.

Cet *Armeria* est actuellement présent dans la basse Vesdre. Il a été introduit dans les années 1980 sur le site de Prayon (LEFÈVRE & DEMOULIN, 1989). La plante semble s'être légèrement répandue depuis lors. Nous la connaissons en effet de trois endroits : sur le promontoire calcaire situé au confluent des vallées de la Vesdre et de la Magne, sur la bordure ouest de l'étang situé en rive droite de la Magne et dans une pelouse à *Agrostis capillaris* et *Viola calaminaria* située sur le versant en rive gauche du même vallon.

*Festuca ovina* subsp. *guestfalica*

La fétuque calaminaire a été introduite sur le site de Prayon en même temps que *Armeria maritima* subsp. *halleri* (LEFÈVRE & DEMOULIN, 1989). Cette station est toujours présente, mais la plante ne semble pas s'être davantage répandue dans la dition.

*Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare*

Le tabouret calaminaire est bien représenté dans toutes les pelouses calaminaires de la basse Ourthe, y compris à Streupas et au lieu-dit «Sur les Tiers» à Grivegnée. Une station est aussi présente sur un terril au lieu-dit «Chaud-Tier» à Chênée / Chèvremont. La présence du tabouret dans ce milieu pourrait laisser suggérer que le site est d'origine secondaire. Il

ne s'agit pourtant pas d'un remblai calaminaire, l'origine de cette station est due aux retombées atmosphériques provoquées par l'usine «Cuivre et Zinc» à Chênée. Vers l'amont, il atteint presque la localité de Tilff ; une petite station existe en effet le long de la route montant depuis la vallée de l'Ourthe à Colonster vers le Sart Tilman.

Nous n'avons pas répertorié toutes les stations de tabouret calaminaire car elles couvrent pratiquement toute la région. JORTAY (1984) a dressé une carte de l'abondance du tabouret dans la basse Vesdre. Les zones d'abondance renseignées par JORTAY n'ont pas changé en 20 ans. Sans doute ce taxon avait il déjà achevé de coloniser la région à cette époque. Par contre, plusieurs stations marginales, situées assez loin des sources polluantes sont en régression. Ainsi, il a disparu récemment de la pelouse à *Agrostis capillaris* et *Molinia caerulea* du Tier des Critchons à Embourg, où nous l'avions encore observé en petit nombre en 1999. Dans cette localité, le tabouret est présent en divers endroits, le plus souvent sur des talus de routes, par exemple au lieu-dit «Henne» ainsi qu'aux abords du domaine communal. Nous pouvons attester de la régression de toutes ces stations, ainsi que de celles qui sont présentes sur le versant en rive droite près du fort de Chaudfontaine, au cours des dix dernières années.

Nous avons découvert récemment quelques autres stations, toutes de très faibles effectifs, situées encore plus loin des sources polluantes, à plus de 3 km de l'usine de Prayon : village de Magnée (talus de route), lieu-dit «Croix-Michel» à Beaufays (talus de route) et sur des cendrées le long de la voie ferrée à Basse Fraipont, à 3 km en amont de l'usine dans la direction opposée à celle des vents dominants.

#### *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis*

La silène calaminaire est bien représentée dans la basse Ourthe sur toutes les pelouses calaminaires proches de l'usine de la Vieille Montagne à Angleur.

Elle est par contre nettement moins abondante dans la basse Vesdre, où les mentions de ce taxon ont toujours été rares. En dehors du site de Prayon et du vallon des Fonds de Forêt, où elle est assez bien représentée, la silène calaminaire est assez localisée et présente sans grande abondance. On en observe çà et là quelques touffes en compagnie du tabouret, sur des talus de routes. Nous ne l'avons jamais revue au Bois les Dames, où DUVIGNEAUD (1976 a), signalait sa présence. Quelques touffes sont toutefois encore présentes à proximité de ce site, en bordure du terrain de football de Prayon.

## *Viola calaminaria*

La pensée calaminaire est présente en abondance dans toutes les pelouses calaminaires proches des usines de la Vieille Montagne à Angleur et à Prayon. Elle est par contre en régression marquée dans les pelouses plus éloignées de ces usines. Dans la lande de Streupas, son abondance a clairement diminué depuis ces 20 dernières années (divers observateurs, com. pers.). Elle a disparu récemment de la clairière sub-naturelle de Streupas, où elle était connue depuis 1973 au moins, et où elle était encore présente au début des années 1990. Elle a aussi disparu du Tier des Critchons à Embourg, où quelques touffes existaient en 1996. La station de Henne s'est éteinte à la même période. JORTAY y signalait encore une extension de 3m<sup>2</sup> en 1984 et de plusieurs hectares en 1977.

En 1999, nous avons découvert quelques touffes de cette espèce sur des cendrées ferroviaires à proximité de la gare de Chaudfontaine. Cette petite station, située à peu près à mi-chemin entre les usines d'Angleur-Chênée et de Prayon semble actuellement fort isolée.

Une station est cependant encore en extension : celle des Fonds de Forêt. La localisation des pelouses à pensée y a été étudiée à trois reprises (JORTAY, 1984 ; VOUSEN, 1993 ; BREVERS, 2003). La comparaison de ces trois travaux permet de mettre en évidence une extension récente de l'aire de la pensée dans la partie aval des Fonds de Forêt. On notera que cette espèce est susceptible de s'hybrider avec des espèces apparentées ; la «Nouvelle Flore» (LAMBINON & al., 2004, p. 216) mentionne l'hybride *V. × aquisgranensis* (*V. calaminaria* × *tricolor*), décrit des environs d'Aix-la-Chapelle et dont la présence en Belgique est suspectée, mais le problème reste à étudier.

## Conclusions

Au cours des années 1980, deux métalphytes supplémentaires ont fait leur apparition dans la basse vallée de la Vesdre : *Armeria maritima* subsp. *halleri* et *Festuca ovina* subsp. *guestfalica*, introduits volontairement sur le terrain calaminaire de Prayon. Jusqu'à présent, ces taxons ne se sont guère étendus.

Entre 1993 et 2003, nous avons pu mettre en évidence la régression, et localement l'extinction, de certains métalphytes sur plusieurs sites calaminaires d'origine tertiaire, le plus souvent localisés en marge des industries polluantes. En revanche, les stations de métalphytes situées sur sol intoxiqué au voisinage immédiat des usines sont, sur la période étudiée,

stables (en dehors des destructions et perturbations directes portées aux sites), voire localement en extension en ce qui concerne la pensée calaminaire.

#### 4. Discussion

En conditions naturelles, les métalphytes sont inféodés à des affleurements métallifères. Alors que ces sites primaires disparaissaient suite à leur exploitation par l'homme, elles ont pu envahir les sites secondaires et, au cours du xx<sup>ème</sup> siècle, certains sites tertiaires. Plusieurs espèces ont ainsi vu leur aire de répartition s'étendre au cours des dernières décennies. Cette extension semble toujours en cours pour certaines d'entre elles, par exemple le tabouret calaminaire.

Les pelouses sur sol intoxiqué de la basse Vesdre et de la basse Ourthe offrent un refuge récent pour plusieurs métalphytes. Une étude phytosociologique a montré que certaines de ces pelouses enrichies en métalphytes sont à ranger dans le *Violetum calaminariae* (VOOSEN, 1993). Nous proposons de qualifier ces pelouses du terme «subcalaminaires», afin de les distinguer d'une part, des pelouses calaminaires que l'on trouve sur les sites primaires et secondaires qui sont plus stables, d'autre part des pelouses sur sol intoxiqué quasi monospécifiques à *Agrostis capillaris*, *Molinia caerulea*, parfois *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra* subsp. *commutata* ou *Calamagrostis epigejos*, qui sont généralement dépourvues de métalphytes, à l'exception localement du tabouret, comme dans certaines pelouses de la vallée de la Meuse. Actuellement, en Wallonie, cinq métalphytes sont présents sur des sites tertiaires : *Viola calaminaria*, *Armeria maritima* subsp. *halleri*, *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *humilis*, *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare* et *Festuca ovina* subsp. *guestfalica*, ce dernier y étant actuellement très localisé suite à une introduction dans les années 1980. A ces espèces, il faut ajouter un lichen et deux bryophytes : *Stereocaulon nanodes*, *Scopelophila cataractae* et *Trichostomopsis australasiae* ; la présence de ces deux dernières mousses serait due à une extension d'aire récente d'origine anthropique (SOTIAUX & DE ZUTTERE, 1987 ; DE ZUTTERE & al., 1987). Une autre espèce, à ranger dans les pseudométalphytes, *Cardaminopsis* (= *Arabidopsis*) *halleri* semble subir une extension d'aire du même type puisqu'une population a été découverte récemment en France, sur un site tertiaire du plateau de Rocroi, à proximité de la fron-

tière belge, à plus de 100 km des stations connues les plus proches (BERT & DELVAL, 1999), qui se situent sur les remblais calaminaires du nord-ouest de la France entre Valenciennes et Lille. Cette espèce, autrefois connue au Sart Tilman (DUVIGNEAUD, 1976b) et dans le nord-est de l'Ardenne reste paradoxalement absente des sites calaminaires wallons.

Par contre, au sein de leur aire, la répartition des métalphytes est de plus en plus morcelée suite à la destruction de leurs habitats. Aux Pays-Bas, la pensée calaminaire, qui subit une forte régression, occupe actuellement moins d'un demi-hectare (WILLEMS, 2004). La régression des sites secondaires est fort préoccupante ; elle conduit à un isolement total de certaines populations. Actuellement, le cortège typique et complet de métalphytes ne s'observe plus en Wallonie que sur trois sites. Afin de maintenir ces milieux dans un état de conservation favorable à long terme, des mesures de restauration devraient être envisagées rapidement. La plupart des haldes sont constituées de remblais de plusieurs mètres d'épaisseur. Un étalement d'une partie de ces remblais, dans des zones appropriées (où les sols et la nappe phréatique ne présenteraient pas de risque de contamination par les métaux lourds), devrait permettre de considérablement étendre la superficie des pelouses calaminaires. En effet, la surface actuelle des pelouses du *Violetum calaminariae*, qui ne dépasse plus 70 hectares, n'offre probablement pas de garanties pour la survie à long terme de certaines populations.

### Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une convention avec la Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement (SPAQuE), sous la direction scientifique de Monsieur E. Melin (aCREA-ULg). Mes sincères remerciements vont à Messieurs D. Ertz, J. Fagot, J.-F. Hermanns et J. Lambinon pour les nombreuses informations fournies.

### BIBLIOGRAPHIE

1. AUQUIER P., 1964. — Les *Festuca* des terrains calaminaires de la Wallonie septentrionale. *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, **97** : 99-129.
2. BECKERS R., 1997. — Recherche et propositions de gestion des sites favorables à la végétation calaminaire dans le cadre du plan communal de développement de la nature de Welkenraedt. Mémoire ISI, Huy, 117 p.

3. BERT V. & DELVAL T., 1999. — Une nouvelle espèce pour la région Champagne-Ardenne : L'Arabette de Haller ou *Arabidopsis halleri* (O'Kane & Al-Shehbaz). *Bull. Soc. Hist. Nat. Ard.*, **89** : 65-69.
4. BERT V. & DERAM A., 1999. — Guide des phytotechnologies : utilisation des plantes dans la dépollution et la réhabilitation des sites contaminés par les métaux lourds. ISBN 2-9514738-0-X, 154 p.
5. BONGERS M.G.H. & GOVERS A.A.M., 1985. — Het dal van de Hohn. Vegetatie en bodem van een natuurgebied in Noordoost België. *Publ. Natuurhistorisch Genootschap Limburg*, **35/1-2** : 44 p.
6. BREVERS F., 2003. Ecogéographie et conservation des populations de *Viola calaminaria* (DC.) Lej. en Région Wallonne. Mémoire de fin d'études, Laboratoire d'Ecologie, FUSAGx, 107 p.
7. BROOKS R., 1998. — Plants that hyperaccumulate heavy metals. Wallingford : CAB International.
8. BROWN G., 2001. — The heavy-metal vegetation of north-western mainland Europe. *Bot. Jahrb. Syst.*, **123** : 63-110.
9. CUVELIER V., 2003. — Etude et propositions de gestion de deux sites calaminaires de la commune de Chaudfontaine : le Bois-les-Dames et la lande de Mehagne. Travail de fin d'études. Haute Ecole de la Province de liège, Rennequin Sualem, Département Agronomique, La Reid, 103 p.
10. DE BLUST G., FROMENT A., KUYKEN E., NEF L. & VERHEYDEN R., 1985. — Carte d'évaluation biologique de la Belgique. Texte explicatif général. Ministère de la Santé Publique et de la Famille. Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, Bruxelles. 98 p.
11. DEJONGHE L. & JANS D., 1983. — Les gisements plombo-zincifères de l'est de la Belgique. *Chron. Rech. Min.*, **470** : 3-24.
12. DEJONGHE L., LADEUZE F. & JANS D., 1993. — Atlas des gisements plombo-zincifères du synclinorium de Verviers (est de la Belgique). *Mémoires Explicatifs Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, **33** : 483 p.
13. DEMOULIN V., LAMBINON J., MAQUINAY A. & RAMAUT J.-L., 1967. — Teneur en zinc et en plomb de quelques Gastéromycètes des terrains calaminaires belges. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **37** : 305-308.
14. DE ZUTTERE P., 1986. — L'intérêt phanérogamique et bryologique de la réserve de Seilles (province de Namur, Belgique). *Découvre*, **16** : 9-22.
15. DE ZUTTERE P., SOTIAUX A., ULRICH C. & PIERROT R.B., 1987. — *Trichostomopsis australasiae* (Hook. & Grev.) H. Robins. (*Pottiaceae*, *Musci*), nouveau pour l'Europe continentale occidentale. *Dumortiera*, **38** : 20-24.
16. DONCKIER A., 1862. — Notes sur les stations géologiques de quelques plantes rares ou peu communes des environs de Limbourg. *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, **1** : 219-241.

17. DUFRÈNE M., 1990. — Etude préliminaire des taxocénoses de Carabides des pelouses calaminaires. *Bulletin et Annales Soc. R. Belge d'Entomologie*, **126** : 141-150.
18. DUVIGNEAUD J., 1976a. — Les critères d'appréciation de la valeur biologique d'un site. Exemple du versant gauche de la vallée de la Vesdre à Ninane et Chaudfontaine (province de Liège). *Nat. Mosana*, **29** : 102-117.
19. DUVIGNEAUD J., 1976b. — Le domaine universitaire du Sart Tilman et ses abords (province de Liège, Belgique). Notes floristiques. *Lejeunia*, N.S., **81** : 1-63.
20. DUVIGNEAUD J., 1978. — Les Guides scientifiques du Sart Tilman. 3. Botanique. Université de Liège, Conseil scientifique des Sites du Sart Tilman, 185 p.
21. DUVIGNEAUD J., 1982. — La halde calaminaire du Rocheux à Theux. Une nouvelle réserve d'Ardenne et Gaume. *Parcs Nation.*, **37** : 119-138.
22. DUVIGNEAUD J. & JORTAY A., 1987. — Un site intéressant de la région liégeoise : la partie méridionale du vallon des Fonds de Forêt (Forêt et Magnée, province de Liège). *Les Natur. Belges*, **68** : 33-48.
23. DUVIGNEAUD J. & JORTAY A., 1994. — Nouvelles observations dans le vallon des Fonds de Forêt (province de Liège, Belgique). *Nat. Mosana*, **47** : 86-88.
24. DUVIGNEAUD J. & LAMBINON J., 1974. — Botanique. Les milieux terrestres. ULG, Cahiers des 2000 hectares, Conseil des Sites du Sart Tilman, 10 p.
25. DUVIGNEAUD J., AUQUIER P. & LAMBINON J., 1979. — La vallée du Lontzenbach à Hergenrath (province de Liège, Belgique). *Bull. Comm. Roy. Monuments et Sites*, **8** : 217-231.
26. DUVIGNEAUD J., PAUQUET F. & SAINTENOY-SIMON J., 1993. — Une nouvelle réserve naturelle d'Ardenne & Gaume : la pelouse calaminaire située au sud du parc communal de Kelmis-La Calamine (anciennement Moresnet Neutre). *Parcs Nationaux*, **48** : 66-76.
27. DUVIGNEAUD P., LEFÈVRE C. & DENAEYER-DE SMET S., 1971. — Les «*Armeria vulgaris* Willd.» des sols métallifères ou chimiquement mal balancés. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **41** : 69-80.
28. ERTZ D., 2000. — La flore et la faune de quelques sites de grand intérêt biologique dans la vallée de la Gueule (Province de Liège, Belgique). *Nat. Mosana*, **53** : 1-18.
29. FAGOT J., 1993. — Apport de la botanique dans la stratégie de réhabilitation des sites contaminés par les métaux lourds. Thèse de Doctorat, FUSAGx, 158 p.
30. GRAITSON E., 2005. — L'herpétofaune des sites calaminaires wallons. *Les Natur. Belges*, **86** : 57-66.
31. GRAITSON E., SAN MARTIN G. & GOFFART P., 2005. — Intérêt et particularités des haldes calaminaires wallonnes pour l'entomofaune : le cas des Lépidoptères Rhopalocères et des Orthoptères. *Notes Fauniques de Gembloux*, **57** : 49-57.

32. HAUDESTAINE C. & VOS P., 1985. — Environnement et Ecologie du site de la réserve naturelle et ornithologique de Seilles. Mém. Env. et Génie Sanitaire. Inst. Prov. Enseign. Agric. Forest. et Pap. La Reid, 2V, 238 p.
33. HERMANN J.-F., 1996. — Le filon du Rocheux - Oneux. Vestiges au sol, revisités en hiver 1995-1996. *Rev. Verv. Hist. Nat.*, Été 1996 : 29-31.
34. HERMANN J.-F., 2002. — La faille du Rocheux - Oneux. Les travaux miniers de recherche et d'exploitation au 19<sup>ème</sup> siècle. *Rev. Verv. Hist. Nat.*, Hiver 2002 : 89-92.
35. HERMANN J.-F. & DUVIGNEAUD J., 1996. — Gestion biologique d'un site calaminaire. Les options prises dans la réserve naturelle du Rocheux à Theux. *Parcs & Réserves*, 51 : 2-4.
36. ACQUEMART S., 1958. — Contribution à l'écologie des haldes calaminaires. Colonisation d'un milieu neuf. *Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg.*, 34 : 1-27.
37. JORTAY A., 1984. — Etude écologique des effets sur le couvert végétal de l'industrie du zinc à Prayon (Trooz). Mémoire Licence Sci. Bot., ULG, 297 pp.
38. KERGER M.-T., PARENT G.H. & THOEN D., 1994. — Notes chorologiques et écologiques sur la flore vasculaire de la province de Luxembourg (Belgique) et des régions limitrophes. *Lejeunia*, N.S., 145 : 1-86 [cf. p. 41].
39. LAMBINON J., 1959. — Excursion du samedi 6 juin 1959 sur les terrains calaminaires d'Angleur. *Nat. Mosana*, 12 : 34.
40. LAMBINON J., 1964. — *Stereocaulon nanodes* Tuck. en Wallonie et en Rhénanie. *Lejeunia*, N.S., 27 : 1-8.
41. LAMBINON J. (& coll.), 2005. — La cinquième édition de la «Nouvelle Flore» de la Belgique et des régions voisines : commentaires taxonomiques, nomenclaturaux et chorologiques. *Dumortiera*, 85-87 : 1-94.
42. LAMBINON J. & AUQUIER P., 1964. — La flore et la végétation des terrains calaminaires de la Wallonie septentrionale et de la Rhénanie aixoise. Types chorologiques et groupes écologiques. *Nat. Mosana*, 16 : 113-130.
43. LAMBINON J., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J. (& coll.), 2004. — Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Cinquième édition. Editions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, Meise, CXXX + 1167 p.
44. LAMBINON J., MAQUINAY A. & RAMAUT, J.-L., 1964. — La teneur en zinc de quelques lichens des terrains calaminaires belges. *Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles*, 34 : 273-282.
45. LAMBINON J., AUQUIER L. & SÉRUSIAUX E., 1985. — Le genre *Stereocaulon* Hoffm. (Lichens) en Belgique et dans les régions voisines. *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, 118 : 79-92.
46. LAMBINON J., TITEUX H., BEDORET H. & DELOGE J., 1997. — *Alyssum murale* naturalisé dans le site calaminaire de Corphalie, en aval de Huy (province de Liège, Belgique). *Nat. Mosana*, 50 : 111-118.



47. LEDUC A. & STERCQ C., 1975. — Etude de la pollution à Engis (Province de Liège). Travail de fin d'études, FUSAGx, 287 p.
48. LEFÈVRE C. & DEMOULIN A., 1989. — Essai d'introduction d'écotypes métal-tolérants d'*Armeria maritima* (Mill.) Willd. et de *Festuca ophiolitica* Kerguelen dans un site pollué par les métaux lourds à Prayon. *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, **122**, Notes brèves : 125-126.
49. MAQUINAY A., RAMAUT J.-L. & PETIT J., 1972. — La halde calaminaire de Schmalgraf. *Les Natur. Belges*, **53** : 470-474.
50. MELIN E., 1987. — Etude phyto-écologique d'une zone empoisonnée par les métaux lourds de l'usine de la Vieille-Montagne à Flône. *Le Cornouiller*, **1987** : 1-20.
51. MELIN E. & LAMPROYE A., 1989. — Le site de Corphalie. *Le Cornouiller*, **1989** : 10-15.
52. NOISET J.-L., 1996. — Destruction de la halde calaminaire de Plombières : un cas d'école ! *Environnement*, **35** : 16.
53. PERRIN D., 1989. — Etude de la végétation d'un site industriel en relation avec la pollution atmosphérique : surveillance des retombées métalliques actuelles à Engis (province de Liège). Travail de fin d'études, FUSAGx, 90 p.
54. RAMAUT J.-L., 1964. — Un aspect de la pollution atmosphérique : l'action des poussières de zinc sur les sols et les végétaux dans la région de Prayon. *Les Natur. Belges*, **45** : 133-145.
55. RAMAUT J.-L., PETIT J. & MAQUINAY A., 1972. — *Cochlearia pyrenaica* — plante calaminaire ? *Les Natur. Belges*, **53** : 475-478.
56. SAINTENOY-SIMON J., 1996.-Trouvailles floristiques récentes en Wallonie, dans le Grand-Duché de Luxembourg et dans le nord de la France. *Adoxa*, **13/14** : 1-52.
57. SAINTENOY-SIMON J. & DUVIGNEAUD J., 1996. — Le site calaminaire de Plombières (Bleiberg). *Parcs & Réserves*, **51** : 5-9.
58. SAINTENOY-SIMON J. & DUVIGNEAUD J., 1998. — Excursion dans la vallée de la Gueule le samedi 5 juillet 1997. *Adoxa*, **20/21** : 63-66.
59. SÉRUSIAUX E. & LIBOIS R., 1975. — La réserve de Seilles : esquisse de son intérêt botanique. *Les Natur. Belges*, **56** : 97-108.
60. SIMON E., 1975. — La dynamique de la végétation de quelques sites métallifères dans les régions d'Eupen et d'Aix-la-Chapelle. *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, **108** : 273-286.
61. SIMON E., 1979. — Etude écologique et génétique de la végétation des sites métallifères. Thèse de Doctorat, ULB, 274 p.
62. SONDAG F., DENUDT G. & MARTIN H., 1974. — Prospection du zinc et du cuivre dans les sols et les plantes au voisinage de l'ancienne mine de Longvilly près de Bastogne (B). Accumulation de zinc chez *Taraxacum officinale*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **279** : 219-222.

63. SONDAG F., LECOMTE P. & MARTIN H., 1972. — Détection du filon de galène de la mine de Longvilly (Bastogne) par la géochimie de surface, distribution du plomb et du cuivre dans les sols et cartographie de leurs isoteneurs. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **95** : 413-424.
64. SOTIAUX A. & DE ZUTTERE P., 1987. — *Scopelophila cataractae* (Mitt.) Broth. (Pottiaceae, Musci) nouveau pour le continent européen en France, en Belgique, aux Pays-Bas et en République fédérale allemande. Le genre *Scopelophila* (Mitt.) Lindb. en Europe. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, **8** : 95-108.
65. SOUGNEZ N., 1957. — Carte de la végétation de la Belgique. Texte explicatif de la planchette de Henri-Chapelle 123W, Centre de cartographie phytosociologique de Belgique. 154 p.
66. VAN ROMPAEY E. & DELVOSALLE L. (& coll.), 1979. — Atlas de la Flore belge et luxembourgeoise, Ptéridophytes et Spermatophytes, 2<sup>e</sup> édition. Meise, Jardin botanique national de Belgique, 1542 cartes.
67. VOOSSEN M., 1993. — Vegetations- und Substratanalysen an Schwermetallstandorten in Ostbelgien. Verbreitung – Artenspektrum – Substratbelastung – Gefährdung. Diplomarbeit im Fach Geographie, Köln, 108 p.
68. WILLEMS J.H., 2004. — Hoe is het eigenlijk met onze zinkflora gesteld ? *Natuurhist. Maandblad*, **93** : 21-25.