

**Les pelouses métallicoles du *Violion calaminariae* (Schwick.1933)
V.Westh., Dijk & Passchier 1946 dans les Pyrénées**

Par *François PRUD'HOMME*,
Conservatoire botanique pyrénéen

Dans le cadre de la réalisation d'inventaires d'habitats sur sites Natura 2000, nous avons été amenés à nous interroger sur la présence et la composition des pelouses calaminaires dans les Pyrénées. Cet article est un complément à ces inventaires mais se veut surtout être une synthèse et un outil pour se lancer à la prospection et à l'amélioration de la connaissance de ces habitats dans notre région.

La richesse en substances métalliques du sol a une influence suffisamment forte sur la végétation pour voir apparaître des espèces et des groupements végétaux originaux. Ces cortèges floristiques hautement adaptés se développent particulièrement sur les minerais oxydés de zinc (calamine). Leur présence peut parfois permettre aux prospecteurs géologues de détecter des gisements encore enfouis (CARLES & PULOU, 1968) mais on les rencontre plus évidemment sur les restes d'exploitation minière. Dans les Pyrénées, les mines de zinc ou de blende (minerai de sulfure de zinc) sont assez nombreuses et ont laissé depuis la fin de leur exploitation (généralement fin du XIX^{ème} siècle-début du XX^{ème} siècle) des rémanents importants riches en métaux.

On retrouve trace de ces exploitations dans les Pyrénées centrales sur les cartes géologiques (BRGM, 1976, 1986, 1986b, 1993, 1996, 1996b, 1999)

Généralement dans les Pyrénées centrales, deux types de minéralisations existent :

- celles de l'Ordovicien qui présentent les plus fortes accumulations sous formes de rubans millimétriques à métriques avec des concentrations zincifères importantes.
- celles du Dévonien avec des concentrations bien moindres (d'où un intérêt économique faible et donc moins d'exploitation)

Pour citer quelques gisements des Hautes-Pyrénées : Ordovicien : Pène d'Ays, Hourmagerie, Barrage d'Ossoue, Notre Dame des Neiges, Mine de Gavarnie ; Dévonien : commune de Gazost : Palouma, Bies-Hounteyde, commune de Beaucens : Estibères, Col de Bareilles, Cabane de Bareilles, Lac bleu, les Estiberets, Pène

Lounque, Lac Vert, Aoube, Pène Taillade, Soum Arrouy, commune de Bagnères de Bigorre : Aoutriga ; commune de Sers : falaises d'Aoube, Pic Cremat, Pene det Pouri, Ourdegou-Labas Blancs, Aoudou, Bassias d'Ourdegon...

Pour la Haute-Garonne : Ordovicien : Baren, Hourmigué, Crabioules, Crabères, Cap de Gauch, Cap de Pale Bidau, Astau-Espingo, Barcognas-Cazaril, Moustajon, Mail de Cricq, Hospice de France, Port de Venasque, Pic de la Pique, Pic de la Mine...
Dévonien : Val d'Esquierry, Pic Sarrouyes, Val Lustou...

Pour l'Ariège : Massifs de l'Arize (Montels) et Massif de St Barthélemy (Cadeillou), Massif des Trois Seigneurs (Boates, Labadas, Balmiou)...

Chacun de ces gisements, s'il permet la mise en surface de substrat calaminé, est potentiellement le site d'accueil d'une végétation métallicole. La concentration en métaux lourds du sol est un facteur limitant de développement de la végétation sur ces stations qui seraient ainsi devenues des terrains de spécialisation voire même de spéciation (BENSETTITI *et al.*, 2005). Certaines plantes ne tolèrent en effet pas du tout la toxicité engendrée par le zinc ; d'autres peuvent la tolérer (« métallotolérantes »), certaines nécessitent la présence de cet élément à concentration élevée pour se développer (« métallophytes » pour les espèces exclusives, « pseudometallophytes » pour les écotypes d'espèce à plus large amplitude écologique).

Pour les Pyrénées, CARLES et PULOU (1968) proposent comme plantes indicatrices des gisements de zinc: *Armeria maritima* ssp. *muelleri*, *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare*, *Silene cucubalus* var *humilis*, *Minuartia verna* ssp. *hercynica* sans préciser les auteurs de ces noms de taxons.

Sans discuter de la justification taxonomique de ces variétés ou sous espèces, ce qui n'est pas notre sujet ici, un point nomenclatural s'impose...

- *Armeria maritima* ssp. *muelleri*

Cette sous espèce correspond à *Armeria muelleri* Huet du Pav., retenu dans l'index de la flore de France (KERGUELEN, 1999). DONADILLE (1969) a justifié le rang d'espèce pour cette Armérie proche d'*Armeria alpina* Willd., *Armeria maritima* Willd., *Armeria halleri* Wallr. (avec laquelle, plusieurs confusions ont été faites dans les flores de COSTE (1937) et FOURNIER (2002) en particulier) et *A. fontqueri* Pau ex Font-Quer (DONADILLE, 1980).

Parmi ces taxons, seuls *Armeria alpina* et *Armeria muelleri* sont présentes dans les Pyrénées. Toutes deux se retrouvent dans les pelouses subalpines ou alpines mais seule la seconde est métallicole. *Armeria muelleri* est une endémique pyrénéenne, dont la répartition semble se limiter à la partie orientale de la chaîne jusqu'au Val d'Aran.

Les critères qui permettent de les distinguer sont (DONADILLE, 1969b) des bractées involucrales internes nettement plus courtes que les bractéoles chez *Armeria alpina* alors qu'elles sont plus hautes que les bractéoles chez *A. muelleri*. Les fleurs roses à violacées chez les deux espèces sont plus longuement pédicellées chez *A.*

alpina (2-3mm) que chez *A. muelleri* (- de 2mm). Le tube calicinal est plus long ou égal que le tube du limbe chez *A. alpina* alors qu'il est plus petit chez *A. muelleri*. On se référera à l'article de DONADILLE (1985) pour éclaircir les confusions possibles entre les *Armeria* pyrénéens *A. pubinervis* ssp. *orissonensis*, *A. p.* ssp. *pubinervis* et *Armeria bubanii*, proches d'*Armeria alpina*.

- *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare*

La sous-espèce n'est pas traitée dans l'index synonymique de KERGUELEN (1999). L'espèce par contre y est traitée ; *Thlaspi alpestre* est synonymisé à *Thlaspi caerulescens* et le nom retenu est *Noccaea caerulescens*. La sous espèce est traitée dans un projet d'index synonymique de la Flore de France de MILCENT J.P. (2005), retenant *Noccaea caerulescens* ssp. *calaminare* (Lej.) B. Bock.

Le taxon métallicole a été rattaché à différents rangs infraspécifiques de différentes espèces de *Noccaea* : *Thlaspi caerulescens* ssp. *calaminare*, *Thlaspi montanum* var. *calaminare* (Lej.) Bonnier ; *Thlaspi alpestre* ssp. *calaminare* (Lej.) Sw. ; *Thlaspi calaminare* (Lej.) Lej. & Courtois ; *Thlaspi alpestre* var. *calaminare* Lej. ; *Thlaspi caerulescens* subsp. *calaminare* (Lej.) Dvoráková.

Parmi les différentes sous espèces de *Noccaea caerulescens*, *Noccaea caerulescens* ssp. *caerulescens* J. & C. Presl et *Noccaea caerulescens* ssp. *calaminare* (Lej.) B. Bock semblent être les deux seules sous espèces présentes en Pyrénées.

C'est cependant dans la flore de Belgique (LAMBINON *et al.*, 1992) que nous avons trouvé le seul traitement clair du cas ; elle distingue la sous espèce calaminaire de la sous espèce *caerulescens* de la façon suivante :

*Style égalant environ ou dépassant peu l'échancrure de la silicule. Graine 4-6 par loge ; plante généralement bisannuelle : *N. c.* ssp. *caerulescens*

*Style dépassant nettement l'échancrure de la silicule. Graine 2-4 par loge, plante généralement pérennante : *N. c.* ssp. *calaminare*

- *Silene cucubalus* var. *humilis*

La variété n'est pas traitée dans l'index synonymique de KERGUELEN (1999). L'espèce par contre y est traitée ; le nom retenu pour *Silene cucubalus* est *Silene vulgaris* ainsi qu'une sous espèce *S. vulgaris* ssp. *humilis* (R. Schubert) Rauschert. Dans un projet d'index synonymique de la Flore de France, MILCENT J.P. (2005) traite le taxon « *humilis* » au rang de variété de l'espèce *S. vulgaris*.

Les synonymes les plus courants sont *Silene vulgaris* var. *humilis* R.Schub., 1954 ; *Silene cucubalus* subsp. *humilis* (R.Schub.) Rothm., 1963 ; *Oberna behen* subsp. *humilis* (R.Schub.) Soják, 1986.

Cette sous espèce n'est pas traitée dans les flores ou catalogues que nous avons consultés (COSTE, 1937 ; FOURNIER, 2002 ; GUINOCHET & VILMORIN, 1973 ; BOLOS & VIGO, 1990 ; AIZPURU *et al.*, 1999, JOVET & VILMORIN, 1984 ; VILAR *et al.*, 1997 ; BOUCHARD, 1987 ; BOLOS *et al.*, 1990 ; TUTIN *et al.*, 1964 ...liste non exhaustive) sauf par, à nouveau, la flore de Belgique (LAMBINON *et al.*, 1992) qui la traite dans un paragraphe « Observation » de la sous espèce *vulgaris*. On peut y lire : « sous espèce très variable en ce qui concerne la taille, le port, la forme et les dimensions des feuilles. On distinguera notamment une variante à

tiges étalées sur le sol, ascendantes, et à limbe foliaire étroit, particulièrement caractérisée dans les pelouses et sur déblais calaminaires (...); ce taxon a été rapporté à la variété *humilis* Schubert. ». La présence de cette sous espèce dans les Pyrénées, outre la mention de CARLES et PULOU (1968), est donnée par ERNST (1966).

Minuartia verna ssp. hercynica.

La sous espèce, traitée dans l'index de KERGUELEN (1999) comme *Minuartia verna* ssp. *hercynica* (Willk.) O. Schwarz 1949, y est considérée comme un synonyme de la sous espèce type et n'est donc pas retenue comme entité taxonomique indépendante. *Minuartia verna* possède de nombreuses sous espèces dont seule la sous espèce *verna* semble présente sur les Pyrénées françaises (TUTIN *et al.*, 1964). D'ailleurs aucune des flores précédemment citées n'aborde la sous espèce *hercynica* sauf la flore de Belgique (LAMBINON *et al.*, 1992) sous le nom de *Minuartia verna* var. *hercynica* (Willk.) Friedrich et n'évoque qu'elle (!) or les critères qu'elle donne pour la discriminer de *Minuartia hybrida* sont les mêmes pour la sous-espèce type, il n'y a donc pas d'éléments pour séparer les deux sous-espèces de *M. verna*. Dans les Pyrénées, outre la mention de CARLES et PULOU (1968), la sous espèce est citée par ERNST (1966). Pour ce taxon, un retour vers la publication originale serait nécessaire pour connaître les critères qui ont paru nécessaires à sa différenciation.

Il est à noter que les études morphologiques retranscrites dans la flore de Belgique et citées ici ont probablement été réalisées sur des échantillons issus des terrils du Nord de la France ou de Belgique. Il serait intéressant de vérifier ces caractères sur les plantes pyrénéennes.

On voit que la recherche de gisements de zinc par la recherche des plantes indicatrices est affaire de botaniste initié et qu'encore subsistent pas mal d'ambiguïtés !!

Cependant, il est assez net que des groupements particuliers s'expriment sur les débris calaminaires des exploitations minières de nos montagnes. La structure et la qualité du substrat imposent une physionomie particulière à la végétation (herbacée et discontinue) et la composition floristique illustre des conditions stationnelles bien particulières. La seule dominance de l'*Armeria* est en elle même une originalité propre à ces groupements.

Ainsi, une classe phytosociologique est consacrée aux groupements métallicoles ; il s'agit des *Violetea calaminariae* Ernst 1965. Cette classe n'est représentée en France que par un seul ordre des *Violetalia calaminariae* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* V. Westh., Dijk & Passchier 1946 ; et les groupements montagnards et en particulier pyrénéens se rangent dans le *Violion calaminariae* (Schwick. 1933) V. Westh., Dijk & Passchier 1946. Cette alliance est évoquée dans les Pyrénées par ERNST (1966) sous un nom synonyme : *Thlaspeion calaminariae*. Il y décrit une association originale, à notre connaissance la seule décrite pour les Pyrénées, nommée *Armerietum muelleri*

Ernst 1966. Cette association décrite d'Estaing et Pierrefite (65) est donnée entre 1100 et 1900m. Elle se caractérise par *Armeria muelleri* (V), accompagnée de caractéristiques d'unités supérieures telles que *Silene vulgaris* ssp. *humilis* (V), *Minuartia verna* ssp. *hercynica* (V), *Noccaea caerulescens* ssp. *calaminare* (V). Nombreuses aussi sont les espèces d'autres classes dont en particulier les *Nardetea strictae* qui accompagnent le groupement : *Agrostis tenuis* (V) et *Festuca ovina* ssp. *ovina* (V) que l'auteur désigne comme des caractéristiques de l'alliance (*Thlaspeion calaminariae*), *Euphrasia stricta* (V), *Galium mollugo* (III), *Thymus serpyllum* (III), *Campanula rotundifolia* (III).

Trois sous associations sont décrites par ERNST (1966 et 1976) : la sous association -*typicum*, une sous association des milieux riches en pyrite de fer à *Pritzelago alpina* : -*hutchinsietosum alpinae* et une sous association de substrats moins riches en métaux caractérisée par *Plantago lanceolata* (V), *Leontodon autumnalis* (IV) et *Molinia caerulea* (II) : -*plantaginetosum lanceolatae*.

CARLES et PULOU (1968), après avoir sollicités Pierre DONADILLE pour aider à la détermination des *Armeria* qu'ils avaient récoltés, attestent de la présence d'*Armeria muelleri* en Ariège et Haute-Garonne, ainsi que de tout le cortège des plantes décrites ci-dessus. Ainsi, en ajoutant les données de ERNST (1966), on peut attester de la présence de *Violion calaminariae* et a fortiori de l'*Armerietum muelleri* dans les sites suivants :

En Ariège : mines de Bulard-bas, versant est de la Mail-de-Bulard, mines de Mail-de-Bulard près du sommet, travaux d'Artignan sur le versant est de la Mail-de-Bulard ; vallée d'Uretz ; près du sommet du Maubermé, travaux de rouge près de Sentein ; mines de Bentailou, Sainte-Amélie et Espeletta près de Sentein ; filon de la Serre d'Araing, affleurements d'Albe ; affleurements du cirque d'Araing.

En Haute-Garonne : mines de Crabère ; mines du Cap de la Coume, sur le flanc de la Mail de Cristal ; mines d'Uls ; mines de l'Hospice de Venasque ; mines de Crabioules.

En Hautes-Pyrénées : Pierrefitte et Estaing

Outre son potentiel d'utilisation pour la recherche de gisement à but d'exploitation minière mais aussi pour leur potentiel d'accumulation dans leur tissu dans la dépollution de sites industriels (DAHMANI-MULLER, 2000.), ces végétations présentent un intérêt patrimonial de par leur relative rareté et leur spécialisation dans des substrats très particuliers. Ainsi, elles intègrent la liste des habitats d'intérêt communautaire au titre de la directive « habitats » (1992) régissant l'établissement du réseau Natura 2000.

Cet intérêt patrimonial justifie l'effort de prospection qui pourrait être mené sur les sites Natura 2000 des Pyrénées. Ainsi, sur la Haute-Garonne, le seul article de CARLES et PULOU (1968) permet par déduction de lister cet habitat dans l'état des lieux des sites de la Haute vallée de la Garonne mais aussi celui de la Haute vallée de la Pique et d'Oo. En Ariège et dans les Hautes Pyrénées, d'autres sites Natura 2000 sont concernés par les localités listées au début de cet article. Dans la région, l'habitat pourrait aussi être recherché en Aveyron autour des mines de Decazeville (G.

BRIANE, *com. pers.*). Souvent oubliés, toujours peu étudiés, sûrement de par leur caractère trop « artificiel » aux yeux des prospecteurs et par la difficulté de détermination des taxons caractéristiques, ces habitats intègrent pourtant pleinement la richesse d'intérêt communautaire des sites Natura 2000 des Pyrénées centrales. L'originalité floristique de ces groupements est également un sujet taxonomique auquel il serait intéressant de se confronter et qui pourrait, pourquoi pas dans le cadre des inventaires Isatis en Haute Garonne, ajouter des taxons à la liste départementale.

Bibliographie

- AIZPURU I., ASEGINOLAZA C., URIBE-ACHEBARRIA P.M., URUCTIA P. & ZORRAKIN I., 1999. *Claves ilustradas de la flora del pais vasco y territorios limitrofes*. EJGV. 831 p.
- BENSETTITI F., BOULLET V., CHAUAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coordonnateurs), 2005. *Cahiers d'habitats Natura 2000, Tome 4, vol.1*. La Documentation Française: 445 p.
- BOLOS de O. & VIGO J., 1990. *Flora dels paisos catalans, vol. II*. Ed. Barcino. 921 p.
- BOLOS de O., VIGO J., MASALLES R.M. & NINOT J.M., 1990 ; *Flora manual del paisos catalans. Vol. 1* Ed. Portic. 1247 p.
- BOUCHARD J., 1987. *Primer herbair de la flora d'Andorra*. Institut d'Estudis Andorrans. 180p.
- BRGM, 1976. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1074 : St Giron et sa notice*.
- BRGM, 1986. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1075 : Foix et sa notice*.
- BRGM, 1986b. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1084 : Bagnères de Luchon et sa notice*.
- BRGM, 1993. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1083 : Vielle-Aure et sa notice*.
- BRGM, 1996. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1071 : Campan et sa notice*.
- BRGM, 1996b. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1085 : Pic de Maubermé et sa notice*.
- BRGM, 1999. *Carte géologique de la France au 1/50000, feuille 1082 : Gavarnie et sa notice*.
- CARLES J. & PULOU R., 1968. Plantes indicatrices des gisements de zinc dans les Pyrénées. *Le Monde des Plantes*, 361 :1-2.
- COSTE H., 1937. *Flore descriptive et illustrée de la France , de la Corse et des contrées limitrophes*. – Paris : Librairie scientifique et technique Albert Blanchard – 3 tomes, 1850 p.
- DAHMANI-MULLER H., 2000. *Phytoréhabilitation des sols pollués par des éléments métalliques : facteurs et mécanismes de prélèvement dans les sols et*

- d'accumulation par des espèces métallophytes*. Thèse de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts, Paris, 151p.
- DONADILLE P., 1969. Contribution à l'étude du genre *Armeria* : *Armeria muelleri* Huet du Pav. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, 42 : 235-241.
- DONADILLE P., 1969b. Contribution à l'étude du genre *Armeria* Willd. (Plumbaginaceae) ; III. Clé générale des taxons français. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 116 : 511-521.
- DONADILLE P., 1980. Note critique à propos des *Armeria* Willd. publiées dans le « Catalogue-Flore des Pyrénées » *Le Monde des Plantes* 400 :8.1979. *Le Monde des Plantes* 406 : 4-5.
- DONADILLE P., 1985. Contribution à l'étude de l'*Armeria pubinervis* Boiss. et de l'*Armeria bubanii* Lawrence. *Anales Jardin Botanico de Madrid* 41 (2) :287-301.
- ERNST W., 1966. Okologisch-soziologische Untersuchungen an Schwermetallpflanzengesellschaften Südfrankreichs und des östlichen Harzvorlandes. *Flora B*, 156 (6): 301-318.
- ERNST W., 1976. *Prodrome of the European Plant-Communities*, 3: *Violetea calaminariae*. Vaduz, 132 p.
- FOURNIER P., 2002. *Les quatre flores de la France, Corse comprise (générale, alpine, méditerranéenne, littorale)*. – nouveau tirage des éditions de 1947 puis 1977 – Ed. Dunod. 1107 p.
- GUINOCHET M. & VILMORIN R., 1973. *Flore de France, vol.1*. Ed. CNRS. 367 p.
- JOVET P. & VILMORIN R., 1984. *Flore descriptive et illustrée de la France , de la Corse et des contrées limitrophes par l'Abbé Coste. Premier Supplément*. Paris : Librairie scientifique et technique Albert Blanchard. 86 p.
- KERGUELEN M., 1999. Index synonymique de la Flore de France. *Site internet au 20/12/05 : www.dijon.inra.fr/flore-france/index.htm*
- LAMBINON J., DE LANGHE J.E., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J., 1992. *Nouvelle Flore de Belgique, du Grand Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes) – Quatrième édition*. Ed. du Patrimoine du Jardin Botanique National de Belgique. 1092 p.
- MILCENT J.P., 2005. Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France - BDNFF (version 4.02) ; *site internet de Tela-Botanica au 20/12/05: www.tela-botanica.org/papyrus.php?site=3&menu=88&id_projet=1&act=documents&id_repertoire=87*
- TUTIN T.G., BURGESS N.A., CHATER A.O., EDMONDSON J.R., HEYWOOD V.H., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M. & WEBB D.A., 1964. *Flora europaea. Vol 1 : Psilotaceae to Platanaceae*. Cambridge University Press. 581 p.
- VILAR L., SESE J.A. & FERNANDEZ J.V., 1997. *Atlas de la flora del Pirineo Aragonés. Vol.1*. CPNA-IEA. 648 p.