

La pollution créatrice

Les “gazons maudits”

L'ÉTONNANTE RÉSILIENCE DE LA NATURE DEVANT LES ACTIONS DE L'HOMME PLACE LE NATURALISTE DEVANT UN DILEMME QUASI INSOLUBLE. FAUT-IL REVENIR À UN “ÉTAT ORIGINEL” UTOPIQUE OU CONSERVER UNE BIODIVERSITÉ QUE L'HOMME A CRÉÉE, PARFOIS MÊME MALGRÉ LUI, PAR LA PIRE DES POLLUTIONS? CES PELOUSES “QUI AIMENT LES MÉTAUX LOURDS” POSENT CETTE SURPRENANTE ET PRÉOCCUPANTE QUESTION.

de biodiversité

du Nord – Pas-de-Calais



Les pelouses calaminaires de la région Nord - Pas-de-Calais accueillent une flore surprenante et ultraspécialisée des sols toxiques (cliché G. Lemoine).



Guillaume Lemoine,
chargé de mission ingénierie écologie
à l'Établissement public foncier Nord - Pas de Calais,
g.lemoine@epf-npdc.fr

Maxime Pauwels, maître de conférences,
laboratoire Génétique et Évolution des Populations
végétales, CNRS UMR 8198, université Lille1
maxime.pauwels@univ-lille1.fr



Le changement global que nous connaissons actuellement représente généralement une menace pour la biodiversité. Nous nous attendons en effet à ce que les modifications de l'environnement associées aux activités humaines fragilisent les espèces végétales et animales et menacent leur survie à plus ou moins long terme. Cependant, rarement, les perturbations environnementales peuvent aussi favoriser l'apparition de nouvelles espèces ou sous-espèces et participer à l'enrichissement local de la biodiversité. Ce qui mène à un troublant questionnement : faut-il remédier à la perturbation, au risque de menacer la biodiversité nouvelle, ou protéger cette biodiversité, en maintenant la perturbation qui en est à l'origine? Ce dilemme est particulièrement bien illustré par le cas des pelouses calaminaires de la région Nord - Pas-de-Calais (France) et de la province de Liège (Belgique).

Un héritage des activités métallurgiques

L'histoire et les paysages de la région Nord - Pas-de-Calais ont profondément été marqués par une intense activité minière d'exploitation du charbon (*cf. Espèces* n° 8). La région a aussi accueilli pendant près d'un siècle et demi une industrie métallurgique intense, avec trois pôles d'activités majeurs. Le premier était à Noyelles-Godault (Pas-de-Calais), avec l'usine de production de zinc et de plomb de la Société minière et métallurgique de Peñarroya-Metaleurop, construite en 1893, et qui, jusqu'à sa fermeture en 2003 et sa destruction en 2005, fut l'une des plus grandes usines productrices de plomb en Europe. Le deuxième, situé à seulement quelques kilomètres de là, à Aubry (Nord), “capitale

L'installation de la Compagnie royale asturienne des mines à Aubry remonte à 1880 (Archives municipales d'Aubry).



du zinc”, correspondait à l'usine de production de zinc de la Compagnie royale asturienne des mines Nyrstar-Umicore, aujourd'hui numéro un mondial du zinc ; créée en 1869, elle produit aujourd'hui encore environ 220 000 tonnes de zinc par an. Le troisième grand site métallurgique régional était, quant à lui, à quelques dizaines de kilomètres au nord-est des deux premiers, à Mortagne-du-Nord (Nord) ; nommé la “zinguerie”, il correspondait à une autre usine de production de zinc de la Compagnie royale asturienne des mines, ouverte en 1901 et fermée en 1963, et qui fut associée dans les années 1920 à une “usine à plomb”. L'environnement immédiat de ces sites industriels a été très fortement pollué par des dépôts de stériles et de scories (halles) issus des déchets de la transformation du zinc et du plomb. Mais, à côté des zones de dépôts toxiques, les retombées de particules issues des fumées mal filtrées et transportées par les vents ont aussi contaminé les sols des espaces naturels et agricoles sur des centaines, voire des milliers d'hectares.



Des sols pollués aux métaux lourds

La pollution des sols se caractérise notamment par l’augmentation en concentration des trois métaux zinc (Zn), cadmium (Cd) et plomb (Pb), qui appartiennent à la catégorie des métaux parfois dits “lourds” du fait de leur forte masse volumique, encore appelés “éléments traces métalliques” ou “ETM” du fait de leur faible concentration dans la plupart des sols. Ces métaux sont naturellement présents dans les sols, en raison notamment de l’érosion des roches-mères sous-jacentes, mais les concentrations ne dépassent alors généralement pas quelques dizaines de milligrammes par kilogramme (mg/kg) de sol, pour le Zn et le Pb, 1 mg/kg de sol, pour le Cd. Cependant, sur certains sols à proximité des sites métallurgiques du Nord – Pas-de-Calais, ces concentrations sont bien supérieures: dans certains sols d’Auby, de Noyelles-Godault ou de Mortagne-du-Nord, les concentrations en Zn et en Pb sont centuplées, voire mille fois supérieures aux concentrations naturelles et les concentrations en Cd sont plusieurs dizaines de fois supérieures aux concentrations naturelles. Ces sols pollués par le Zn, le Pb et le Cd sont dits “calaminaires” du nom de la calamine, un minerai de zinc riche en silicate. Les métaux, qu’ils soient essentiels, c’est-à-dire nécessaires au métabolisme des organismes biologiques, comme le Zn, ou non essentiels, c’est-à-dire sans fonction biologique connue, comme le Cd et le Pb, sont tous toxiques lorsque leurs concentrations dans l’environnement sont trop fortes. Une conséquence directe de la pollution des sols par ces métaux est donc l’apparition d’une forte toxicité envers les organismes qui y sont exposés. Cette toxicité est souvent trop forte pour permettre le maintien des espèces locales, animales ou végétales qui existaient avant la pollution: celles-ci disparaissent des sites contaminés et on observe généralement une réduction locale drastique de la richesse spécifique.

Ces plantes qui “aiment les métaux”

Les sols calaminaires de la région Nord – Pas-de-Calais ne sont pas pour autant des déserts biologiques desquels

Les retombées de poussières ont contaminé tous les sols. Ici les abords de l’usine Umicore à Auby (cliché G. Lemoine).

toute vie aurait disparu. Bien au contraire, un promeneur inconscient de la pollution des sols sera surpris de constater par endroits des îlots d’une végétation très présente dont l’abondante floraison offre une mosaïque de couleurs (blanc, rose, jaune) qui se succèdent du printemps à l’été. Cette végétation correspondant à ce que l’on appelle des pelouses métallicoles ou calaminaires. En fonction de leur origine, ces pelouses sont dites secondaires ou tertiaires lorsque la pollution est due, respectivement, à l’accumulation de déchets industriels (haldes) ou aux retombées des particules métalliques rejetées par les fumées des usines proches. On les distingue ainsi des pelouses calaminaires primaires se développant sur un sol naturellement riche en métaux lourds. Les fleurs rencontrées sont celles de quatre taxons de la classe des Angiospermes dicotylédones: l’arabette de Haller (*Arabidopsis halleri*, Brassicaceae), l’armérie de Haller (*Armeria maritima* subsp. *halleri*, Plumbaginaceae), aux fleurs roses, la pensée calaminaire (*Viola calaminaria*, Violaceae), aux fleurs jaunes parfois bordées de bleu et le silène humble (*Silene vulgaris* var. *humilis*, Caryophyllaceae), aux fleurs blanches. Ces taxons appartiennent à la catégorie écologique des métallophytes, c’est-à-dire des végétaux qui se rencontrent sur des sites pollués par des métaux. Au niveau régional, ces taxons sont même des métallophytes absolus (ou eumétallophytes ou encore métallos-endémiques), c’est-à-dire qu’ils sont exclusivement inféodés aux sites pollués par les métaux, ici les sites calaminaires générés par les activités industrielles métallurgiques. On ne les retrouve en effet qu’en de rares lieux à proximité de Noyelles-Godault, Auby et Mortagne-du-Nord.

Des espèces allochtones ?

Les pelouses calaminaires du Nord – Pas-de-Calais se rencontrent exclusivement sur des sites qui n’existaient pas avant le développement des activités métallurgiques, au XIX^e siècle. Il est fort probable que les taxons qui les composent n’étaient pas présents dans la région avant la création des sites calaminaires secondaires et tertiaires. Ces taxons ont donc été introduits relativement récemment, et on les qualifiera pour cela d’espèces allochtones. Quand sont-ils donc apparus et d’où viennent-ils ? Le cas le mieux documenté est probablement celui de l’arabette de Haller (*Arabidopsis halleri*). C’est une espèce de montagne, distribuée majoritairement dans les grandes chaînes de montagnes d’Europe centrale, des Alpes pennines aux Carpates méridionales. Il faut donc faire plusieurs centaines de kilomètres à partir du nord de la France avant de retrouver l’espèce dans son milieu naturel. En région Nord – Pas-de-Calais, l’arabette de Haller fut observée pour la première



fois en août 1944, à Auby, par le médecin et botaniste A. Berton. Selon un témoignage recueilli par l’auteur auprès d’un ancien employé de l’usine de la Compagnie royale asturienne des mines, cette plante aurait été volontairement introduite par l’un des directeurs de l’usine comme plante mellifère vers 1920-1925. Des études récentes de phylogéographie renseignent plus précisément sur l’origine géographique des arabettes d’Auby. L’analyse, à l’aide de marqueurs moléculaires, de l’identité génétique des populations régionales et d’un ensemble de populations représentatives de la distribution de l’espèce en Europe, suggère que les populations d’arabette de Haller introduites sont originaires de la région du Harz (Allemagne). Elles proviendraient d’espaces également pollués par les métaux Zn, Cd, et Pb à la suite d’activités d’extraction minières. Cependant, à la différence du nord de la France, les conditions écologiques rencontrées dans le Harz semblent plus proches de la niche écologique de l’espèce. Le Harz est d’ailleurs situé à la limite de l’aire de distribution naturelle de l’espèce sur des sols non pollués. Enfin, l’existence d’anciennes mines suggère que des sols primaires naturellement riches en métaux ont pu exister dans le Harz, avant la pollution par les activités humaines. Il n’est donc pas improbable que la présence de l’arabette dans le Harz soit antérieure aux activités humaines.

L’armérie, une plante difficile à suivre

L’histoire des populations calaminaires de l’armérie de Haller est, pour le moment, moins bien comprise, notamment parce qu’un doute persiste sur le niveau taxonomique

Les pelouses calaminaires sont très fleuries au printemps comme en été. Ici l’armérie de Haller, de couleur rose, domine (cliché G. Lemoine).

représenté par cette plante. Si c’est une espèce à part entière (*Armeria halleri*), comme cela était considéré par le passé, elle est endémique des sols calaminaires et son histoire en région est nécessairement liée à la pollution de sols. Si c’est, comme on le considère actuellement, une sous-espèce (*Armeria maritima* subsp. *halleri*) de l’armérie maritime (*Armeria maritima*) ou gazon d’Olympe, typiquement littorale, l’espèce n’est plus endémique puisque l’on trouve aussi la sous-espèce



La flore du site de Mortagne-du-Nord. En l’absence de gestion, le fromental s’installe au détriment de la végétation métallicole (cliché G. Lemoine).



Le demi-argus (*Cyaniris semiargus*) utilise probablement l'armérie de Haller comme support de ponte (Auby) (cliché G. Lemoine).



Sur Mortagne-du-Nord, la pensée calaminaire est absente (cliché G. Lemoine).

Quid de la faune ?

La pollution de sols par les métaux et la toxicité associée a inévitablement des effets drastiques sur la faune du sol. Les sols calaminaires sont par conséquent des sols pauvres en faune du sol, et le recyclage de la matière organique produite y est rendu difficile. Cependant, d'autres espèces (d'invertébrés, notamment) peuvent fréquenter les pelouses calaminaires en y trouvant un avantage grâce à l'abondante floraison ou au caractère sec et chaud du milieu actuellement installé sur d'anciens remblais industriels. Il est même envisageable que la végétation nouvelle formée par la pelouse calaminaire représente une niche nouvelle pour des pollinisateurs autrefois absents. C'est ainsi que l'on a pu observer un papillon, le demi-argus (*Cyaniris semiargus*), sur trois sites calaminaires régionaux lors d'un suivi des pelouses, alors que sa répartition actuelle

en région est confinée à l'Avesnois (sud-est du département du Nord). Ces observations incitent à penser qu'il existerait une corrélation entre les végétations métallicoles et le demi-argus. La bibliographie consultée montre que le demi-argus, bien qu'inféodé aux fabacées, peut utiliser marginalement des espèces du genre *Armeria* comme plante hôte, et notamment le gazon d'Espagne, *Armeria maritima*. Bien qu'aucune chenille ou œuf n'ait été observé sur les arméries de Haller en région Nord – Pas-de-Calais, il apparaît possible que le demi-argus utilise cette sous-espèce dans les pelouses calaminaires régionales. Ces observations entomologiques complètent les observations faites en Belgique où les pelouses calaminaires de Wallonie accueillent le petit nacré (*Issoria lathonia*) qui pond ses œufs sur les pensées calaminaires et la cochenille à 24 points (*Subcoccinella 24-punctata*) qui utilise les silènes calaminaires pour son alimentation.

Armeria maritima subsp. *maritima* dans les pelouses soumises aux embruns des falaises maritimes de la région. D'après le centre régional de phytosociologie de Bailleul, l'origine de l'armérie de Haller est médio-européenne et le taxon fut introduit en Europe occidentale par les activités industrielles. Le même A. Berton mentionne déjà en 1946 l'armérie de Haller à Auby et indique, d'après les dires d'un vieil employé, que l'espèce devait être déjà présente sur le site à la fin du XIX^e siècle. J.-L. Meriaux raconte par ailleurs que des plants d'armérie auraient été introduits à Mortagne-du-Nord par un des ingénieurs de la zinguerie qui avait constaté l'affinité de cette plombaginacée pour les terrains calaminaires dans les Asturies (Espagne). Cependant, d'après C. Van Haluwyn et ses collaborateurs, les arméries de Mortagne auraient été introduites vers 1950 à partir de graines récoltées à Auby. Des études de génétique des populations menées par X. Vekemans et C. Lefebvre puis par H. Baumbach et F. H. Hellwig laissent supposer que les populations d'*Armeria maritima* subsp. *maritima* et subsp. *halleri* dans le nord-ouest de l'Europe présentent des différenciations génétiques qui ne s'expliquent qu'en fonction de leurs origines géographiques,

c'est-à-dire sans lien avec la nature des substrats sur lesquels elles se développent. Dans ce cas, les populations calaminaires pourraient avoir été directement fondées à partir des populations relativement proches d'*Armeria maritima* subsp. *maritima* poussant sur les falaises et rochers sur des côtes nord-ouest européennes. Les populations côtières montrent une capacité à supporter les embruns salés, ce qui suggère une capacité à accommoder des stress environnementaux associés à des formes de sécheresse, comme le sont les pollutions par les métaux. Des analyses génétiques actuellement réalisées par l'université de Lille 1 permettront vraisemblablement de mieux connaître l'origine des populations régionales et de nous dire s'il est encore opportun de faire une différence entre les deux sous-espèces d'armérie maritime de la région.

La pensée calaminaire: une relique ?

La pensée calaminaire (*Viola calaminaria*) complète la flore exceptionnelle des pelouses calaminaires. Sa particularité est d'être une plante endémique des sols calaminaires primaires en Belgique et en Allemagne. Elle fut observée à Auby pour

la première fois en 1995, dans le bois dit des Asturies, situé à proximité de l'usine de production de zinc. L'origine de l'introduction de cette plante n'est pas déterminée. D. Petit sous-entendait, en 2002, que les chercheurs qui travaillent sur les espèces métallophytes et qui se déplacent de site en site ne sont peut-être pas étrangers à cette arrivée, par transport involontaire de graines. Une introduction volontaire n'est pas non plus à exclure. Lors de sa découverte, l'identité de la "pensée d'Auby" était sujette à interprétation. La présence d'un centre de production horticole ou de nombreux jardins à proximité laissait penser qu'il peut s'agir d'individus

qui s'en étaient échappés. Toutefois, les études de génétique des populations réalisées par J.-P. Bizoux en 2006 sur les différentes populations de *Viola calaminaria* de Belgique, d'Allemagne et d'Auby, montrent que cette dernière population est peu différente de certaines populations belges. La pensée calaminaire est phylogénétiquement proche de la pensée jaune (*Viola lutea*), une espèce montagnarde (Alpes et Massif central) et certains auteurs prétendent même qu'elle n'en serait qu'une sous-espèce (*Viola lutea* subsp. *calaminaria*). Étonnamment, d'autres taxons endémiques des sols calaminaires en Belgique se retrouvent également en montagne, comme la cochléaire des Pyrénées (*Cochlearia pyrenaica*) qui se rencontre dans les Pyrénées et les Carpates où elle affectionne tout type de sol. La proximité des taxons calaminaires avec des taxons de montagne a amené les naturalistes à avancer l'hypothèse que leur installation en plaine pourrait remonter au Pléistocène. À cette époque, marquée par des périodes glaciaires, le climat plus froid a pu permettre à des taxons d'altitude ou de régions septentrionales de former des steppes périglaciaires à plus faible altitude, comme dans le Benelux. À la fin de la dernière période glaciaire, alors que le

réchauffement du climat amenait ces taxons à remonter vers des régions de plus forte altitude ou vers le nord, certains se seraient maintenus sous forme de reliques sur des sites calaminaires primaires. Enfin, l'origine du silène humble (*Silene vulgaris* var. *humilis*) reste inconnue. Néanmoins, le taxon n'est qu'une sous-espèce calaminaire du silène enflé (*Silene vulgaris*), espèce très répandue dans la région Nord – Pas-de-Calais. Le plus probable est que les échanges génétiques entre silène humble et silène enflé soient fréquents et que la colonisation des sites calaminaires se soit effectuée à partir des populations voisines de silène enflé. En d'autres termes, silène humble et silène enflé appartiendraient à la même espèce et seraient génétiquement très proches. Pour des raisons inconnues, il manque toutefois, dans les pelouses calaminaires de la région Nord – Pas-de-Calais, un taxon caractéristique des pelouses calaminaires de Belgique, le tabouret calaminaire (*Noccaea carulescens* subsp. *calaminare*).

Un habitat protégé

La communauté végétale formée par l'armérie de Haller, l'arabette de Haller et le silène humble représente la déclinaison en plaine d'une association végétale rare connue sous le nom de pelouses métallicoles ou calaminaires des *Violetalia calaminariae*. Ces pelouses sont proches des véritables pelouses naturelles originellement présentes sur des sols calaminaires (primaires), comme on peut – ou pouvait – encore rencontrer en Wallonie et en Allemagne. Le développement des pelouses "secondaires" et "tertiaires", comme celles du Nord – Pas-de-Calais est lié, comme nous l'avons vu, à l'anthropisation du milieu.



L'arrivée de la pensée calaminaire à Auby ne date que de 1995 (cliché G. Lemoine).



Flore calaminaire dans un jardin privatif à Aubry (cliché G. Lemoine).

Les pelouses calaminaires représentent un habitat rare et exceptionnel, mentionné dans l'annexe 1 de la directive européenne "habitats-faune-flore", pour la protection duquel les États de l'Union européenne sont tenus de s'engager. En France, seuls quelques sites présentent des pelouses calaminaires. Dans les Pyrénées et les Cévennes, ce sont des pelouses calaminaires dites montagnardes, dont la composition spécifique est légèrement différente. Les sites d'Aubry, de Noyelles-Godault et de Mortagne-du-Nord sont les seuls sites français où l'on peut observer les pelouses calaminaires de plaine (planitiaies). Dans ce sens, l'État français a désigné deux zones spéciales de conservation (ZSC) du réseau Natura 2000, à Aubry et Roost-Warendin, et à Mortagne-du-Nord et Château-l'Abbaye; ces sites sont gérés (sur tout ou partie) respectivement par la commune d'Aubry et le département du Nord d'une part, et par le parc naturel régional Scarpe-Escaut d'autre part. Par ailleurs, l'armérie de Haller bénéficie, par arrêté du 1^{er} avril 1991, du statut d'espèce protégée en région Nord - Pas-de-Calais.



La difficile protection des pelouses calaminaires : le cas du parc Péru

Les pelouses calaminaires à Aubry, connues historiquement dans le bois des Asturies, ont été notamment mises en évidence en 2006 avec le développement de la gestion différenciée sur un espace voisin, un parc urbain nommé parc Péru, lors de l'arrêt des tontes intensives. La richesse patrimoniale du site a très vite été reconnue et la question de sa préservation vite posée. Cependant, la préservation d'une formation végétale sur un sol pollué par le Zn, le Cd et le Pb fut une importante source d'interrogations de la part des élus de la ville d'Aubry et des habitants du quartier. En effet, comment et pourquoi conserver une végétation qui se développe exclusivement sur un sol pollué et toxique, c'est-à-dire qui n'est pas sans danger pour la santé publique et que, pour cette raison, l'on souhaite habituellement voir disparaître? Une négociation avec l'État a permis d'envisager le maintien de la pelouse calaminaire alors que sa destruction était programmée suite à une obligation préfectorale de remédiation faite à l'entreprise métallurgique encore présente à proximité.

Pour faire accepter la protection du site, une importante concertation a été mise en œuvre par la ville dans le cadre d'un partenariat avec le conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE) du Nord et le département du Nord. Lors de cette campagne d'information furent organisés des visites guidées, des ateliers de quartier, la rédaction d'une charte de bons usages du parc et des animations scolaires. Les démarches visèrent principalement à expliquer aux habitants du secteur pourquoi les parties les plus polluées aux métaux lourds des espaces publics, accessibles à la population, n'étaient pas excavées et évacuées pour être confinées dans les anciens bassins de décantation déjà pollués de l'usine, alors que les jardins privés et d'autres espaces publics étaient, quant à eux, dépollués. Il semblait également important de faire reconnaître ces pelouses calaminaires comme "un patrimoine" naturel et une partie du patrimoine de l'histoire industrielle et de l'identité du quartier afin d'en assurer la protection sur le long terme et de permettre d'y développer des opérations de gestion et de restauration écologique.

Le site du parc Péru, comme celui de la pelouse de Mortagne-du-Nord, fait maintenant l'objet d'un projet de recherches universitaires baptisé OrDyNord (origine et dynamique de la biodiversité sur les milieux calaminaires du Nord - Pas-de-Calais), financé par la région Nord - Pas-de-Calais en association avec la Fondation pour la recherche sur la biodiversité. Ce projet vise à connaître l'origine géographique des taxons métallophytes, leur date d'introduction et à mieux comprendre le fonctionnement de ces systèmes. Divers tests sont également réalisés pour une restauration efficace et une gestion optimale des pelouses. Le parc et les espaces voisins font également l'objet de différentes opérations de restauration écologique entreprises par le département du Nord au titre de la politique des espaces naturels sensibles, avec l'aide des services techniques de la ville, cogestionnaire du site. La gestion des espaces herbacés vise à maintenir les pelouses calaminaires à l'aide de tontes ou de fauches où les foin produits sont évacués afin d'éviter une trop grande colonisation du milieu par les graminées présentes, agrostide capillaire (*Agrostis capillaris*) et fromental (*Arrhenatherum elatius*). Il est, en effet, intéressant de constater que la pelouse calaminaire du parc Péru montre un épanouissement maximal avec une gestion intensive et des tontes rases !

Le silène calaminaire (cliché G. Lemoine).



La floraison exceptionnelle de la flore du parc Péru s'est révélée grâce au développement de la gestion différenciée réalisée par les services techniques de la commune (cliché G. Lemoine).

Peu ou mal connues, les pelouses calaminaires sont une spécificité de la région Nord - Pas-de-Calais et de la province de Liège. Elles correspondent à un héritage du passé industriel de la région. Leur conservation pose toutefois de vraies questions. Est-il opportun de conserver des espaces pollués créés de toutes pièces par l'homme et sur lesquels se développent en France des espèces non indigènes? Peut-on considérer que les pelouses calaminaires appartiennent au patrimoine naturel ou écologique de la région?

En plus de l'intérêt historique, les végétations calaminaires et les espèces métallophytes ont un très grand intérêt scientifique et pédagogique. Dans un contexte de crise biologique, elles montrent les capacités de certaines espèces à s'adapter à des milieux perturbés où règnent des conditions écologiques extrêmes et toxiques. Laboratoires à ciel ouvert, les pelouses calaminaires permettent d'étudier les mécanismes nécessaires au maintien et à l'évolution de la biodiversité.

Enfin, les communautés calaminaires jouent le rôle d'indicateur biologique de la pollution des sols par les métaux. Elles renseignent également sur la dissémination de la pollution lors du recyclage des déchets industriels comme, par exemple, lorsque les stériles sont utilisés pour la stabilisation d'accotements routiers. Ici, cette flore ultraspécialisée, à défaut d'être responsable de la pollution, joue le rôle efficace de "mouchard" et, par la même occasion, suscite notre inquiétude sur la nature de nos pratiques et sur la qualité de l'héritage que nous allons léguer aux générations qui vont nous suivre.

Pour en savoir plus

- > **Baumbach H. & Hellwig F. H., 2007** – "Genetic differentiation of metallophilous and non-metallophilous *Armeria maritima* (Mill.) Willd. taxa (Plumbaginaceae) in Central Europe", *Plant Systematics and Evolution*, 269, p. 245-258
- > **Berton A., 1946** – "Présentation des plantes *Arabis Halleri*, *Armeria elongata*, *Oenanthe fluviatilis*, *Galinsoga parviflora discoidea*", *Bulletin de la société de botanique de France*, 93, p. 139-145.
- > **Lemoine G., 2011** – "Le Conseil général protège ses pelouses calaminaires", *Espaces naturels*, n° 33, p. 51-52.
- > **Lemoine G. 2012** – "De l'importance des pelouses calaminaires d'Aubry et notamment du parc Péru", *Bulletin de la société botanique du nord de la France*, 2012, 65 (1-4) : 51-58.
- > **Lemoine G., 2013** – "Le Demi-argus *Cyaniris semiargus* (Rottemburg, 1775) apprécie les pelouses calaminaires de la région Nord - Pas-de-Calais!", *Le Héron*, 2012-45(1), p. 59-70.
- > **Pauwels M., Saumitout-Laprade P., Holl A.-C., Petit D. & Bonnin I., 2005** – "Multiple origin of metallophilous populations of the pseudometallophyte *Arabidopsis halleri* (Brassicaceae) in central Europe: thecpDNA testimony", *Molecular Ecology*, 14, p. 4403-4414
- > **Petit D., 2002** – "*Viola calaminaria* dans le bois des Asturies (Aubry, 62)", *Bulletin de la société botanique du nord de la France*, 2002, 55 (1-2), 48 p.
- > **Van Haluwyn C., Petit D. & Mériaux J.-L., 1987** – "Végétation métallicoles dans la région Nord - Pas-de-Calais", *Bulletin de la société botanique du nord de la France*, 40 (1-2), p. 7-15.