

**CARACTERISATION ECOLOGIQUE ET ETUDE
PRELIMINAIRE D'UNE POPULATION D'ASTER DES
PYRENEES (ASTER PYRENAEUS DC.) EN VALLEE
D'OSSAU (PYRENEES, FRANCE)**

D. GUZMÁN¹, G. LARGIER², L. VILLAR¹ & A. VALADON³

ABSTRACT

Ecological characterisation and preliminary population study of *Aster pyrenaicus* DC. in the Ossau valley (Pyrenees, France)

In the valley of Ossau (France), a dense population of *Aster pyrenaicus*, a rare and endangered species of French Pyrenees and Cantabric Mountains, has been recently discovered. The finding of this population occupying several hectares between 600 and 1000 m high, has improved our knowledge on the ecology of this species and led us to implement a preliminary study on its reproductive biology and on the population structure.

The present report is about the ecological characterisation of this locality using a phytotopographic profile and phytosociological data. The plant communities involved are dense mesophile meadows belonging to the *Brometalia erecti* order. Different phenomena such as stone fall, soil erosion and fire regularly disturb the populations and modify their structures.

The reproductive biology of *A. pyrenaicus* was investigated. Observations from flower heads confirm the gynomonoeicy of the species and indicate a dichogamic trait (male and female organs of a single flower are not mature at the same time). Field experiments demonstrate that flower fertility is insect dependent. Four insect species (one Hymenoptera and three Diptera) were identified. The frequency of insect visits and the flower fertility have been assessed.

The population is divided in two subpopulations differently located. One is on the higher part of the slope, and the other, on the lower part. This study indicates that the subpopulation located in the higher part displays a higher percentage of flowering stems. The hypothesis of a source-sink system will be investigated in the framework of a restoration plan of the species currently in progress (CAMBECÈDES & LARGIER 2002).

Key words: *Aster pyrenaicus*, Phytotopographic profile, Phytosociology, Reproductive biology, Population structure

¹ Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apto 64. E-22700 Jaca (Huesca).

² Conservatoire botanique pyrénéen, CBN midi pyrénéen, Vallon de Salut, BP 315. F-65203 Bagnères de Bigorre Cedex.

³ Parc National des Pyrénées, 59 route de Pau. F-65000 Tarbes.

RESUME

En vallée d'Ossau (France), une importante population d'*Aster pyrenaicus*, espèce rare et menacée des Pyrénées françaises et des Monts Cantabriques, a été récemment découverte. La découverte de cette population de plusieurs hectares s'étageant entre 600 et 1000 mètres d'altitude, a permis de compléter la connaissance de l'écologie de cette espèce et de mener une étude préliminaire de la biologie de sa reproduction et de la structure de la population.

Nous présentons la caractérisation écologique de cette station à l'aide d'un profil phytotopographique et de relevés phytosociologiques. Les communautés concernées sont des pâturages mésophiles denses appartenant à l'ordre des *Brometalia erecti*, soumis à différents facteurs qui perturbent périodiquement les populations (chutes de pierres, érosion du sol, feu pastoral) et qui influent sur sa structure.

La biologie de la reproduction de l'*Aster* des Pyrénées a été étudiée. Les observations faites sur les capitules confirment le caractère gynomonioïque de l'espèce et l'existence d'une dichogamie, décalage chronologique de maturité entre le pollen et le stigmate d'une même fleur. Les expérimentations de terrain montrent que l'intervention d'insectes pollinisateurs est indispensable à la fécondation. Quatre espèces différentes ont été observées, dont un hyménoptère et trois diptères. La fréquence des visites par les insectes et le taux de fructification ont été mesurés.

La population est divisée en deux sous-populations situées l'une en partie haute du versant, l'autre en partie basse. L'étude montre que la sous-population de la partie haute présente un nombre supérieur de tiges avec un pourcentage de tiges florifères plus élevé. L'hypothèse sur le fonctionnement de cette population avec notamment la possibilité d'une sous-population source, sera examinée dans le cadre du plan de restauration de cette espèce actuellement à l'étude (CAMBECÈDES & LARGIER 2002).

Mots clés : *Aster pyrenaicus*, Profil phytotopographique, Relevés phytosociologiques, Biologie de la reproduction, Structure de population

1. Introduction

L'*Aster* des Pyrénées (*Aster pyrenaicus* DC.) est une Astéracée vivace, endémique rare des Pyrénées françaises avec une population isolée dans les Monts Cantabriques. Plus répandue autrefois en France, sa présence n'était plus connue que dans un très petit nombre de populations à faibles effectifs et difficiles d'accès. Ses statuts et répartition sont présentés dans le document « *Projet de plan de restauration de l'Aster des Pyrénées* » (CAMBECÈDES & LARGIER 2002)

En 1997, Charles Gerbet, technicien du Parc National des Pyrénées, a découvert une nouvelle population avec plusieurs milliers de tiges, réparties sur plusieurs hectares, aux environs de Laruns en vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques, France). L'analyse de ces stations a permis de compléter la connaissance de l'écologie de cette espèce et de mener une étude préliminaire de la biologie de sa reproduction et de la structure de la population.

L'*Aster* des Pyrénées est une plante de la famille des Composées appartenant à la sous-famille des Asteroideae. Il s'agit d'une espèce hémicryptophyte rhizoma-

teuse de 50 à 80 centimètres de hauteur, pubescente, qui développe plusieurs tiges munies de feuilles poilues. Les feuilles sont amplexicaules, lancéolées et présentent quelques dents dans leur partie apicale. Les rameaux portent un certain nombre de capitules remarquables disposés en corymbes. Ils sont munis d'un double involucre de bractées. Les fleurs centrales sont tubuleuses et jaunes, celles de la périphérie sont pourvues de ligules mauves ou lilacées. La plante fleurit de juillet à septembre avec une floraison maximale dans la deuxième moitié du mois d'août.

2. Caractérisation écologique

2.1. Méthodes

Un profil phytotopographique de la station a été tracé (Figure 1) et des relevés phytosociologiques ont été effectués pour connaître la composition floristique des communautés, évaluer leur éventuelle évolution et avoir une idée globale des facteurs écologiques qui règnent au niveau des stations. Ces relevés ont été effectués selon la méthode de l'école Zuricho-Montpellieraine (BRAUN-BLANQUET 1967).

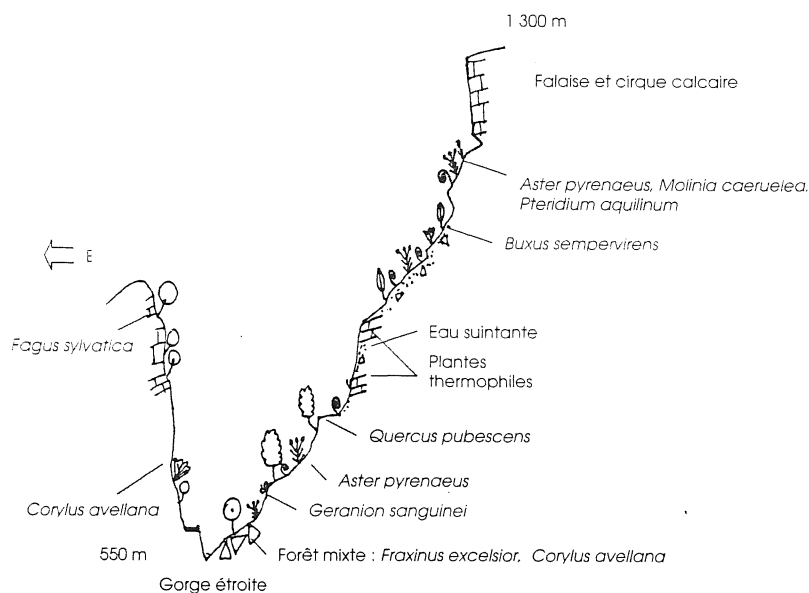


Figure 1. Profil phytotopographique de la station.
Phytotopographic profile of the Aster location.

2.2. Résultats et discussion

La communauté de Laruns s'étend de 600 m à environ 1 000 m d'altitude sur un versant exposé à l'est et à l'est-sud-est, à la base d'une vaste falaise calcaire. Selon Ch. Gerbet les populations d'*Aster* pourraient atteindre 1 300 m d'altitude dans la partie supérieure du site. La hauteur de l'herbe varie de 40 à 100 cm, mais les frondes de fougères peuvent dépasser 1,5 m. Il s'agit d'une formation très dense, riche en espèces (près de 40) et hétérogène. En conséquence, l'aire minimale sur laquelle a été effectué le relevé est ici supérieure à la moyenne et atteint pratiquement 50 m².

Les plantes les plus significatives semblent appartenir à l'ordre des *Brometalia*, c'est-à-dire à des pâturages denses de distribution eurosibérienne, formés par des hémicryptophytes sur sol profond, ni trop humide, ni trop sec et situé à l'étage montagnard et à la base du subalpin. Il sont composés d'une dizaine d'espèces, parmi lesquelles on peut mentionner *Brachypodium rupestre* (Host) Roemer & Schultes, *Ononis natrix* L., *Centaurea scabiosa* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Achillea millefolium* L. et *Campanula glomerata* L.

Les autres espèces, bien que nombreuses, font partie du groupe des compagnes, qui est formé par des taxons appartenant à des groupes écologiques très divers. L'*Aster* est une compagne de première importance. Il forme des groupes importants ou apparaît en pieds isolés (hors de la zone de relevé) probablement en fonction de l'ancienneté de sa présence ou de sa dynamique par rapport au feu auquel l'*Aster* se montre résistant. Les chutes de pierres, également, forment des trous qui peuvent être colonisés par des espèces opportunistes.

Les plantes provenant des bords de chênaies ouvertes (ordre des *Origanetalia*) forment également un groupe important formé de *Geranium sanguineum* L., *Origanum vulgare* L., *Seseli libanotis* (L.) Koch, *Clinopodium vulgare* L., *Bupleurum falcatum* L., *Calamintha sylvatica* Bromf subsp. *ascendens* (Jordan) P.W. Ball (hors des relevés).

Certaines espèces sont caractéristiques des clairières, des bois humides parfois des mégaphorbiaies. Il s'agit de communautés propres des secteurs frais et sombres de basse altitude sur sol fertile. On retrouve dans ce groupe *Laserpitium latifolium* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. & Kit.) Gren, *Pimpinella major* (L.) Hudson et *Astrantia major* L.

Nous devons toutefois considérer que durant une grande partie de l'année le sol a été saturé en eau ce qui a permis le développement de touradons denses de *Molinia caerulea* (L.) Moench où s'installent sporadiquement *Genista tinctoria* L., *Eupatorium cannabinum* L. et *Serratula tinctoria* L. entre autres. Les plantes de prairies et de pâturages ne manquent pas, en particulier divers trèfles (*Trifolium pratense* L., *T. montanum* L.) et *Dactylis glomerata* L., *Festuca rubra* L., *Agrostis capillaris* L., *Vicia tenuifolia* Roth., *V. sepium* L., *Lotus corniculatus* L., etc.

Pour finir, on rencontre çà et là quelques espèces acidiphiles comme *Betonica officinalis* L., *Allium ericetorum* Thore et *Euphorbia flavicoma* DC. subsp. *occidentalis* M. Laínz, communes des formations atlantiques à bruyères.

Tableau 1. Relevés phytosociologiques

Date	24/09/1998	19/08/1999
Superficie du relevé (en m ²)	50	50
Altitude	950 m	950 m
Pente	45°	45°
Exposition	ESE	E
Recouvrement	100%	100%
Espèce étudiée		
<i>Aster pyrenaeus</i> DC.	2.1	4.3
Caractéristiques de l'ordre (<i>Brometalia</i>) et de la classe (<i>Festuco-Brometea</i>)		
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	4.4	+
<i>Ononis natrix</i> L.	+	1.3
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	+	+
<i>Campanula glomerata</i> L.	+	1.1
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	+	.
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	+	.
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	+	.
<i>Knautia arvensis</i> (Briq.) Szabó	.	1.2
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	.
<i>Ononis spinosa</i> L.	.	(+)
Espèces des bois clairs et mégaphorbiaies		
<i>Laserpitium</i> gr. <i>latifolium</i> L.	+	1.2
<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.	1.1	1.1
<i>Astrantia major</i> L.	.	3.3
<i>Aconitum vulparia</i> Reichenb. ex Spreng.	.	(+)
<i>Helleborus viridis</i> L. ssp. <i>occidentalis</i> (Reuter) Schiffn.	+	.
<i>Lathyrus laevigatus</i> (Waldst. & Kit.) Gren.	.	+2
<i>Hypericum richeri</i> Vill. ssp. <i>burseri</i> (DC.) Nyman	+	.
Espèces de landes acidiphiles		
<i>Euphorbia flavicomma</i> DC. ssp. <i>occidentalis</i> M. Láinz	+	+
<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trévisan	+	+
<i>Allium ericetorum</i> Thore	1.1	.
<i>Agrostis capillaris</i> L.	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	.
Caractéristiques des <i>Origanetalia</i> et du <i>Geranion sanguinei</i>		
<i>Geranium sanguineum</i> L.	2.1	1.2
<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Schultz Bip.	1.1	1.2
<i>Seseli libanotis</i> (L.) Koch	1.1	1.1
<i>Origanum vulgare</i> L.	+	+
<i>Bupleurum falcatum</i> L.	+	.
<i>Crepis pyrenaica</i> (L.) Greuter	.	2.3
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	.	(+)
Espèces des près de fauche et pâturages		
<i>Centaurea</i> gr. <i>nigra</i> L.	2.1	3.3
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+
<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	+	+
<i>Trifolium pratense</i> L.	.	3.3
<i>Festuca</i> gr. <i>rubra</i> L.	3.2	.

<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	1.2
<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	+	.
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	+	.
<i>Lotus</i> gr. <i>corniculatus</i> L.	+	.
<i>Trifolium montanum</i> L.	+	.
<i>Vicia sepium</i> L.	.	+
Espèces de prés humides		
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	4.5	5.5
<i>Genista tinctoria</i> L.	+	+
<i>Serratula tinctoria</i> L.	2.1	+
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	.	(+)
Autres espèces		
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+	.
<i>Polygala</i> cf. <i>alpestris</i> Reichenb.	+	.
<i>Ranunculus gouanii</i> Willd.	+	.
<i>Euphorbia dulcis</i> L.	+	.
<i>Festuca</i> sp.	.	+
<i>Preridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	.	+
<i>Silene</i> gr. <i>nutans</i> L.	.	+
<i>Galium</i> sp.	.	+
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	.	(+)
<i>Iris latifolia</i> (Mill.) Voss	.	(+)

Même si son rattachement à l'ordre des *Brometalia* paraît clair, il est difficile d'inclure cette communauté dans l'une ou l'autre des alliances décrites, et il faudrait vraisemblablement en définir une nouvelle qui pourrait être intermédiaire entre le *Potentillo-Brachypodium pinnati* décrit par Braun-Blanquet pour le Pays Basque à moindre altitude, et le *Carlino-Brachypodietum pinnati* décrit par Bolós dans le Val d'Aran et les territoires des Pyrénées centrales.

En résumé et comme nous le pressentions, il s'agit d'une formation herbacée qui se situe sur des terrains de la série climacique des bois mixtes (noisetier, etc...) ou de la chênaie, créée et entretenue par le feu et le pastoralisme. On sait en effet depuis peu que ces terrains étaient parcourus par des troupeaux de chèvres et de moutons. Ceci est attesté par la présence à proximité de la falaise des restes d'un reposoir. Les espèces de l'ordre des *Brometalia* (pâturages mésophiles sur sols profonds, et celles de l'ordre des *Origanetalia* (lisières fraîches de chênaies de basse altitudes), ainsi que les acidiphiles atlantiques, les plantes des milieux humides et celles des prairies forment une mosaïque plus ou moins dynamique, parsemée de quelques noisetiers, bouleaux, chênes ou sorbiers peu favorisés.

Cette formation herbacée, probablement maintenue par le feu et le pastoralisme, est susceptible d'évoluer selon le contexte écologique vers des bois mixtes à frêne, vers la chênaie ou la hêtraie. Sans l'intervention du feu et du pâturage, les populations d'*Aster* sont vraisemblablement étouffées sous l'effet de la concurrence, jusqu'à ce qu'une nouvelle perturbation ouvre des zones favorables (chutes de pierres, avalanches). A long terme et sans perturbations, on assisterait à une colonisation par les ligneux et au développement de bosquets peu denses.

Dans un article très récent, dont nous n'avions pas connaissance lors de notre communication, LAZARE (2001) donne son point de vue sur l'écologie de ce taxon à partir d'un seul relevé phytosociologique effectué dans la station de la Vallée de Louron (Hautes-Pyrénées), plus orientale. Ses conclusions sont similaires aux nôtres aussi bien pour le rattachement à l'ordre des Brometalia et la difficulté de préciser l'appartenance à une alliance en l'état actuel des connaissances, qu'en ce qui concerne l'évolution dynamique des groupements.

LAZARE (l.c.) émet cependant l'hypothèse d'une origine non naturelle de la population d'Aster des Pyrénées de Laruns. Il lui paraît en effet surprenant « qu'un peuplement naturel aussi important (...) ait pu échapper à la sagacité du célèbre botaniste ossalois » Gaston-Sacaze au XIX^e siècle et suggère une naturalisation à partir de souches d'Aster cultivées par ce botaniste dans son jardin. Considérant que l'Aster trouve son optimum écologique entre 1100 et 1800 m d'altitude, Lazare soutient son hypothèse en s'étonnant « de constater que la partie située aux bases altitudes ne soit pas inféodée, par compensation écologique, à des groupements très hygrophiles ».

Si l'extension actuelle de la station, en particulier aux altitudes inférieures, peut certainement être attribuée à une dynamique plus ou moins récente, il nous semble plus vraisemblable comme nous l'avons déjà suggéré (Largier 1999) de considérer que cette extension a pu accompagner la déprise pastorale qui affecte ce secteur, à partir des populations de la partie haute, en situation de faible accessibilité. Sur le plan écologique, on notera que dans les parties basses, l'Aster est beaucoup plus sporadique, tirant son parti des micro-stations les plus favorables (bords des ourlets pré-forestiers, proximité des cépées de noisetier, etc.), où les groupements végétaux ne semblent pas significativement différents, ceci par ailleurs dans une zone où le régime hydrique a pu être modifié localement par les pertes d'eau d'une conduite forcée créée au XX^e siècle.

Pour expliquer la découverte récente de nouvelles stations d'Aster des Pyrénées en Pyrénées-Atlantiques et dans les Monts cantabriques, LAZARE (l.c.) hésite entre « un déficit antérieur d'explorations botaniques de terrain » et une « possible extension récente » en s'interrogeant sur « la part éventuelle jouée par les modifications climatiques ». Notre connaissance de l'ensemble des stations répertoriées à ce jour, dont la caractérisation écologique fera l'objet d'une publication ultérieure, nous conduit à nous en tenir à la prudence la plus élémentaire, en considérant que les botanistes des générations précédentes, malgré leur volontarisme, ne sont sans doute pas passés partout et en particulier dans les secteurs très accidentés qu'affectionne l'Aster des Pyrénées. La floraison tardive de l'espèce est également une cause possible de non-observation (LARGIER 1999).

3. Biologie de la reproduction

Le genre *Aster* appartient à la sous-famille des *Asteroideae* au sein des *Composées*. Cette sous-famille se caractérise, entre autre, par l'absence de fleurs ligulées au

centre du capitule. Parmi les *Asteroideae*, la tribu des *Astereae* se différencie par des capitules présentant des fleurs avec ou sans ligules, les fleurs externes étant femelles ou stériles et les internes hermaphrodites ou mâles. Au sein des *Asters*, les espèces gynomonioques, à fleurs ligulées femelles et fleurons hermaphrodites, sont relativement répandues (BERTIN & KERWIN 1998).

Aster pyrenaicus est une plante dont on ignore la plupart des événements liés à la reproduction. Il y a donc lieu de réaliser une étude descriptive préliminaire afin de déterminer quelle stratégie suit l'espèce. Il serait souhaitable d'obtenir certaines données concernant le système de reproduction et les vecteurs de pollinisation utilisés par la plante, ainsi que de connaître son succès reproducteur dans la population étudiée, c'est à dire de tester son taux de fructification, de connaître ses pollinisateurs, d'apprécier la prédation et les autres facteurs limitant possibles.

3.1. Méthodes

Afin de déterminer le nombre total de fleurs de chaque type (ligules et fleurons) ainsi que la sexualité de chaque type de fleurs, on a récolté au début de la floraison un capitule sur 10 tiges différentes sélectionnées au hasard. Ces capitules ont été congelés jusqu'à leur analyse postérieure au laboratoire sous la loupe binoculaire. Les capitules ont été disséqués, et le sexe de dix fleurs de chaque type prises au hasard dans chaque capitule a été déterminé.

Pour déterminer le niveau d'autogamie spontanée, trente tiges ont été sélectionnées. Sur chacune d'elle un capitule a été ensaché dans une toile fine qui empêche le passage du pollen qu'il soit transporté par le vent ou par les insectes, et un autre capitule au même stade de développement a été marqué pour servir de témoin. Ce processus a été réalisé avant l'ouverture des capitules.

Pour étudier la nécessité d'une intervention des insectes pour la pollinisation, 10 groupes de pieds reproducteurs ont été définis. Dans chaque groupe, un pied a été recouvert d'une moustiquaire alors qu'un autre, de taille semblable, était marqué comme témoin. La fertilité de ces 10 paires de pieds a été comparée. La moustiquaire permet le passage du pollen mais empêche l'accès des inflorescences à la plus grande partie des insectes pollinisateurs. Un petit nombre d'orthoptères de très petite taille grimpe cependant le long de la tige. Ces insectes ne sont pas pollinisateurs. La moustiquaire a été placée avant que les capitules ne soient ouverts et à la même date que les sachets de l'expérimentation précédente.

Tous les capitules issus de ces expérimentations ont été récoltés à la fin de la floraison, avant la dispersion des akènes, c'est à dire entre 4 et 5 semaines après la pose des sachets et de la moustiquaire. Ils ont été conservés dans des sachets de papier de manière à pouvoir compter au laboratoire le nombre de fleurs avortées et le nombre de fruits produits. Pour cette analyse on a utilisé trois indices de fertilité :

- le nombre de fruits par capitule,
- la proportion de fleurs avortées,
- le pourcentage de capitules qui possède au moins un akène fertile.

Les insectes visitant les inflorescences d'*Aster* ont été recensés au cours de deux séries d'observations faites à des dates différentes. A chaque date, dix groupes de plantes possédant un nombre différent d'inflorescences ouvertes et de tiges ont été observés pendant 5 minutes, et tous les insectes qui d'une manière ou d'une autre interagissaient avec les capitules d'*Aster pyrenaicus* ont été identifiés. Chaque série d'observations a donc duré 50 minutes.

3.2. Résultats et discussion

Les capitules d'*Aster pyrenaicus* sont composés par un nombre variable de fleurs. Les résultats du dénombrement des fleurs des 10 capitules récoltés sont présentés tableau 2. On a de plus observé que toutes les fleurs ligulées sont femelles et que tous les fleurons sont des fleurs hermaphrodites (étude de 100 fleurs de chaque type, provenant de 10 capitules différents). Il apparaît ainsi que moins de 30 % des fleurs d'*Aster pyrenaicus* sont exclusivement femelles, il s'agit des fleurs ligulées de la périphérie.

Tableau 2. Nombre moyen de fleurs par capitule et pourcentage de fleurs femelles par capitule.

Mean number of flowers per flower head and percentage of female flowers per head.

	Moyenne \pm écart-type (minimum - maximum)
Fleurs ligulées (femelles)	43,30 \pm 6,94 (30 - 53)
Fleurons (hermaphrodites)	117,30 \pm 20,26 (90 - 150)
Nombre total de fleurs	160,60 \pm 24,08 (132 - 200)
Pourcentage de fleurs femelles	27,14 \pm 3,76 (19,48 - 33,33)

L'*Aster* des Pyrénées est gynomonioïque et présente des fleurs femelles et hermaphrodites sur le même pied, comme cela a été décrit chez plusieurs espèces américaines d'*Aster*.

Tableau 3. Production de fruits dans des capitules ensachés et témoins non protégés.

Fruit-set from bagged and control inflorescences.

	Moyenne \pm écart type (minimum - maximum)
Echantillon de 27 capitules protégés individuellement par un sachet	
Nombre de fruits/capitules	2,37 \pm 8,95 (0 - 46)
Taux de fructification (%)	2,45 \pm 7,55 (0 - 31,58)
Témoin (25 capitules non protégés)	
Nombre de fruits/capitules	57,88 \pm 32,59 (1 - 114)
Taux de fructification (%)	46,64 \pm 18,71 (0,69 - 77,60)

Les résultats concernant le nombre de fruits (akènes) par capitule et le taux de fructification des capitules ensachés et non protégés ont été comparés (tableau 3). Le nombre moyen de fruits par capitule et le taux moyen de fructification des capitules témoins sont significativement plus élevés que ceux des capitules ensachés (Test de Wilcoxon, $p < 0,001$).

Le niveau d'autogamie spontanée des capitules d'*Aster pyrenaicus* est très bas. Alors que tous les capitules témoins produisent au moins un akène, seuls 6 capitules sur les 27 ensachés en produisent, et 21 ne forment aucun fruit. La faible production de fruits dans les capitules ensachés pourrait être due au fait que des fleurs avaient déjà pu être pollinisées avant la mise en sachets.

On a en effet observé que les fleurs hermaphrodites dispersent d'abord le pollen alors que la maturité des stigmates n'intervient que plus tard. Ce décalage de maturité entre les organes mâle et femelle d'une même fleur (dichogamie) est un phénomène qui favorise la reproduction croisée.

Tableau 4. Production de fruits par des pieds sous moustiquaire et témoins.

Fruit-set from plants protected by a mesh and in natural conditions.

Moyenne \pm écart type (minimum – maximum)	
Echantillon de 10 pieds protégés individuellement par une moustiquaire	
Nombre de fruits/capitules	0,13 \pm 0,157 (0 - 0,40)
Taux de fructification (%)	0,11 \pm 0,14 (0 - 0,40)
Témoin (10 pieds non protégés)	
Nombre de fruits/capitules	46,90 \pm 22,30 (8,50 - 65,67)
Taux de fructification (%)	42,89 \pm 17,33 (10,70 - 59,70)

La comparaison entre les plantes protégées et les témoins (nombre de fruits par capitule et taux de fructification : Test de Wilcoxon, $p = 0,008$; Tableau 4) confirme la nécessité d'une intervention d'insectes pollinisateurs pour atteindre des niveaux de fertilité corrects.

Sur les plantes recouvertes par une moustiquaire, 51 capitules ont été récoltés. 44 d'entre eux ne portaient aucun akène et 7 en portaient au moins 1. Sur les 46 capitules témoins, tous portaient au moins 1 akène mûr.

Plusieurs espèces d'insectes se posant sur les capitules d'*Aster* ont été observées. Le tableau 5 indique le nombre d'individus de chaque espèce et le nombre de plantes et d'inflorescences visitées.

Les inflorescences d'*Aster pyrenaicus* sont visitées par de petits insectes pollinisateurs avec une faible fréquence de visite (une visite toutes les 5 minutes en moyenne

Tableau 5. Espèces d'insectes observées sur l'*Aster pyrenaicus*
Insect species visiting Aster inflorescences.

Insectes (famille, ordre)	Nombre	Plantes	Inflorescences
<i>Cephus</i> sp. (Cepidae, Hymenoptera)	12	13	14
<i>Neoscia podagrica</i> (Syrphidae, Diptera)	2	1	1
<i>Odontomyia ornata</i> (Stratiomyidae, Diptera)	1	4	4
Sp.1 (Diptera)	1	1	1

en conditions météorologiques relativement bonnes). Deux espèces de bourdons, *Bombus orthorum* et *Bombus wurfleini pyrenaicus*, et certaines abeilles ont fréquemment visité des plantes comme *Aconitum vulparia*, *Centaurea jacea* et *Crepis pyrenaica*, mais ces insectes ne sont pas attirés par l'*Aster*.

Durant un total de 100 minutes d'observation, 19 plantes et 20 inflorescences ont été visitées. Si ces données sont représentatives de la population (plusieurs observations seraient nécessaires pour le confirmer) le taux de visite serait de 0,19 plantes par minute et 0,20 inflorescences par minute.

Le succès reproducteur au sein de la population a été estimé en utilisant l'ensemble des données de tous les capitules des plantes témoins des expérimentations précédentes. Ces données figurent dans le tableau 6.

Tableau 6. Production moyenne de fleurs et de fruits par capitule et taux de fructification au sein de la population. N= nombre de capitules.

Mean number of flowers and fruits per inflorescence and fruit-set within the population.

	N	Moyenne \pm écart type (minimum - maximum)
Nombre total de fleurs par capitule	56	112,77 \pm 35,89 (17 - 179)
Nombre de fruits par capitule	57	52,40 \pm 31,07 (1 - 137)
Taux de fructification (%)	56	44,04 \pm 19,36 (0,67 - 86,71)

La reproduction d'*Aster pyrenaicus* ne paraît pas présenter de problème : les plantes étudiées produisent des fruits et des semences à un niveau qui semble satisfaisant.

Les visites par les insectes pollinisateurs paraissent donc suffisantes pour assurer la reproduction de l'*Aster* en conditions normales. La fertilité des témoins est suffisante. Leurs capitules produisent toujours un certain nombre d'akènes, le nombre moyen de semences ou de fruits produits par pied est de 300,25 (231,40 - 376,64, intervalle de confiance 95 %) et le taux de fructification de 44,04 %. (données bibliographiques de référence : moyenne de 42,01 % pour une série de plantes hermaphrodites ; moyenne de 22,01 % pour une série de plantes hermaphrodites auto incompatibles (SUTHERLAND & DELPH 1984).

4. Structure de la population

La population étudiée est constituée de deux zones situées à des altitudes différentes. Dans la partie haute, les individus sont nombreux et leur répartition est dense. Dans la partie basse, les plants d'*Aster* sont peu nombreux et très dispersés. Ces deux parties sont séparées par une vaste zone où l'on ne retrouve aucun pied d'*Aster*. La population a été étudiée en deux sous-populations, l'une correspondant à la partie haute de la station (versant en pied de falaise) et l'autre à la partie basse.

Les mesures effectuées portent sur le pourcentage de tiges florifères (tableau 7).

Tableau 7. Nombres et pourcentages de tiges végétatives et florifères dans les deux parties de la population.

Number and percentage of vegetative and flower-bearing stems within the two *Aster* subpopulations.

Localisation dans la station	Tiges végétatives	Tiges reproductrices	Totaux
Partie supérieure	98 (37,12 %)	166 (62,88 %)	264
Partie inférieure	38 (62,30 %)	23 (37,70 %)	61

La sous-population de la partie supérieure de la station présente un nombre plus élevé de tiges avec un pourcentage d'individus reproducteurs supérieur tandis que les individus végétatifs sont majoritaires dans la partie inférieure (différence significative entre les deux groupes : χ^2 de Pearson 12,904 ; 1 degré de liberté ; $p = 0,0003$).

La sous-population située en partie haute pourrait constituer une source de diaspores pouvant coloniser d'autres zones situées à des altitudes moins élevées lorsqu'une perturbation offre cette opportunité. Cette distribution rentrerait dans ce que l'on a récemment décrit comme une population source-puit dans un cas concret de métapopulation (ERIKSSON 1996).

5. Conclusions

La station d'*Aster* des Pyrénées de Laruns, de découverte récente, présente un grand intérêt du fait de la taille de la population et du gradient altitudinal observé. L'étude géobotanique de cette station montre une certaine hétérogénéité écologique et floristique des communautés concernées.

Bien que la pollinisation d'*Aster pyrenaicus* nécessite la visite d'insectes, la production de fruits atteint des valeurs normales, semblables aux valeurs des espèces possédant le même système reproducteur.

Dans le cadre du projet de plan de restauration de cette espèce, nous proposons de développer des recherches dans les axes suivants :

- influence des perturbations (chutes de pierres, érosion du sol, feu pastoral) sur la dynamique de l'espèce et sa conservation, nécessitant des suivis démographiques à moyen terme,
- possibilité d'avoir un fonctionnement de type source-puit, la sous-population de la partie supérieure de la station constituant la source principale de diaspores,
- rôle de la multiplication végétative dans le développement de la population.

Remerciements

Cette étude a été réalisée avec l'aide financière du Parc National des Pyrénées.

Références

- BERTIN, R.I. & M.A. KERWIN 1998 - Floral sex ratios and gynomonocy in *Aster* (Asteraceae). *Amer. J. Bot.* 85(2) : 235-244.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1967 - Vegetationskizzen aus dem Baskenland mit ausblicken auf das weitere iberio-Atlantikum. II Teil. *Vegetatio* 14(1-4) : 1-126.
- CAMBECÈDES, J. & G. LARGIER 2002 - Projet de plan de restauration de l'Aster des Pyrénées (*Aster pyrenaicus* DC.). *Acta Bot. Barc.* 49 : 109-117.
- ERIKSSON, O. 1996 - Regional dynamics of plants : a review of evidence for remnants, source-sink and metapopulations. *Oikos* 77 : 248-258.
- GUZMÁN, D., G. LARGIER & L. VILLAR 2000 - Estudio de la estructura y dinámica de las poblaciones de *Aster pyrenaicus* Desf. ex DC. en los valles de Aspe y Ossau (Francia). Rapport d'étude financée par le Parc National des Pyrénées, (A. VALADON coord.). 45pp.
- LARGIER, G. 1999 - Aster des Pyrénées: état des connaissances et actions en cours pour la sauvegarde d'une espèce en danger, In: Actes du Colloque sur les plantes menacées de France (D.O.M. - T.O.M. inclus) Brest, octobre 1997. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest - Nouvelle série*. Numéro spécial 19 : 295-302.
- LAZARE, J.J. 2001 - A propos de l'*Aster pyrenaicus* DC. : ce que nous enseignent les anciens. *J. Bot. Soc. bot. France* 13 : 3-6.
- SUTHERLAND, S. & L. F. DELPH 1984 - On the importance of male fitness in plants: Patterns of fruit-set. *Ecology* 65(4) : 1093-1104.