

LE PLAN D'ACTION FLORE VASCULAIRE DU PARC NATIONAL DES PYRENEES : STRATEGIE, METHODES ET PREMIERS RESULTATS

Alain VALADON¹

ABSTRACT

The Pyrenees National Park plan of action for the vascular plants: strategy, methods and first results

In the Pyrenees National Park management plan for 1998-2002, the plan of action for the vascular plants has been defined as one of the first priorities to improve the Park's active protection of biodiversity. This plan aims at increasing scientific knowledge of rare, threatened and endangered species present within the Park, in order to identify appropriate conservation actions.

This rare vegetation plan is conducted in both the central (45,707 ha) and peripheral zones (206,352 ha) of the Park and targets 50 taxa that are either endemic, rare or threatened on a national or European level. The project is carried on in partnership with several French and Spanish scientific teams and is made up of 4 main components :

- evaluate taxa distribution within the Park using both literature and field data (Inventory phase);
- assess species ecological needs through habitat survey (Survey phase) ;
- set-up experimental designs to assess population status and conduct monitoring over time (Monitoring phase)
- write species specific management plans that address the main threats and promote community education and participation.

1,600 rare plant occurrences identified on 1/25,000 maps are already available in the PNP Flora database. Demographic monitoring has started for 19 taxa. Investigation on ecology, reproductive biology, phenotypic and genetic diversity are also carried out in order to get reliable technical information for management plans.

Key words : Flora, National park, Database, Inventory, Monitoring, Survey, Conservation

RESUME

Dans le cadre de l'élaboration du programme d'aménagement du Parc National des Pyrénées pour la période 1998-2002, le plan d'action Flore vasculaire a été défini comme une priorité n° 1 des travaux à mener pour améliorer le rôle de l'Espace Parc dans la conservation de la biodiversité. L'objectif général de ce plan est d'augmenter

¹ Parc National des Pyrénées. 59, route de Pau. F -65000 Tarbes.

la connaissance scientifique du Parc sur son patrimoine floristique rare ou menacé, connaissance de base indispensable à la mise en œuvre de plans d'actions de suivis et de conservation.

Cet objectif s'applique à la fois à la zone centrale (45 707 ha.) et à la zone périphérique (206 352 ha.) du Parc et porte sur une cinquantaine d'espèces, endémiques, rares ou menacées, prioritaires ou à surveiller du Livre Rouge de la flore menacée de France, protégées au niveau national et/ou relevant de textes européens.

Sa mise en œuvre, en partenariat avec diverses équipes française et espagnoles, comporte 4 volets :

– Etude de la distribution spatiale de chaque taxon, par analyse de la validité des données bibliographiques disponibles et recherche systématique de nouvelles stations ;

– Caractérisation des biotopes identifiés et synthèse de l'ensemble des données connues afin de mieux cerner l'autécologie des taxons étudiés sur l'Espace Parc ;

– Mise au point de méthodes et critères de dénombrement des populations repérées en vue de la définition d'un état initial quantifié précis et de suivis démographiques dans le temps ;

– Identification des menaces actuelles et potentielles affectant les populations décrites, synthèse et propositions de gestion conservatoire par taxon incluant la sensibilisation des acteurs locaux concernés.

Le Parc dispose à ce jour d'une base de données géoréférencée de 1600 fiches d'inventaires avec localisation sur carte au 1/25 000^{ème}. 19 taxons font désormais l'objet de suivis démographiques à long terme après une phase de mise au points de protocoles spécifiques. Des travaux complémentaires visant à caractériser l'écologie, la biologie, la démographie, la variabilité phénotypique et la diversité génétique sont également lancés afin d'élaborer les premiers plans de gestion conservatoire reposant sur des connaissances solides.

Mots clés : Flore, Parc national, Conservation, Base de données, Cartographie, Suivi

1. Introduction

Dans le cadre de l'élaboration du programme d'aménagement du Parc National des Pyrénées (figure 1) pour la période 1998-2002, le plan d'action Flore vasculaire a été défini comme une priorité n° 1 des travaux à mener pour améliorer le rôle du Parc dans la conservation de la biodiversité. L'objectif général de ce plan est d'augmenter la connaissance scientifique du patrimoine floristique rare ou menacé du Parc, indispensable à la mise en œuvre de plans d'actions de conservation.

Cet objectif s'applique à une cinquantaine d'espèces prioritaires ou à surveiller du Livre Rouge de la flore menacée de France ou inscrites à l'annexe II de la Directive 92/43/CEE Habitats et dont la présence est reconnue dans l'espace Parc (zone centrale et zone périphérique) mais considérées comme rares à très rares sur cette zone de plus de 206 000 hectares. Cet objectif général peut être subdivisé en quatre sous-objectifs :

1. Etude de la distribution spatiale de chaque espèce ;
2. Caractérisation des biotopes identifiés et synthèse des données connues afin de mieux cerner l'autécologie des taxons étudiés sur le territoire d'études ;

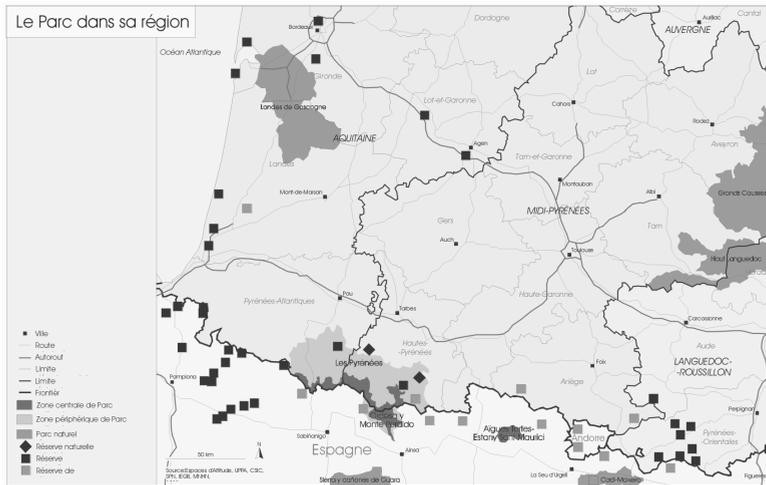


Figure 1. Localisation du Parc National des Pyrénées.
The Pyrenees National Park location map.

3. Mise au point de méthodes et critères de dénombrement des populations repérées en vue de la définition d'un état initial quantifié précis et de suivis démographiques ;

4. Identification des menaces actuelles et potentielles affectant les populations décrites et propositions de gestion par taxon.

G. LARGIER (1994) a dressé un bilan des travaux et connaissances acquises par le Parc National. Il met clairement en évidence le caractère partiel des données disponibles notamment en vue d'actions de suivi et conservation qui supposent notamment de disposer d'informations précises sur les effectifs et la dynamique des populations recensées. La mise en place ces dernières années d'un réseau de correspondants flore au sein des personnels du Parc a permis l'acquisition de données nouvelles ; la constitution d'un premier fonds documentaire par la mission Conservatoire Botanique a également permis de disposer de données publiées dans divers ouvrages et revues. Ces actions, indispensables, n'apportent cependant qu'une partie des éléments de diagnostic nécessaires à la mise en place d'un véritable suivi des populations des espèces concernées, à baser sur une connaissance fine de leur répartition, de leur écologie et de leur biologie.

En outre, comme l'ont signalé OLIVIER & al. (1995), la biologie de nombreuses plantes rares et menacées en France est généralement mal connue. Dans un tel contexte, SCHEMSKE & al. (1994), entre autres, estiment prioritaires les études sur la structure des populations et la biologie de leur reproduction. On peut citer comme rares exemples les travaux de COLAS sur *Centaurea corymbosa* en France ou de GARCIA & ANTOR (1992) sur *Pinguicula longifolia* subsp. *longifolia* en Espagne, qui montrent à la fois la

nécessité d'une connaissance précise des effectifs et de la structure des populations mais aussi l'importance de données sur la biologie de reproduction des taxons.

Par ailleurs, la récente publication de l'«Atlas de la Flora del Pirineo Aragonés» (VILLAR & *al.* 1997) illustre bien le niveau de connaissances atteint en Aragon en matière de répartition géographique des espèces. L'informatisation de cet ensemble de données permet également à l'«Instituto Pirenaico de Ecología» de Jaca (IPE) de disposer de manière automatique de divers types de sorties, dont des cartographies à diverses échelles. Une analyse de la situation d'un taxon donné à une échelle transfrontalière – interparcs par exemple –, échelle tout à fait pertinente dans le cas de nombreuses endémiques centro-pyrénéennes, n'est ainsi pas possible actuellement par manque de données précises et quantifiées côté français.

2. Matériel et méthodes

2.1. Démarche générale

S'agissant d'une approche systémique, nous avons retenu le schéma général suivant (figure 2) comme cadre de la démarche appliquée à chacun des taxons étudiés (VALADON & FALLOUR 2001). En l'absence de fonds documentaire réellement structuré relatif à la flore du Parc National, il est apparu indispensable dans un premier temps de constituer par taxon un recueil des publications traitant aussi bien de l'écologie de celui-ci que de sa répartition géographique, en privilégiant la zone géographique constituée par l'espace Parc (étape n° 1).

L'ensemble de la documentation rassemblée par le Conservatoire Botanique Pyrénéen (CBP) a servi de base à ce travail de compilation qui a été complété par diverses autres sources (Herbier JACA, sites Internet divers,...) et publications ainsi que par des données non publiées. Outre l'intérêt évident de disposer rapidement d'un véritable fonds documentaire par taxon, cette recherche permet aussi de fournir aux enquêteurs de terrain des premières pistes de prospections (étape n° 2), ce qui constitue généralement un gain de temps et une source de motivation non négligeables.

La re-découverte de stations déjà décrites dans un passé parfois lointain renseigne par ailleurs, même de manière sommaire, sur la pérennité de la présence du taxon considéré sur le site étudié. Elle permet en outre d'identifier les milieux renfermant ce taxon (ex. : pied de falaises calcaires exposés au nord, vires herbeuses à Brachypode,...) et donc de cibler de nouvelles prospections sur ce type de milieu, dans un premier temps du moins ; la connaissance de terrain des gardes moniteurs du Parc facilite alors la recherche ciblée de tels milieux (étape n°3).

La synthèse des données pour un taxon particulier (étape n° 4) n'est possible qu'après inventaires des différentes vallées du Parc dans lesquelles sa présence est attestée ou supposée. A ce stade, le second sous-objectif ainsi qu'une partie du quatrième (Identification des menaces actuelles et potentielles) devraient également être atteints.

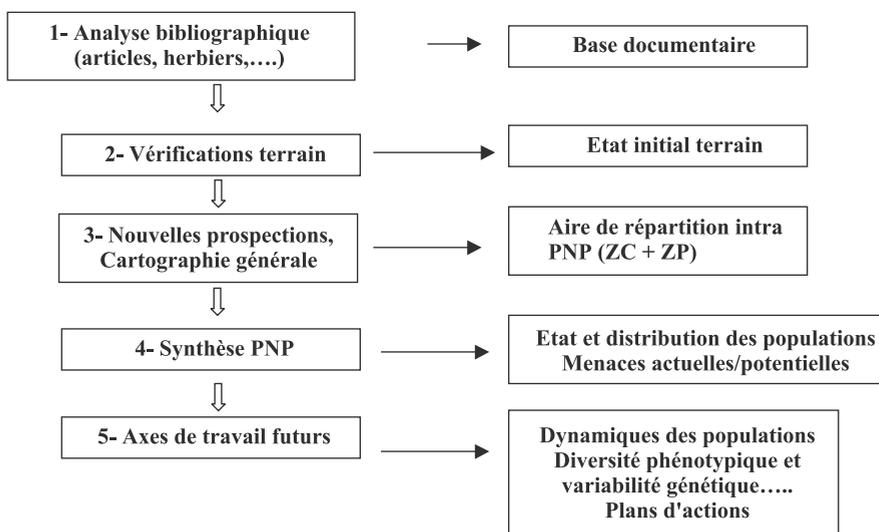


Figure 2. Schéma de la démarche retenue.
The different steps of Flora action plan.

Enfin, pour chaque taxon, sont abordés les axes futurs de travail envisagés au niveau du Parc (étape n° 5) et jugés indispensables à l'élaboration de véritables plans de gestion conservatoire spécifiques aux taxons considérés, prévus dans les troisième et quatrième sous-objectifs de ce programme (propositions de gestion).

Par référence à un certain nombre de travaux menés en biologie de la conservation *in situ*, les étapes n° 1 à 3 incluses peuvent être rattachées à la phase « **Inventory** » définie notamment par PAVLIK (1994) (« ... *geographically based assessment of rare taxa that documents their occurrence within mapped political units* »), l'étape n° 4 à la phase « **Survey** » (« *ecologically based assessment of populations in the field with respect to habitat and endangerment factors* ») et l'étape n° 5 (volet dynamique des populations) à la phase « **Monitoring** » définie comme suit par cet auteur : « *Demographic monitoring follows the fates of individual plants in a population and makes repetitive in situ measurements* ». PAVLIK définit également deux autres phases à la conservation *in situ* : « **Habitat protection** » et « **Recovery** » ; ces dernières devront bien entendu être abordées dans d'éventuels plans de gestion conservatoire des taxons étudiés, prévus à l'étape n° 5.

2.2. Sources d'informations utilisées

Ouvrages généraux- Entrent dans cette catégorie les types d'ouvrage suivants : flores nationales ainsi que des flores régionales catalanes et basques ; les atlas floristiques ; les ouvrages nationaux comme le Livre Rouge de la Flore menacée de France,

qui rassemblent les données relatives à certaines catégories d'espèces ; enfin, les ouvrages et articles scientifiques traitant particulièrement de biologie de la conservation, de flores de montagne, de groupes taxonomiques particuliers.

Données d'herbiers- Trois types de sources ont été utilisées : d'une part l'Herbier de l'« Instituto Pirenaico de Ecología » de Jaca aimablement mis à notre disposition ; d'autre part le travail bibliographique réalisé par HUMBERT (1996) sur les herbiers Duffour, Timbal-Lagrange et l'Herbier général de l'Université de Toulouse ; enfin les résultats de l'enquête conduite par le CBP auprès de nombreux herbiers nationaux et étrangers dans le cadre du plan de conservation de *Aster pyrenaicus*, et qui nous ont été communiqués par le Conservatoire Botanique.

Autres sources- Flores régionales anciennes, comptes rendus d'excursions botaniques, travaux universitaires, rapports de stages, rapports internes non publiés, journaux botaniques, diverses correspondances, constituent les principales sources d'information dépouillées. Une correspondance spatiale entre relevés terrains et données bibliographiques a en outre été tentée grâce au rattachement systématique de celles-ci aux lieux-dits figurant sur les cartes au 1/25 000 de l'Institut Géographique National (IGN) ; une base de données « Lieux-dits » incluant la totalité des informations IGN sur les zones centrale et périphérique, créée à cet effet par le Parc, permet de reporter, avec la précision inhérente aux sources bibliographiques utilisées, la présence d'un taxon sur un maillage 1 km × 1 km et de croiser cette couche d'information avec celle issue des relevés propres au Parc.

Malgré l'importance du nombre de sources consultées (> 200), il n'est pour autant aucunement garanti que le fonds documentaire réuni par taxon soit exhaustif. Ce travail doit donc être considéré comme une première étape perfectible, notamment dans le cadre de la collaboration mise en place avec le Conservatoire Botanique Pyrénéen. La mise à disposition par ce dernier de sa base de données bibliographiques régulièrement mise à jour constitue l'illustration concrète de cette collaboration.

2.3. Inventaires terrain

Recherche des stations trouvées en bibliographie- Dès 1999, les premiers résultats extraits des données bibliographiques ont permis de fournir des indications géographiques de la présence des différents taxons sur l'espace Parc. Un classement des taxons étudiés selon leur phénologie a servi de référence pour définir les priorités dans le temps des dépouillements bibliographiques. Cette démarche a été améliorée à l'intersaison 1999-2000, avec une analyse bibliographique conduite en hiver et la transmission dès le printemps 2000 aux personnels de terrain de fiches récapitulatives par taxon. Enfin, durant l'été 2000, la mise en forme de ce travail s'est poursuivie avec la rédaction d'un document récapitulatif portant sur 43 taxons analysés. Ce document a servi de base à la constitution des références bibliographiques classées par espèce. Il est régulièrement mis à jour.

Les références identifiées ont alors été systématiquement recherchées sur le terrain et dans le cas de prospections positives, les stations retrouvées ont fait l'objet d'une description standardisée en utilisant un modèle type de fiche d'inventaire. Une première analyse sommaire de la variabilité des habitats rencontrés est alors conduite avant de passer à l'étape suivante.

Prospections complémentaires- Suite à la recherche systématique des références bibliographiques, un inventaire plus large a été conduit sur l'ensemble de l'espace Parc avec les diverses stratégies suivantes :

–recherche ciblée sur des milieux analogues à ceux identifiés sur les stations retrouvées à partir de la bibliographie. Cette option a été retenue notamment dans le cas où ces milieux semblaient très typés (éboulis calcaires, blocs et falaises granitiques ou calcaires,...).

–zones de prospections définies à la fois à partir de critères écologiques généraux (type de substrat) et à partir de la répartition géographique des stations déjà connues, afin de couvrir les secteurs géographiques non encore renseignés, présentant des similitudes avec les zones de présence du taxon étudié, et situées entre des sites de présence reconnue.

–combinaison de ces stratégies en fin de période d'inventaire, en particulier pour tenter d'homogénéiser l'effort de prospection sur l'ensemble du Parc. Ce point apparaît essentiel pour disposer à terme de cartes de répartition par taxon qui représentent le plus fidèlement possible la réalité de terrain et influencées le moins possible soit par des intensités de prospections variant selon les observateurs, soit par des recherches limitées à un type particulier d'habitat naturel, ce qui pourrait constituer un biais important lors des analyses et synthèses écologiques conduites ultérieurement par taxon.

Le Parc National des Pyrénées dresse un bilan à l'issue de chaque campagne annuelle de prospections, avec le cas échéant identification de zones d'inventaires complémentaires à couvrir l'année suivante pour compléter la couverture géographique. Chaque année, de nouvelles listes d'espèces sont définies à l'intersaison. Priorité est accordée aux prospections d'une espèce donnée sur le ou les secteurs sur lesquels sa présence est citée au moins une fois dans les sources bibliographiques analysées. Si l'absence de références bibliographiques ne signifie nullement l'absence avérée d'un taxon dans une zone, les inventaires à y mener seront sensiblement facilités par l'analyse des milieux identifiés sur les autres secteurs, d'où cette hiérarchisation des prospections.

2.4. Modalités de recueil des données

Fiches type d'inventaire- Le choix et la définition des champs de la fiche d'inventaire ont été arrêtés dans le souci de maximiser la compatibilité des données recueillies par le PNP avec celles retenues par le Conservatoire Botanique Pyrénéen (CBP) pour ses propres prospections, afin de faciliter les échanges de données entre organismes.

Ces champs ont en outre été conçus en vue d'une saisie informatisée en base de données, y compris au niveau de chaque secteur du Parc.

Sont considérées comme entités faisant l'objet d'une fiche d'inventaire, et dénommées « stations » ou « populations » par la suite, les individus isolés ou les groupes d'individus appartenant à un même taxon et soit distants de plusieurs centaines de mètres des individus les plus proches soit situés dans une partie d'un site présentant des différences écologiques majeures par rapport au reste du site. Cette définition ne préjuge donc en rien de l'intensité des flux géniques possibles entre entités identifiées, par les échanges de pollens ou de graines. On pourrait plutôt parler de « *local populations* » telles que définies par HANSKI & GILPIN (1997) : *set of individuals that live in the same habitat patch and therefore interact with each other.....* En outre, des descriptions de milieu plus détaillées pourront, dans certains cas, remettre en cause l'homogénéité supposée d'une entité donnée et conduire par exemple à identifier deux stations distinctes au plan phytosociologique.

Base de données Flore- Afin de structurer les données d'inventaires recueillies, une base de données sous Microsoft ACCESS avec liens MapInfo a été mise au point par le PNP fin 1999. Cet outil est destiné à la fois aux secteurs terrain et au service scientifique du Parc. Sa présentation répond aux exigences suivantes :

- permettre une saisie standardisée des données d'inventaires floristiques à partir des fiches terrain mais aussi une saisie de la localisation géographique des stations sur fonds de cartes scannées IGN à l'échelle 1/25 000 ;
- présenter un caractère de convivialité et de facilité d'utilisation ne nécessitant pas de formation spécifique préalable aux logiciels ACCESS et MapInfo ;
- assurer une compatibilité maximale entre fiche de relevé terrain et masques de saisie à l'écran ;
- permettre une restitution immédiate et aisée des données saisies au niveau terrain grâce à diverses sorties type (cartes, histogrammes, listings) accessibles par l'utilisateur, sans programmation.

La saisie d'informations se fait par une entrée « Espèce » : un relevé correspond donc à une station d'un taxon donné observé sur le terrain et matérialisé sur carte. A un relevé donné correspond un numéro d'identification unique qui permet d'individualiser l'enregistrement dans la base de données et de faire le lien avec l'objet géographique correspondant sous MapInfo (figure 3).

Reports cartographiques- L'ensemble des données cartographiques recueillies est structuré en couches d'informations par espèce sur cartes au 1/25 000. Le mode de représentation, point ou polygone, dépend de la taille de la station considérée : à cette échelle de restitution, les stations de moins de 1 000 m² de surface unitaire sont généralement représentées par un point. Ce système est appliqué aussi bien aux prospections positives qu'aux prospections négatives. Deux couches d'informations géographiques sont donc disponibles pour un même taxon : celle correspondant aux

zones de présence effectivement constatée (point ou polygone), quelque soit la taille de la population identifiée ; celle correspondant aux zones prospectées sans succès, ce qui ne signifie pas, en toute rigueur, que le taxon est réellement absent de la zone parcourue mais qu'il n'a pas été identifié lors de cette recherche, pour un effort de prospection donné.

Les nouveaux résultats de prospections pour un taxon donné viennent s'ajouter, sur la couche correspondante, aux objets géographiques déjà saisis. On dispose ainsi à l'instant t de l'ensemble des sites de présence et de recherche infructueuse pour chacune des espèces étudiées. Ces couches d'information peuvent alors être croisées avec d'autres données numérisées disponibles au Parc pour des analyses sous Système d'Information Géographique (SIG), comme un modèle numérique de terrain ou des cartes d'habitats par exemple. En outre, une superposition des distributions spatiales des données de présence établies à partir des sources bibliographiques consultées d'une part, des couches d'information citées ci-dessus d'autre part, permet de rechercher d'éventuelles évolutions temporelles de la répartition d'un taxon donné sur l'espace Parc.

2.5. Protocoles de suivis de populations

Nous nous intéresserons ici à la seule composante spatiale des populations et non à la composante génétique de celles-ci. Dans ce cadre, l'objectif visé est de préciser la structure spatiale des populations, la répartition des classes d'âge des individus ainsi que la répartition des classes de taille des individus (SILVERTOWN & CHARLESWORTH 2001).

La mise en place de ces protocoles vise donc à disposer par taxon à la fois d'un état des lieux quantifié de manière précise d'un certain nombre de populations

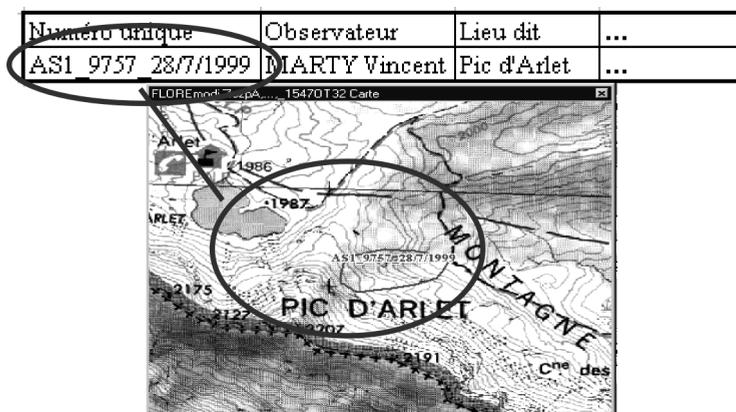


Figure 3. Lien entre relevé et information cartographique.

Link between database occurrences and locations on maps.

échantillons mais également de méthodes de suivis dans le temps de l'évolution de ces populations de référence. On constate en effet, lors de la phase d'analyse bibliographique, que ce type d'information est généralement absent dans les données existantes et ne permet donc pas de saisir l'évolution quantitative d'une même population décrite à des dates différentes, parfois très éloignées. Par ailleurs, il n'existait pas dans l'espace Parc de suivis de populations d'espèces végétales, ce qui conduit à définir simultanément un état des lieux initial – ou état 0 – des populations de référence et à mettre en place immédiatement un suivi temporel de celles-ci.

Cette démarche s'inscrit dans un contexte caractérisé par un état de connaissances généralement faible de la biologie des taxons. En effet, le niveau de variabilité annuelle d'indicateurs comme les paramètres de reproduction, est le plus souvent inconnu alors même que ces critères seraient particulièrement utiles pour l'élaboration de modèles démographiques notamment ; ceci conduit donc à prévoir une fréquence annuelle de prises de données au moins sur 4-5 ans avant d'envisager une fréquence ultérieure plus faible. Ces objectifs étant définis, plusieurs questions restent posées : quelles populations suivre (exhaustivité, mode et critères d'échantillonnage) ? quels « individus » mesurer (distinction ramet/genet, suivi individuel ou non) ? quels paramètres mesurer sur les individus identifiés (paramètres de vigueur, d'âge, de reproduction) ? quels modes de mesure retenir (unité de mesure, précision, fréquence,...) ?

Ces divers constats nous conduisent à mettre au point des protocoles de dénombrement adaptés aux caractéristiques biologiques propres à chaque taxon, tant en ce qui concerne la définition des individus physiques faisant l'objet de mesures que pour la définition des indicateurs de suivis mesurés sur ces individus. De nombreuses espèces présentant à la fois des possibilités de multiplication par voie générative et végétative, la définition d'individus génétiquement différents (genets) est rarement possible avec certitude et les entités physiques caractérisées correspondent le plus souvent à des objets facilement individualisables, sans que leur origine génétique soit abordable, dans le cadre de ce travail du moins. En outre, les indicateurs de suivis dépendront également de la biologie des taxons étudiés : le nombre total d'individus, le nombre de plantules de l'année, d'individus florifères et/ou fructifères, de fleurs par tige florale constituent quelques uns des critères mesurables qui permettent une comparaison inter-annuelle et apportent une information pertinente pour mesurer l'évolution dans le temps des effectifs des populations suivies. Ces protocoles doivent également être adaptés aux conditions pratiques de l'expérimentation en milieu de montagne, telles que la durée et la facilité d'accès ou la pérennité de repères géographiques permettant de délimiter avec précision les zones inventoriées.

2.6. Autres travaux

Variabilité phénotypique et diversité génétique- La mesure et l'analyse spatiale de la variabilité phénotypique porte sur quelques taxons présentant des différences sensibles de certains caractères intra et interpopulations. Le choix des critères à mesurer est établi a) après analyse bibliographique détaillée de la description des

taxons dans diverses flores, les paramètres les plus variables étant *a priori* retenus et b) après sélection de paramètres réellement mesurables de manière fiable sur le terrain sur un grand nombre d'individus.

Les protocoles d'échantillonnage des populations sont définis après analyse des données écologiques disponibles sur les populations recensées : répartition géographique, amplitude altitudinale, exposition, type de milieu (lande, pelouse, éboulis, ...), type d'occupation du milieu (pâturage fort/faible, prairie de fauche), de manière à disposer d'un sous-ensemble représentatif du taxon considéré dans la zone d'étude. Pour chaque population ainsi retenue, l'échantillonnage des individus à mesurer intra-population est établi en fonction de la structure spatiale de ces dernières et le cas échéant sur une partie seulement des individus, les florifères par exemple si des paramètres d'organes de reproduction sont concernés.

La mesure et l'analyse de la diversité génétique intra- et inter-populations ont pour objectif de préciser le mode de fonctionnement des populations des taxons considérés (méta-populations, ...). Elles permettront alors de définir des stratégies de conservation adaptées à la structure spatiale de cette diversité génétique ou « *patchiness of gene frequency and genotypes* » (SILVERTOWN & CHARLESWORTH 2001). Les taxons justifiant de telles études complémentaires seront choisis parmi les plus menacés à l'issue des phases de prospections de ce projet.

Ecologie, biologie de la reproduction- De nombreux auteurs ont mentionné les lacunes actuelles dans les connaissances de base indispensables à la compréhension de la biologie de la plupart des taxons rares et menacés, en particulier, la variabilité annuelle de certains indicateurs, la fréquence de floraison, le recrutement de jeunes individus, la mortalité, le parasitisme, les modalités de pollinisation ou la part de la multiplication végétative... Ces paramètres sont pourtant nécessaires à la caractérisation du cycle de vie des taxons et à la construction de modèles démographiques. Ils font donc l'objet d'études confiées à diverses équipes et portent sur un nombre limité de taxons.

3. Résultats et discussion

Nous tenterons d'évaluer les résultats obtenus au cours des années 1999 à 2001 et de définir les limites des données actuelles et les orientations à venir pour approcher au mieux les objectifs fixés. Les données présentées constituent tout d'abord des résultats partiels à plusieurs titres : étalement dans le temps des prospections selon les taxons et les secteurs administratifs du Parc ; impossibilité de réaliser de véritables synthèses par taxon dès lors que l'ensemble de l'espace Parc n'est pas couvert ; délais de mise au point des protocoles de suivis à l'issue de la phase préalable de prospection ; nécessité de disposer de séries temporelles de données sur des durées assez longues pour pouvoir les analyser et en déduire d'éventuelles évolutions dynamiques.

Si on reprend les quatre volets prévus de ce plan d'action (voir Introduction), on peut dresser un bilan de réalisation détaillé par taxon. Il s'agit soit de résultats partiels

dans le cas de taxons dont l'inventaire n'est pas achevé à ce jour sur la totalité de l'espace Parc National, soit d'une première synthèse des données récoltées lorsque l'ensemble du Parc a été parcouru – ou tout au moins les secteurs dans lesquels une référence bibliographique au moins a été identifiée pour un taxon donné.

3.1. Distribution spatiale et effectifs

1 617 fiches de prospection positive, portant sur 54 taxons, sont désormais disponibles fin 2001 ainsi que 588 fiches de recherche infructueuse. Le nombre de fiches positives varie très fortement d'un taxon à l'autre : 1 seule référence pour *Carex bicolor*, 182 pour *Geranium cinereum* subsp. *cinereum*, ce qui traduit la rareté du premier et l'abondance du second. La distribution géographique des populations recensées varie également sensiblement selon les espèces (tableau n° 1)

Quel que soit le taxon considéré, le report systématique sur fonds de cartes IGN 1/25 000 de la totalité des stations identifiées, mais aussi des zones de prospections négatives apporte une précision géographique des données recueillies, sans commune mesure avec celle fournie par les documents bibliographiques consultés. Cette absence de précision constitue d'ailleurs l'une des limites majeures de ces sources documentaires, avec parfois leur ancienneté, leur couverture non exhaustive du territoire d'études et l'absence de données quantitatives sur les populations.

Outre le nombre extrêmement variable de fiches d'inventaire dressées par taxon (fiches de prospection positive uniquement), on notera les effectifs de tailles également très diverses ainsi que la part variable de très petites populations (< 10 individus) recensées pour certains taxons (tableau n° 2). Ce point paraît particulièrement important pour *Aster pyrenaicus*, *Borderea pyrenaica* et *Potamogeton praelongus*, voire *Subularia aquatica* qui présentent en outre une concentration géographique très forte des quelques populations recensées. Même si pour les deux dernières citées, l'existence de noyaux à fort effectif (> 1 000 voire 10 000 individus) peut contribuer à réduire le risque de disparition complète du taxon en cas d'extinction

Tableau 1. Distribution géographique de quelques taxons.

Geographical distribution of some taxa.

Taxon	Nb. relevés	Nb. communes concernées
<i>Adonis pyrenaica</i> DC.	24	4
<i>Aconitum variegatum</i> L. subsp. <i>pyrenaicum</i> Vivant	79	12
<i>Androsace cylindrica</i> DC. subsp. <i>hirtella</i> (Dufour) Greuter & Burdet	49	11
<i>Borderea pyrenaica</i> (Gren.) Miégeville	9	1
<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawler	72	7
<i>Geranium cinereum</i> subsp. <i>cinereum</i> Cav.	182	20

Tableau 2. Quelques résultats quantitatifs des inventaires Parc (fin 2001).
Some quantitative results for PNP inventories.

Taxon	Nb. de stations recensées	Effectifs estimés ¹	Nb. de communes concernées	Nb. de petites populations (< 10 ind.)
<i>Aconitum variegatum</i> L.				
subsp. <i>pyrenaicum</i> Vivant	79	> 8 000	12	10
<i>Adonis pyrenaica</i> DC.	24	> 10 000	4	4
<i>Androsace cylindrica</i> DC.				
subsp. <i>cylindrica</i>	3	> 5 000	1	0
<i>Androsace cylindrica</i> DC.				
subsp. <i>hirtella</i> (Dufour) Greuter & Burdet	49	> 1 000	11	6
<i>Androsace pyrenaica</i> Lam.	102	> 50 000	6	10
<i>Aster pyrenaeus</i> Desf. ex DC.	9	> 10 000	6	3
<i>Borderea pyrenaica</i> (Gren.) Miégevill	9	> 10 000	1	2
<i>Erodium manescavii</i> Cosson	50	> 100 000	12	3
<i>Lithospermum gastonii</i> Benth	34	> 800	5	7
<i>Nothobartisa spicata</i> (Ramond)				
Bolliger & Molau	10	> 10 000	4	1
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen	5	> 3 000	1	2
<i>Subularia aquatica</i> L.	1	> 30 000	1	0
<i>Vicia argentea</i> Lapeyr.	17	> 10 000	2	1

¹ Estimation faite à partir des bornes minimales des classes d'effectifs

des plus petits isolats, une modification du ou des lacs dans lesquels sont concentrés les gros effectifs aurait des conséquences très graves sur le devenir de ces taxons dans les Pyrénées. L'absence de données relatives à la structure spatiale de ces populations et à leurs échanges géniques ne permet malheureusement pas d'évaluer correctement la dynamique actuelle et les conséquences d'une réduction du nombre de noyaux de présence sur le devenir global de ces espèces.

Les résultats obtenus en matière de distribution spatiale des populations des taxons étudiés conduisent à regrouper ces derniers selon les ensembles suivants:

—espèces correspondant à des références en nombre très réduit et/ou très imprécises, susceptibles d'être présentes, y compris à très faible effectif, sur des territoires potentiels couvrant de vastes surfaces et peu parcourus en général, comme les forêts, ou les éboulis (*Cypripedium calceolus*, *Phyllodoce caerulea*). L'impossibilité de parcourir exhaustivement des habitats de type hêtraies calcicoles ou éboulis et pelouses ouvertes rend extrêmement aléatoire la découverte de stations pour ces taxons. Une recherche systématique de *Cypripedium calceolus* par exemple, aux périodes de floraison optimale, n'est pas envisageable car trop consommatrice de temps pour un résultat trop aléatoire.

—espèces citées comme bien présentes sur l'espace Parc mais de manière peu précise et pouvant poser des problèmes d'identification, comme *Poa glauca* ou *Kobresia simpliciuscula*, et qui nécessiteront des prospections de terrain complémentaires. Une cartographie préalable des habitats naturels peut faciliter sensiblement le travail de prospection en ciblant les recherches de terrain sur un nombre limité de zones géographiques.

—espèces correspondant également à un faible nombre de citations précises et relativement bien connues (*Aconitum variegatum* subsp. *pyrenaicum*, *Androsace cylindrica* subsp. *cylindrica*, *Aster pyrenaicus*, *Borderea pyrenaica*, *Potamogeton praelongus*, *Saponaria bellidifolia*, *Vicia argentea*). Les prospections terrain peuvent s'appuyer sur ces références et cibler soit des zones géographiques données soit des types de milieux précis (couche géologique, vires herbeuses, type d'éboulis). On observe dans ce cas des résultats variables selon les taxons : mise en évidence d'effectifs importants voire très importants pour *Androsace cylindrica* subsp. *cylindrica*, *Borderea pyrenaica*, *Potamogeton praelongus* et *Subularia aquatica*, recherches infructueuses pour *Aster pyrenaicus*, doute sur le devenir de *Saponaria bellidifolia*.

—espèces correspondant à un nombre plus élevé de citations bibliographiques, précises et relativement bien connues, et qui s'avèrent nettement plus abondantes que prévu, comme *Androsace pyrenaica* et dans une moindre mesure *A. cylindrica* subsp. *hirtella*. La sous-estimation très probable des effectifs par population pour les Androsaces, renforce par ailleurs ce constat.

3.2. Caractérisation des biotopes identifiés et autécologie des taxons

En l'absence de cartographie des habitats naturels préalablement établie à un niveau de précision élevé au sein du code CORINE Biotope et disponible sur la zone d'études, le rattachement d'un taxon donné à tel ou tel habitat n'est pas envisageable, sauf à rester à des niveaux agrégatifs élevés de ce code. D'où le choix des niveaux d'information figurant dans la fiche de prospection terrain à la rubrique « Habitats ».

Une synthèse des données par taxon n'est toutefois pertinente qu'après s'être assuré que les données de prospections rassemblées sont le plus exhaustives possibles. On peut en effet craindre que pour des taxons sur lesquels la bibliographie locale est limitée à quelques références uniquement, la totalité de la variabilité écologique de ces derniers ne soit pas couverte par ces trop rares références et incite à cibler les nouveaux inventaires sur une fraction limitée et parfois peu à pas représentative des conditions stationnelles les plus courantes.

Ainsi, à partir de l'étude phytosociologique détaillée d'une quinzaine de stations préalablement identifiées de *Cirsium carniolicum* subsp. *rufescens* de l'étage montagnard calcaire des vallées béarnaises, VILLAR & BENITO (in : RIVAS-MARTÍNEZ & al. 2001) proposent la création d'une nouvelle association, le *Cirsio rufescentis-Aconitetum pyrenaici* appartenant à l'alliance *Adenostylion alliariae* Br.-Bl. 1926. Une telle association est à rattacher aux mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin (code CORINE n° 37.8, code UE. N

6430). La prospection détaillée d'un taxon conduit ici à identifier et caractériser un habitat original.

3.3. Protocoles de dénombrement et de suivis des populations

Dans les sources bibliographiques, l'absence généralisée de données quantitatives sur le taxon décrit, a pu conduire à estimer ce dernier comme rare alors que des centaines ou des milliers de pieds sont bien présents et en bon état de conservation. Malgré une estimation uniquement par classes d'effectifs observés et en dépit, dans certains cas, de la difficulté pratique d'évaluation de ces derniers, les paramètres quantitatifs recueillis par le PNP autorisent a) une agrégation des données toutes populations confondues pour mieux cerner l'importance des effectifs d'un taxon intra-Parc et b) des comparaisons possibles dans le temps sous réserve que l'amplitude des classes d'effectifs soit compatible avec l'intensité des évolutions d'effectifs. Une approche combinant nombre de populations, distribution géographique et effectifs des populations – impossible à partir des seules sources bibliographiques – devient alors possible et pertinente pour mieux cerner le niveau réel de fragmentation de l'aire de répartition de chaque taxon intra-Parc.

Comme nous le soulignons en introduction, les travaux de ce type sont peu nombreux et la mise au point de protocoles ne peut donc s'appuyer sur un nombre très limité d'expériences extérieures. Actuellement, plusieurs modalités de dénombrement et de suivis sont testées sur le terrain pour 19 taxons comme *Aconitum variegatum* subsp. *pyrenaicum*, *Adonis pyrenaica*, *Cirsium carniolicum* subsp. *rufescens*, *Erodium manescavii*, *Gagea lutea* ou *Nothobartsia spicata*. Les principales difficultés rencontrées à ce stade sont les suivantes : choix des stations de suivis, matérialisation pérenne et précise des limites des zones d'inventaire, choix des paramètres à mesurer, nécessité d'une continuité dans les personnels chargés de la mise en œuvre de ces protocoles, lourdeur des suivis annuels très consommateurs de temps notamment.

Il apparaît cependant nécessaire d'envisager des protocoles adaptés à chaque taxon ou groupes de taxons, cette multiplication des types de protocoles constituant d'ailleurs une autre difficulté supplémentaire à leur mise en place et utilisation par les personnels de terrain.

3.4. Identification des menaces et propositions de gestion

Le recueil d'informations relatives aux menaces, d'origine anthropique ou naturelle, pesant ou susceptibles de peser sur chaque site repéré ainsi que diverses observations sur l'état sanitaire des individus, viennent compléter les données quantitatives ci-dessus. Comme précédemment, ce type de renseignements est généralement absent des sources bibliographiques consultées. Tant sur un plan quantitatif que qualitatif, il s'agit donc là d'apports originaux, n'imposant pas de saisie de données trop lourdes sur le terrain – facteur à ne pas négliger dans le cas de prospections de grande ampleur réalisées par une large gamme de personnels – et contribuant fortement à l'élaboration de diagnostics sur l'état de conservation des taxons.

Actuellement, on peut regrouper les diagnostics de menaces identifiées et possibles – actuelles et potentielles – comme suit :

- menaces liées à une évolution possible des milieux telles que fermeture du couvert, revégétalisation et stabilisation de milieux d'éboulis, ensablement (ex : *Iberis bernardiana* ou *Potamogeton praelongus*), en liaison ou non avec des pratiques humaines comme le pastoralisme ;

- menaces possibles mais non confirmées d'hybridation avec des taxons proches, pour *Aconitum variegatum* subsp. *pyrenaicum*, voire *Iberis bernardiana* par exemple ;

- menaces possibles mais non confirmées liées à des modifications climatiques générales et susceptibles d'affecter les taxons en limite d'aire ainsi que les stations en situation écologique marginale ;

- menaces ponctuelles liées à la situation particulière de telle ou telle station. Une partie de la population recensée de *Subularia aquatica* pourrait ainsi être victime de piétinements dus à une fréquentation touristique excessive des berges qu'elle occupe ;

- menaces liées à un très faible effectif d'une population donnée sur un site plutôt accessible. Tel est le cas d'une partie des populations d'*Aster pyrenaicus*, de *Subularia aquatica*, *Borderea pyrenaica* ou *Potamogeton praelongus*.

- absence de menaces d'origine anthropique liée à certains milieux peu hospitaliers et/ou inaccessibles. Tel est le cas de la quasi totalité des stations d'*Androsace cylindrica* subsp. *cylindrica*, *Androsace cylindrica* subsp. *hirtella*, *Androsace pyrenaica* ou de *Potamogeton praelongus*. Des cas particuliers ponctuels (voies d'escalade par exemple) pourront nécessiter une concertation et une sensibilisation auprès des usagers : de telles actions sont actuellement envisagées pour *Androsace pyrenaica* dans le cadre de la procédure Natura 2000.

Il convient cependant de noter qu'en l'absence de perspective temporelle sur les effectifs des populations identifiées, il n'est guère possible à ce jour d'évaluer le degré de fragilité de petits groupes d'individus d'un taxon quelconque : s'agit-il de phase de colonisation, d'effectifs stables depuis très longtemps, de phase de déclin ? En outre, nous ne disposons actuellement d'aucune donnée sur la dynamique des populations des taxons étudiés ni sur les niveaux d'échanges entre groupes d'individus d'une même espèce : petites populations isolées en milieu homogène, grande population fragmentée en milieu hétérogène avec ou sans connexion entre les groupes, méta-populations ?

On peut enfin signaler plusieurs limites à notre démarche actuelle. Le renseignement des fiches de prospection terrain a parfois mis en évidence la difficulté réelle à estimer l'effectif d'une population pour divers motifs : inaccessibilité de la majeure partie d'une station, cas fréquent en falaises pour les espèces chasmophytiques comme les *Androsaces* ; tendances variables à l'agrégation ou au contraire à la multiplication des fiches d'inventaires dans le cas de vastes surfaces occupées par un même taxon. On ne peut alors ignorer le facteur « observateur » dans le choix de regrouper ou non dans une même fiche – et donc une même entité géographique -

des portions de territoire comportant des groupes d'individus du taxon cible. Ce choix se traduit ensuite en termes de nombre et taille (effectifs, surface) des stations. Enfin, les cartes de répartition désormais disponibles reflètent à la fois la distribution réelle d'un taxon mais aussi les caractéristiques des prospections réalisées (dates de passage, intensité de prospection, niveaux de connaissances variables des observateurs,...). Toute analyse globale intra-Parc devra tenir compte de ce dernier point.

3.5. Autres travaux

Variabilité phénotypique et diversité génétique- Une approche génétique est actuellement conduite sur l'ensemble des populations connues de *Borderea pyrenaica* au sein du PNP, en collaboration avec l'Université de Saragosse. Cette démarche a pour objectifs de a) déterminer le taux de variabilité génétique (microsatellites) des populations de *B. pyrenaica*, la nature des allèles spécifiques, qui serviront de support scientifique aux stratégies de conservation du Parc National des Pyrénées pour cette endémique, b) déterminer les relations de parenté entre les populations étudiées, compte tenu des possibles voies de migration colonisatrice post-glaciaire de ce taxon et de sa situation actuelle et c) établir les relations de proximité génétique entre les possibles noyaux «sources» et «puits», géographiquement proches, afin de mettre en évidence via les marqueurs microsatellites les possibles événements de colonisation survenus récemment et leur application aux stratégies de conservation. Sont également en cours des travaux de caractérisation de la variabilité phénotypique de taxons comme *Erodium manescavi* ou *Geranium cinereum* subsp. *cinereum*.

Ecologie, biologie de la reproduction- Les travaux, réalisés ou en cours depuis 2000 sur l'espace Parc, et portant sur *Cirsium carniolicum*, *Gagea lutea* ou *Geranium cinereum* subsp. *cinereum* (VILLAR *et al.* 2001) permettent de préciser divers points de l'écologie et de la biologie de la reproduction de ces taxons, renforçant les bases scientifiques nécessaires à une véritable gestion conservatoire. La figure 4 illustre ainsi la relation largeur de feuille- diamètre de bulbe chez *Gagea lutea* : le Parc dispose désormais d'un indicateur indirect d'âge des individus en vue de suivis démographiques (CASTEL 2001).

4. Conclusion

Fin 2001, on peut considérer qu'ont été mis en place les moyens nécessaires à la conduite et à la poursuite du programme Flore du Parc : fonds documentaires, partenariats divers (CBP, IPE), base de données, protocoles de suivis à long terme, mobilisation des personnels Parc et de moyens humains supplémentaires pour mener à bien les inventaires et suivis de terrain. En outre, la démarche proposée initialement s'avère à la fois réaliste et pertinente, même si des difficultés sont apparues : pratiques, comme l'imprécision géographique des données anciennes ; ou méthodologiques, tels que les biais possibles de prospections suite à des références bibliographiques

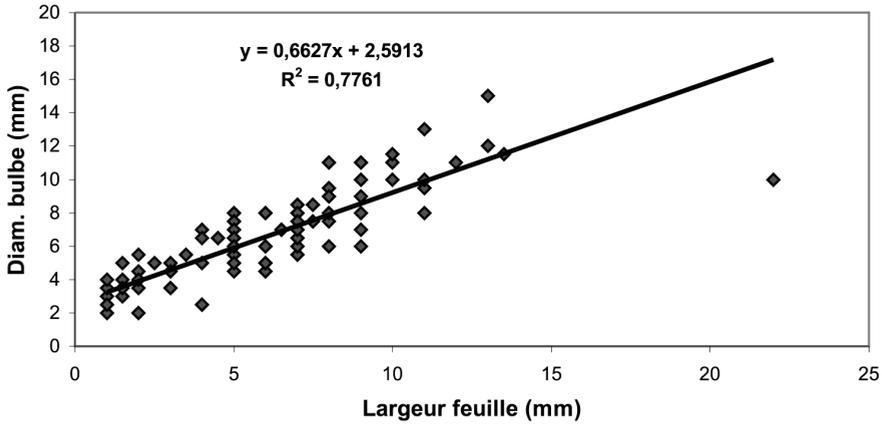


Figure 4. Relation entre largeur de feuille et diamètre de bulbe chez *Gagea lutea*.
Relation "leaf width-bulb diameter" for *Gagea lutea*.

peu représentatives de la diversité écologique des taxons. De nouveaux obstacles sont prévisibles, comme la difficulté de reconnaissance de certains taxons.

Plusieurs nouvelles étapes apparaissent nécessaires, en complément du travail réalisé à ce jour. Tout d'abord, il convient d'achever les prospections terrain entamées, notamment en matière de bryophytes, afin de pouvoir dresser un premier bilan de l'état des espèces étudiées sur la partie haut-pyrénéenne du Parc, y compris au niveau de la caractérisation écologique des espèces. Ensuite, il est indispensable de mettre en place, en fonction de l'état d'avancement des prospections, et au niveau de l'ensemble de l'espace Parc, des modalités de suivis des populations de manière à :

- améliorer la connaissance de base indispensable à la compréhension de la biologie des taxons et des populations (variabilité annuelle de certains indicateurs, fréquence de floraison, recrutement de nouveaux individus, mortalité, variabilité phénotypique et diversité génotypique, ...). Une attention particulière devra être portée à la structuration spatiale de la diversité génétique des populations et aux échanges géniques entre populations.

- disposer de séries de données continues dans le temps et fiables sur un certain nombre de populations permettant d'évaluer leur évolution à moyen terme. L'ensemble de ces données pourrait servir de matériau de base à la construction de modèles démographiques et permettre la mise en évidence de l'effet de facteurs tels que des modifications des modes d'utilisation de l'espace (pastoralisme) ou des changements climatiques par exemple.

En outre, il sera nécessaire d'établir une hiérarchisation au sein de la liste des taxons sur lesquels le Parc porte une attention particulière, à l'issue des phases d'inventaires, de cartographies et d'analyse des niveaux d'enjeux, sur des critères biologiques et non de statut réglementaire d'espèce. Le cas de *Androsace pyrenaica* est à ce titre assez parlant : tout en cumulant diverses appartenances à des listes réglementaires (Convention de Berne, Directive Habitats, protection nationale), ce taxon s'avère

abondant en nombre de populations et d'individus sur une zone géographique assez large – surtout si on raisonne à une échelle transfrontalière, écologiquement pertinente - et ne subit en outre pas de menace active susceptible de remettre en cause sa pérennité. Pour le Parc national, gestionnaire, ce taxon ne mérite pas un effort prioritaire de suivi en l'état actuel des connaissances. Il en va autrement pour *Potamogeton praelongus* ou *Subularia aquatica*, très localisées et dont certaines populations à très faible effectif pourraient disparaître. Le choix d'échelles d'appréciation de la situation de chaque taxon apparaît ici essentiel d'un point de vue biologique et les découpages administratifs divers (frontière internationale, limite de département, limite de secteur administratif PNP, limite de site Natura 2000) ne constituent pas un référentiel géographique pertinent : même les rares cas correspondant à la présence exclusive de populations d'un taxon au sein de l'espace Parc n'échappent pas à cette contrainte. Qu'il s'agisse de *Androsace pyrenaica* ou de *Borderea pyrenaica*, un diagnostic biologique pertinent doit impérativement inclure les populations des deux versants des Pyrénées ; de même, pour des taxons comme *Aconitum variegatum* ou *Erodium manescavi* dont l'essentiel des populations au sein de l'espace Parc sont situées en Béarn, un diagnostic limité aux populations haut-pyrénéennes n'est pas fondé.

Enfin, il conviendra de disposer des outils méthodologiques et techniques permettant d'identifier, par taxon, les populations prioritaires en terme de conservation. Cette hiérarchisation des populations parmi les taxons identifiés comme les plus menacés est en effet indispensable d'un point de vue strictement biologique (sauvegarder les populations sources en priorité par exemple dans le cas de systèmes sources-puits) mais aussi pour assurer une gestion optimale des moyens humains et matériels mis en œuvre sur le Parc.

Parmi les différentes pistes de travail évoquées ci-dessus, il convient de distinguer tout d'abord celles qui peuvent être mises en œuvre directement par le Parc avec ses moyens humains propres. Citons notamment les compléments de prospection sur divers taxons, la surveillance à long terme de l'évolution des populations par visite régulière des sites inventoriés à un pas de temps restant à définir, la poursuite de la mise en place de protocoles de suivis, la caractérisation de la variabilité phénotypique de certaines espèces ou l'identification des milieux et leur rattachement à la typologie Corine Biotope. D'autres actions, telles que certaines prospections de taxons d'identification délicate (bryophytes notamment), les études de biologie des populations, la mise au point de modèles démographiques ou les analyses génétiques, nécessiteront la collaboration et le partenariat avec des équipes techniques et scientifiques : CBP, IPE, INRA, diverses universités françaises et étrangères.

Seules ces bases de connaissance indiscutables permettront de concevoir de véritables plans de gestion conservatoire des taxons rares et menacés de l'espace Parc, ce qui n'exclut pas des interventions ponctuelles dans le cas de menaces urgentes et évidentes sur l'une de ces espèces. La mise en œuvre de cartographies d'habitats, parallèlement au plan d'action flore vasculaire du Parc, contribuera en outre non seulement à préciser l'écologie des taxons mais aussi à intégrer la gestion conservatoire des espèces dans les stratégies de gestion des habitats.

Références

- CASTEL, O. 2001 – *Biologie et écologie de Gagea lutea (L) Ker-Gawler en relation avec le pastoralisme : une première étude en vallée d'Aspe*. Mémoire DAA « Génie de l'environnement », PNP- ENSAR, 54 pp. + annexes.
- COLAS, B. 1997 – *Centaurea corymbosa : Chronique d'une extinction annoncée*. Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie, Université François Rabelais Tours.
- GARCIA, M.B. & R.J. ANTOR 1992 – Variabilidad fenotípica de un endemismo localizado en islas ecológicas : *Pinguicula longifolia subs longifolia* (Lentibulariaceae). *Pirineos* 139 : 97-104.
- HANSKI, I.A. & M.E. GILPIN 1997- *Metapopulation biology : Ecology, Genetics and Evolution*. Academic Press. 512 pp.
- HUMBERT, S. 1996 – *Recherches historiques sur la flore des Pyrénées*. Rapport de stage PNP – Université Paul Sabatier, Toulouse.
- LARGIER, G. 1994 – *Le patrimoine végétal, évaluation et gestion conservatoire : un enjeu pour les Pyrénées, la création d'un conservatoire botanique*. PNP, Document scientifique n° 29, 95 pp. + annexes.
- OLIVIER, L., J.P. GALLAND & H. MAURIN 1995 – *Livre rouge de la flore menacée de la France. Tome I : Espèces prioritaires*. MNHN SPN, Collection Patrimoine Naturel volume n° 20. 486 pp. Paris.
- PAVLIK, B.M. 1994 – Demographic monitoring and the recovery of endangered plants. In : BOWLES, M.L. & C.J. WHELAN, *Restoration of endangered species. Conceptual Issues, Planning and Implementation* : 322-350. Cambridge University Press.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS 2001 – Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 1-341.
- SCHEMSKE, D.W., B.C. HUSBAND, M.H. RUCKELSHAUS, C. GOODWILLIE, I.M. PARKER & J.G. BISHOP 1994 - Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology* 75(3): 584-606.
- SILVERTOWN, J. & D. CHARLESWORTH 2001 – *Introduction to Plant Population Biology*. Blackwell Science. 347 pp.
- VALADON, A. & F. FALLOUR 2001 – *Inventaire d'espèces rares et menacées de la flore du Parc National des Pyrénées (65)*. FEOGA Programme Pastel Objectif 5b, dossier n° 030462. Rapport final. 66 pp. + annexes.
- VILLAR, L. & J.L. BENITO ALONSO (A. VALADON, coord.) 2001– *Estudio de dos táxones endémicos, Geranium cinereum Cav. y Cirsium carniolicum Scop. subsp. rufescens (Ramond ex DC.) P. Fourn. en el Parc Nacional des Pyrénées (Francia). II Caracterización ecológica de Cirsium carniolicum subsp. rufescens (Compositae)*. Informe final contrato PNP-IPE n° 2000.21S, 22 pp. + annexes.
- VILLAR, L., J.A. SESÉ & J.V. FERRÁNDEZ 1997 – *Atlas de la Flora del Pirineo Aragonés*. CPNA-IEA. 648 pp. Zaragoza et Huesca.