

Trame verte et bleue

*Réflexion et essai méthodologique de
définition de listes d'espèces végétales
pour la cohérence nationale de la Trame
Verte et Bleue*

TRAME VERTE ET BLEUE

Réflexion et essai méthodologique de définition de listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la Trame Verte et Bleue

Rédaction : Julie CHAURAND

Appui traitement des données : Maëlle DECHERF

Appui et relecture des quatre Conservatoires Botaniques Nationaux (CBN) référents sur ce sujet : le CBN Bailleul (Rémi FRANCOIS), le CBN Bassin Parisien (Frédéric HENDOUX, Maëlle RAMBAUD et Nicolas ROBOUAM), le CBN Franche-Comté (François DEHONDT), et le CBN Massif Central (Vincent BOULLET).

Référence bibliographique à utiliser :

Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, 2011. *Trame verte et bleue - Réflexion et essai méthodologique de définition de listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la Trame Verte et Bleue*, 35 pages.

1^{ère} de couverture : *Carex cespitosa*, Yorick FERREZ – CBN de Franche-Comté.

TABLE DES MATIERES

A) Synthèse et analyse bibliographique : Flore et Continuités écologiques.....	3
I. Une bibliographie pauvre et des études « fragiles » et nuancées	3
II. Importance des continuités écologiques pour les espèces végétales : les bases scientifiques pour déterminer l'intérêt ou non des listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB	4
III. Traits d'histoire de vie des espèces végétales en lien avec leurs besoins en termes de connectivité : les bases pour la méthodologie d'élaboration des listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB	7
IV. Conclusion	9
Position de la FCBN	
B) Essai méthodologique et test pour la définition de listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la Trame Verte et Bleue	11
B.1) Approche méthodologique proposée	11
I. Filtre 1 : Quelles sont les espèces éligibles - candidates ?	12
II. Filtre 2 : Quelles sont les espèces à enjeux national, interrégional et transfrontalier ?	14
III. Classement des espèces par groupes représentatifs de la diversité des grands types de milieux	17
IV. Filtre 3 : Quelles sont les espèces pour lesquelles l'outil TVB a une importance ?	19
V. Cohérence avec la Stratégie de Création d'Aires Protégées (SCAP).....	20
VI. Vérification de la prise en compte des Plans Nationaux (et/ou Régionaux) d'Actions	21
VII. Lien entre les listes d'espèces pour la cohérence nationale de la TVB pour la flore et pour la faune.....	21
VIII. Régionalisation des listes d'espèces	22
B.2) Phase test de l'approche méthodologique sur un jeu d'espèces patrimoniales	23
Filtre 1 : Quelles sont les espèces éligibles - candidates ?	23
Filtre 2 : Quelles sont les espèces à enjeux national, interrégional et transfrontalier ?	23
Filtre 3 : Quelles sont les espèces pour lesquelles l'outil TVB a une importance ?	24
Vérification de la prise en compte des Plans Nationaux (et/ou Régionaux) d'Actions	28
B.3) Conclusion générale	29
BIBLIOGRAPHIE	30
ANNEXE 1. Liste des personnes contactées dans le cadre de cette étude	34
ANNEXE 2 : Prise en compte des espèces végétales dans les initiatives d'identification de réseaux écologiques	36

La Trame Verte et Bleue (TVB), mesure phare du Grenelle Environnement, vise la « préservation et la remise en bon état des continuités écologiques ».

Sa réalisation repose notamment sur les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) qui doivent être mis en place dans chaque région. La méthode d'élaboration est laissée libre par le niveau national mais ces schémas devront respecter cinq critères définis pour assurer une cohérence nationale¹ :

- un critère « zonages existants », stabilisé par le Comop TVB ;
- un critère « milieux aquatiques et humides de la TVB », stabilisé par le Comop TVB ;
- un critère « continuums d'importance nationale et d'enjeux transfrontaliers » ;
- **un critère « espèces »²**, ayant donné lieu à des listes d'espèces de faune régionalisées (mammifères, reptiles-amphibiens, oiseaux, insectes). La TVB doit leur permettre « d'assurer leur cycle de vie et une continuité écologique compatible avec les besoins d'échanges entre populations, de migrations de déplacements, dont ceux en réaction aux changements climatiques » (COMOP TVB, 2010) ;
- un critère « habitats » qui reste à préciser dans son contenu.

Ces critères doivent permettre d'assurer la prise en compte des enjeux TVB nationaux, inter-régionaux, voire transfrontaliers par les régions (en plus de leurs enjeux régionaux propres).

Par ailleurs, ces listes d'espèces pour la cohérence nationale de la TVB ne sont pas obligatoirement à utiliser dans le cadre de la construction des SRCE.

C'est sur le critère « espèces », pour la flore (**plantes vasculaires**), que se concentre cette étude.

Plusieurs attendus ont été formulés par le MEDDTL à la FCBN pour cette étude :

- **un état de l'art** afin de statuer sur la pertinence ou non de la production de listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB, en lien avec la méthodologie proposée pour la faune par le Muséum National d'Histoire Naturelle ;
- **la production d'une méthodologie** pour définir ces listes, si celles-ci sont pertinentes, en considérant des espèces :
 - a - pour lesquelles la cohérence de la TVB est importante ;
 - b - importantes pour la cohérence nationale de la TVB ;
- **la production de ces listes d'espèces**, même si elles ne sont pas exhaustives.

Le présent rapport expose le travail réalisé par la FCBN pour le MEDDTL et les résultats obtenus et proposés au Ministère.

¹ Ces critères ont vocation à figurer dans les futures orientations nationales, prévues par la loi portant engagement national pour l'environnement du 12 juillet 2010. Ces orientations, élaborées par le MEDDTL en association avec un Comité National Trames verte et bleue (à venir) ne seront définitives qu'après leur adoption par décret en Conseil d'Etat (à venir).

² Initialement les espèces du critère ont été désignées sous les termes « espèces déterminantes TVB ». Cette expression laissant croire que ces espèces étaient désignées pour identifier la trame régionale, elle a été remplacée par « espèce pour la cohérence nationale TVB », qui illustre précisément le concept que recouvre les espèces de ce critère.

A) SYNTHÈSE ET ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE : FLORE ET CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Cette synthèse vise à répondre à la question suivante : **l'entrée « espèces » pour la flore avec la construction de listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB est-elle pertinente ?** Seule l'entrée « espèce » est ici étudiée.

La bibliographie est axée sur les besoins en termes de connectivité des espèces. Le but est de mettre en avant le rôle que peut avoir la TVB en maintenant/restaurant/créant des continuités écologiques (notions à la fois de « corridors » et de « réseaux de sites ») et non faire état de la sensibilité des espèces à la fragmentation.

I. Une bibliographie pauvre et des études « fragiles » et nuancées

Le rôle des continuités écologiques³ pour les espèces a essentiellement été étudié pour la faune (cf. [Beier & Noss 1998](#)) : **peu d'études sur le rôle de ces continuités sur la flore** sont disponibles ([Kirchner *et al.* 2003](#), [Townsend & Levey 2005](#), [Haddad & Tewksbury 2006](#)). Par ailleurs, les travaux sur la flore et sur les interactions faune-flore sont assez **récents**, avec les premières études identifiées parues en 2002-2003⁴ ([Tewksbury *et al.* 2002](#), [Haddad *et al.* 2003](#), [Kirchner *et al.* 2003](#)).

Les études disponibles présentent de nombreuses limites et doivent être utilisées avec prudence :

- la plupart des études sont menées à des **échelles spatiales fines** (entre 10 cm² et 10m²) et sont ainsi difficilement extrapolables à l'échelle du paysage ([Damschen *et al.* 2006](#), [Haddad & Tewksbury 2006](#), [Degré 2007](#)). Les études à large échelle citées ci-après portent essentiellement sur un seul site expérimental (Savannah River Site, Caroline du Sud, échelle 50ha) de milieux ouverts dans une « matrice » forestière limitant ainsi l'exploitation des résultats à ces milieux ([Levey *et al.* 2005](#)).

Des études phylogénétiques et/ou de génétique des populations, en lien avec la notion de réseau de sites, ont été menées à large échelle ([Taberlet *et al.* 1998](#), [Brzosko *et al.* 2002](#), [Brzosko *et al.* 2009](#)) mais sont peu exploitables dans le cadre de cette étude qui vise, notamment, à identifier les caractéristiques intrinsèques (et communes) des espèces bénéficiant des continuités écologiques (cf. III) ;

- la majorité des travaux concernent des **pas de temps relativement courts** (avec des espèces à temps de génération courts) et ne sont **pas toujours répliqués**, alors que les réponses des communautés végétales peuvent s'exprimer sur des pas de

³ Le terme « continuités écologiques » sous-entend à la fois les notions de « corridors écologiques » (linéaires, « en pas japonais », de type paysager) et de « réseaux de sites ». En effet, au titre des dispositions des articles L. 371-1 et suivants du code de l'environnement, le terme « continuités écologiques » correspond à l'ensemble « réservoirs de biodiversité » – « corridors écologiques » et cours d'eau ([COMOP TVB 2010](#)).

⁴ [Kirchner *et al.* \(2003\)](#) précisent que leur article est le premier à révéler que les connexions entre habitats jouent un rôle important dans la dispersion des espèces végétales.

temps très longs et après plusieurs générations (Orrock & Damschen 2005, Haddad & Tewksbury 2006, Damschen *et al.* 2008, Degré 2007)⁵ ;

- bien que la majorité des études expérimentales ait pu démontrer le rôle positif des corridors sur des **espèces prises individuellement**, peu ont examiné le rôle des corridors à l'échelle des communautés d'espèces (cf. Damschen *et al.* 2006). Par ailleurs les résultats obtenus sur quelques espèces sont difficilement généralisables ;
- les études apparaissent parfois **contradictoires** dans leurs résultats (cf. infra) (Townsend & Levey 2005, Damschen *et al.* 2006, Brudvig *et al.* 2009) ;
- les **différents effets des corridors** (connectivité, changement de la taille et de la forme du patch, effet dit « *drift-fence* » des corridors qui sont directionnels) ne sont pas toujours « contrôlés » (Orrock *et al.* 2003, Orrock & Damschen 2005, Bruckmann *et al.* 2010). Les études menées sur le site expérimental de Caroline du Sud sont les seules à différencier clairement ces effets (Haddad & Tewksbury 2006).

Les auteurs des quelques publications identifiées sont souvent les mêmes, nuancant d'autant l'exploitation des résultats.

Enfin, si Damschen *et al.* (2006) concluent, au regard de leurs résultats sur la richesse spécifique des habitats, que les corridors sont des outils pratiques (et non intuitifs) pour la préservation de la biodiversité ; deux ans plus tard, Van Der Windt et Swart (2008) indiquent que le succès des continuités écologiques dans les politiques publiques actuelles repose davantage sur leur large acceptation sociale que sur la solidité des bases scientifiques. Ces auteurs soulignent le **caractère intuitif** du rôle des continuités écologiques sur les communautés d'espèces, ainsi que le risque de trop simplifier ces concepts complexes encore très mal connus. Cette notion de complexité se retrouve dans la plupart des publications pour lesquelles les résultats sont toujours nuancés, car mal expliqués (vocabulaire non affirmatif).

II. Importance des continuités écologiques pour les espèces végétales : les bases scientifiques pour déterminer l'intérêt ou non des listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB

Malgré les limites des études disponibles, l'importance des continuités écologiques pour la flore, avec un maillage fin de sites à travers un territoire, est relativement acceptée par la communauté scientifique.

a. Richesse spécifique, Démographie – Viabilité – Mouvement des espèces, Importance des liens faune-flore

Damschen *et al.* 2006 ont montré expérimentalement, au terme d'une étude portant sur près de 300 espèces végétales indigènes, que la connectivité induite par des corridors pourrait **augmenter de 20% la richesse spécifique** des communautés végétales (bien que les espèces répondent différemment aux corridors) et se **maintiendrait dans le temps** (même si les conditions environnementales changent).

⁵ Des études identifiant les grands axes de migration, à long terme, sont disponibles (Bournerias 1965, Taberlet *et al.* 1998) mais ne seront pas utilisées dans le cadre de cette étude qui vise à identifier les espèces susceptibles de bénéficier de ces axes et les raisons de cette sensibilité (et non les axes en eux-mêmes, cf. travail du SPN sur le critère « continuums nationaux et transfrontaliers »)

Des études ont montré, essentiellement pour des espèces ornithochores (*Ilex opaca* Aiton (Aquifoliaceae), *Ilex vomitoria* Aiton (Aquifoliaceae), *Myrica cerifera* L. (Myricaceae), *Rhus copallina* L. (Anacardiaceae)), l'importance fonctionnelle des corridors pour la flore sur des mécanismes locaux tels que les **mouvements d'espèces** pour des espèces avec des rôles fonctionnels et des traits d'histoire de vie variés (Tewksbury *et al.* 2002, Haddad *et al.* 2003, Haddad & Tewksbury 2006, Degré 2007).

Les corridors auraient un rôle positif en **favorisant la pollinisation et la dispersion des graines** d'espèces variées (cf. III.a.) (Tewksbury *et al.* 2002, Haddad *et al.* 2003, Le Cadre 2005, Degré 2007, Damschen *et al.* 2008) ce qui augmenterait le nombre de graines dans les parcelles connectées et ainsi la taille des populations (Tewksbury *et al.* 2002, Orrock 2005). Kirchner *et al.* (2003) ont pu mettre en évidence le rôle des corridors dans la dispersion des espèces floristiques avec l'exemple de *Ranunculus nodiflorus*, L. (Ranunculaceae) dans la forêt de Fontainebleau : la probabilité qu'une mare soit occupée par cette renoncule augmente significativement avec son degré de connexion avec d'autres mares occupées, via des chenaux naturels temporaires (Degré 2007). Les corridors seraient importants pour la persistance à l'échelle régionale de l'espèce en assurant notamment la dispersion des graines (Kirchner *et al.* (2003) précisent que leurs résultats issus des méthodes génétiques sont peu robustes), et permettraient de surmonter la stochasticité démographique de l'espèce en diminuant le risque d'extinctions locales.

La qualité et la quantité de pollen produit par les fleurs semblent plus élevées lorsque les réservoirs sont reliés (que lorsqu'ils ne le sont pas), car la connectivité favorise la densité, la diversité et le mouvement des pollinisateurs (Haddad 1999, Townsend & Levey 2005). Le Cadre (2005) a montré, pour *Aconitum napellus* subsp. *lusitanicum* Rouy (Ranunculaceae), que le transport du pollen diminue exponentiellement avec l'augmentation de la distance entre les réservoirs de biodiversité.

Bruckmann *et al.* (2010) proposent l'hypothèse que la perte de connectivité entre habitats peut conduire à de futures extinctions importantes d'espèces en plus des extinctions dues aux pertes d'habitats *per se* (Orrock 2005).

Toutefois, le rôle des corridors sur la démographie des plantes est complexe et les effets sur un stade biologique de l'espèce peuvent être modifiés ou annulés par les effets sur d'autres stades biologiques (Orrock & Damschen 2005). Des études ont ainsi montré qu'un même corridor pouvait d'une part, favoriser la pollinisation et la dispersion des graines et, d'autre part, **modifier la pression de prédation sur les graines** par la faune utilisant les corridors pour se déplacer (Tewksbury *et al.* 2002, Haddad & Tewksbury 2006, Orrock *et al.* 2003). Les corridors peuvent donc affecter différemment les banques de graines des espèces et ainsi **modifier la composition des communautés végétales** (et également des communautés et du comportement des granivores) (Orrock *et al.* 2003, Orrock & Damschen 2005). Ainsi les **effets cumulés** des corridors sur la taille des populations végétales restent à éclaircir (Tewksbury *et al.* 2002, Hudgens & Haddad 2003, Haddad & Tewksbury 2006, Degré 2007), notamment afin de clarifier les rôles respectifs de la dispersion et de la prédation des graines sur les changements démographiques des espèces (Orrock *et al.* 2006).

Aucune étude n'a encore démontré, à notre connaissance, un effet des corridors, positif ou négatif, sur la **persistance à long terme** d'une population (Haddad & Tewksbury 2006, Degré 2007).

b. Génétique des populations

De nombreuses études mettent en avant, ou émettent l'hypothèse, des besoins des populations d'espèces en termes de brassage génétique dans une logique de réseau écologique (com. pers. Rémi François, Brzosko *et al.* 2002, Brzosko *et al.* 2009).

La **différentiation génétique** entre deux populations dépend fortement de la façon dont elles sont connectées ou non (Kirchner *et al.* 2003, Le Cadre 2005, Degré 2007, Kostrakiewicz & Wroblewska 2007). Le Cadre (2005) montre que l'augmentation des flux de pollen d'*Aconitum napellus* subsp. *lusitanicum* Rouy (Ranunculaceae) en lien avec la présence de corridors risque d'entraîner une homogénéisation génétique des différentes populations (« dilution génétique ») « non souhaitable » : l'auteur propose donc d'écarter la création de zones relais pour la conservation de la diversité génétique de l'espèce.

Lorsque les perturbations sont rares, les continuités écologiques pourraient augmenter la fixation de « bons » allèles par rapport à de « mauvais » allèles et *vice versa* lorsque les perturbations sont fréquentes : les effets des corridors sur la génétique des populations pourraient induire l'adaptation ou l'extinction de certaines populations ou espèces (Orrock 2005). Différentes espèces d'une même communauté végétale présenteront des réponses génétiques variées en fonction de la **fréquence des perturbations, de leur taux de croissance, de leurs mouvements** (même si le taux de dispersion entre habitats nécessaire pour augmenter les flux de gènes peut être extrêmement faible Degré 2007) et **de la qualité des habitats** (Orrock 2005).

Tewksbury *et al.* (2002) et Orrock (2005) ont mis en évidence que les effets indirects des continuités écologiques sur les flux génétiques des populations végétales, compte tenu des importants mouvements de pollens et de graines, ont été très peu étudiés. Campagne *et al.* (2009) ont montré que les haies représentaient un obstacle aux flux de pollens de *Primula vulgaris* Huds. (Primulaceae) tandis que ceux-ci favorisaient la dispersion des graines : la connectivité génétique chez les plantes est difficile à appréhender, notamment lorsque les deux composantes des flux de gènes (pollens et graines) ne répondent pas de la même façon à la contiguïté d'habitat.

c. Espèces exotiques envahissantes versus espèces indigènes

Les études existantes, peu nombreuses, tendraient à démontrer que les corridors écologiques ne favorisent pas *a priori* la dispersion des espèces exotiques envahissantes (le nombre et la diversité de ces espèces restent inchangés et aucun effet halo n'est détecté pour celles-ci), notamment parce que ces dernières assurent leur dispersion sans les corridors. A l'inverse, les corridors **favoriseraient les nombreuses espèces indigènes avec des capacités de dispersion limitées** (Levey *et al.* 2005, Damschen *et al.* 2006, Brudvig *et al.* 2009). Toutefois, ce point demande à être largement approfondi (com. pers. Gerard Oostermeijer).

Par ailleurs, des études montrent que les corridors de milieux très anthropisés, liés notamment aux infrastructures linéaires de transport (routes, voies de chemin de fer, etc.), favorisent la dispersion des espèces exotiques envahissantes (Rentch *et al.* 2005, Von Der Lippe & Kowarik 2007, Hulme 2009).

De nombreuses études restent à mener afin d'évaluer la pertinence du rôle des corridors sur la flore, notamment des études sur le long terme, menées à l'échelle du paysage, suffisamment répliquées et contrôlées *in situ* et intégrant les effets à différents stades biologiques des espèces et les interactions complexes entre espèces (pollinisateurs, vecteurs de dispersion, prédateurs, etc.) (Orrock & Damschen 2005, Damschen 2006, Haddad & Tewksbury 2006, Degré 2007).

Cependant, malgré les incertitudes actuelles ainsi que les travaux qui restent à mener, **il semblerait que les continuités puissent avoir un rôle positif sur certaines espèces végétales** (et/ou sous-espèces végétales). Il convient donc d'étudier désormais les critères permettant d'identifier les espèces pour lesquelles les continuités ont le plus d'importance.

III. Traits d'histoire de vie des espèces végétales en lien avec leurs besoins en termes de connectivité : les bases pour la méthodologie d'élaboration des listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB

La question devient donc de déterminer comment identifier les espèces pour lesquelles l'outil TVB semble bien adapté et à quelle échelle. Une meilleure compréhension des traits d'histoire de vie des espèces végétales devrait permettre d'avancer significativement dans la réflexion (Damschen *et al.* 2008).

Toutefois, il est à noter que les données spécifiques aux espèces pour prédire la réponse de la communauté sont souvent manquantes et que les généralisations sur les traits d'histoire de vie des espèces ne sont pas aisées (Damschen *et al.* 2008), limitant ainsi la portée de l'étude.

a. Modes de dispersion des graines et du pollen

Les continuités écologiques seraient favorables à la dispersion des espèces **zoochores** avec un effet « halo » important pour les habitats non cibles proches du réservoir de biodiversité (Degré 2007, Damschen *et al.* 2008, Brudvig *et al.* 2009). Cependant, la dispersion des graines par la faune semblerait varier avec la forme des corridors (Degré 2007).

L'effet des continuités écologiques sur les espèces **anémochores** reste ambigu et les études contradictoires : Brudvig *et al.* (2009) proposent que celles-ci seraient affectées essentiellement par des changements de forme des zones reliées, tandis que Damschen *et al.* (2008) indiquent qu'elles répondraient essentiellement à la connectivité induite par les corridors. Par ailleurs, Machon *et al.* (2003) ont montré que la capacité de dispersion de *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall (Orchidaceae), espèce anémochore, pouvait être faible avec une dispersion essentiellement autour des pieds mère. Des données non publiées de Brzosko sur d'autres orchidées (*Cypripedium calceolus* L., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Goodyera repens* (L.) R.Br.) conforteraient les résultats précédents (Brzosko *et al.* 2009). La diversité génotypique d'une population serait favorisée par l'apparition de nouveaux individus issus de la banque de graines locale et la probabilité que de nouveaux gènes arrivent d'autres populations (effet dit « rescue ») serait alors très bas (Brzosko *et al.* 2009).

Les espèces « non-assistées » (**barochores et autochores**) bénéficieraient de la connectivité créée (Damschen *et al.* 2008), mais les mécanismes en sont mal expliqués, notamment concernant la dispersion à longue distance. Kolb et Diekmann (2005) indiquent

que les espèces avec des graines sans structure particulière de dispersion (barochores) seraient plus affectées par la fragmentation que les autres espèces.

Les espèces répondraient aux continuités écologiques selon des **dynamiques temporelles différentes** : les ornithochores réagiraient plus rapidement que les autres (Damschen *et al.* 2008). Des études doivent permettre de mieux comprendre ces mécanismes et notamment le risque potentiel des corridors de favoriser certaines espèces (comme par exemple les zoochores) plutôt que d'autres (Degré 2007).

Les données sur les **distances de dispersion des graines** sont rares et les seuls modèles existants ne concernent que quelques espèces avec des modes de dispersion particuliers (Vittoz & Engler 2007). Vittoz et Engler (2007) proposent une typologie permettant de classer les espèces en fonction de leurs distances de dispersion (entre 1 et 5000 m) au regard de leurs modes précis de dispersion (épizoochorie, dyszoochorie, etc.). Ce premier classement permet d'identifier les groupes **d'espèces avec des capacités de dispersion faibles**, c'est-à-dire celles qui sont particulièrement affectées par la fragmentation (Endels *et al.* 2006, François *et al.* 2006, Bruckmann *et al.* 2010).

Toutefois, il reste difficile de comprendre et ainsi de prédire les dispersions à longue distance (Levey *et al.* 2008). L'hétérogénéité des habitats aurait une forte influence sur la dispersion des graines par les animaux à longue distance : Levey *et al.* (2008) ont montré que les distances de dispersion sont généralement plus courtes dans les paysages hétérogènes (les animaux vecteurs disperseraient moins) que dans ceux qui sont homogènes.

Par ailleurs, les espèces combinent souvent différents modes de dispersion complexifiant d'autant plus les modélisations (Endels *et al.* 2006, François *et al.* 2006, Vittoz & Engler 2007)

Les **espèces entomopollinisées** seraient particulièrement sensibles à la présence de continuités écologiques, car très affectées par la fragmentation (Kolb & Diekmann 2005). Turcati (2008) indique que dans les parcs urbains et les grands jardins : « les espèces anémogames sont peu influencées par la fragmentation en moyenne, tandis que les autres modes de pollinisation semblent bénéficier de la fragmentation ».

b. Taille des graines

L'étude de Cramer *et al.* (2007) sur deux espèces forestières indique que celle avec des grosses graines est plus sensible à la fragmentation (Kolb & Diekmann 2005) que celle avec des petites graines, car cette dernière est dispersée par un plus grand nombre d'animaux. Les auteurs ajoutent que les espèces endémiques, qui ont certainement des vecteurs particuliers plus réduits, sont sensibles à la fragmentation quelle que soit la taille de leurs graines. Cette étude ne s'intéresse pas à proprement parler à l'effet des corridors, mais à l'effet de la fragmentation, nuanciant ainsi les interprétations qui peuvent être faites pour les continuités écologiques.

Orrock et Damschen (2005) ont montré que pour deux espèces étudiées, celle avec des grosses graines était négativement affectée par les corridors qui induisaient une augmentation de la prédation des graines, par rapport à celle avec des petites graines.

Ces études, contradictoires, portent sur peu d'espèces et ne permettent pas de tirer des conclusions.

c. Taille des individus

Les espèces de petite taille seraient plus affectées par la fragmentation des habitats que celles de grande taille (Kolb & Diekmann 2005). L'existence d'une seule étude (portant sur les effets de la fragmentation et non des continuités écologiques, cf. *supra*) ne permet pas de retenir ce trait de vie à ce stade.

d. Capacités et modes de reproduction

Les espèces à faible capacité de reproduction (faible potentiel de production des graines, durée courte du cycle de vie, niveau de persistance des graines faible) seraient plus affectées par la fragmentation que les autres (Endels *et al.* 2006, François *et al.* 2006, Kolb & Diekmann 2005).

L'effet des continuités écologiques sur les espèces à reproduction sexuée et asexuée n'est pas établi (Kolb & Diekmann 2005).

e. Dynamique des populations

Les corridors bénéficieraient, à court terme, aux espèces à **taux de croissance élevé**, tandis qu'à long terme ils favoriseraient les espèces à **taux de croissance faible**, mais aucune explication n'en est donnée (Hudgens & Haddad 2003).

Les espèces présentant de grandes variations dans leurs taux de croissance pourraient être négativement affectées par les continuités écologiques par synchronisation des dynamiques susceptibles d'induire des phénomènes d'extinctions simultanées (Hudgens & Haddad 2003).

Le rôle des corridors n'est pas seulement déterminé par la dispersion à travers les corridors et la matrice mais aussi par les **taux de mortalité dans les corridors et la matrice** (Hudgens & Haddad 2003, Haddad & Tewksbury 2006, Gomila *et al.* 2009). Le rôle des corridors serait de favoriser la migration pour les espèces dispersant peu dans la matrice, et d'augmenter la viabilité des populations pour les espèces dispersant dans matrice (en réduisant la mortalité relative aux déplacements dans la matrice).

f. Espèces « généralistes » versus « spécialistes » d'habitats

Les espèces végétales inféodées à des habitats particuliers (« **spécialistes** ») seraient **plus sensibles** à la présence de connectivité (perte évaluée entre 24-37% pour les espèces spécialistes si perte de connectivité pour leurs habitats) que les espèces plus « généralistes » (Kolb & Diekmann 2005, Haddad & Tewksbury 2006, Turcati 2008, Bruckmann *et al.* 2010).

IV. Conclusion

Les études scientifiques disponibles sur le rôle des continuités écologiques pour la flore sont peu abondantes et récentes : l'appui scientifique est donc encore fragile avec des résultats variables, dont certains sont plus ou moins intuitifs. Cependant, il semble pertinent de ne pas négliger les bénéfices potentiels des continuités sur la persistance des populations végétales (Degré 2007, Bruckmann *et al.* 2010).

Position de la FCBN

Au regard des éléments précités (cf. II.), il apparaît nécessaire **d'appuyer la définition d'une liste d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB.**

Le troisième chapitre expose cependant les **difficultés auxquelles faire face pour proposer une méthodologie** cohérente et reproductible. En effet, la littérature (avec l'ensemble des limites qu'elle sous-tend) présente des résultats hétérogènes, complexes, imprécis et parfois contradictoires sur lesquels les généralisations sur les traits d'histoire de vie des espèces sont difficiles. Or, la méthodologie nécessite des informations solides qui soient assez fines pour définir des critères de sélection satisfaisants. La méthodologie proposée sera donc incomplète : des premiers filtres d'ordre « quantitatif » peuvent être proposés mais les filtres suivants d'ordre « qualitatif » (permettant de répondre à la question de quelles sont les espèces pour lesquelles l'outil TVB a une importance) ne sont pas identifiables à ce jour et la sélection des espèces pour la cohérence nationale de la TVB serait donc à dire d'experts. Les espèces proposées devront bénéficier d'un suivi important et si possible de la mise en place d'une évaluation fine de l'effet des continuités écologiques sur la dynamique de leurs populations afin d'évaluer dans le temps leur pertinence et de disposer d'un dispositif d'alerte en cas de réponse négative aux continuités.

B) ESSAI METHODOLOGIQUE ET TEST POUR LA DEFINITION DE LISTES D'ESPECES VEGETALES POUR LA COHERENCE NATIONALE DE LA TRAME VERTE ET BLEUE

Au regard du travail bibliographique précédent, un essai méthodologique est proposé puis testé afin d'identifier les espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB.

B.1) Approche méthodologique proposée

La liste d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB doit s'efforcer de contenir **un éventail d'espèces** se complétant par leurs exigences, leur diversité et leur spécificité (François *et al.* 2006).

La liste est élaborée :

- à partir d'un croisement de plusieurs critères sélectifs : une série de filtres, présentés ci-après, sont appliqués afin de sélectionner les espèces ;
- à dire d'experts pour l'ajout de quelques espèces (notamment celles présumées sensibles au changement climatique et/ou dont les populations vivent en limite d'aire de répartition).

Les propositions méthodologiques qui suivent ont vocation à évoluer avec le développement des connaissances. Il est entendu que les listes d'espèces pouvant en découler seront non exhaustives et, en l'état, définies en large partie à dire d'experts.

Les espèces proposées devront bénéficier d'un suivi fort afin d'évaluer dans le temps leur pertinence et de disposer d'un dispositif d'alerte en cas de réponse négative aux continuités.

Compte tenu des données et des connaissances disponibles ainsi que des délais et moyens impartis à l'exercice, la démarche proposée identifie une **première phase, pragmatique**, qui vise à tester la méthode sur un jeu d'espèces patrimoniales (cf. B.2). Puis, sur la base des résultats (issus de la première phase) est prévue une seconde phase qui étend la méthode à l'ensemble des espèces floristiques. Cette dernière phase n'a pas pu être menée dans cette note du fait des données actuellement disponibles à l'échelle nationale.

La méthodologie développée doit pouvoir **se décliner à différentes échelles** : réflexion nationale adaptable régionalement ou plus localement (avec des critères sélectifs de plus en plus précis).

Comme le recommande le COMOP TVB (2010), les équipes régionales sont invitées à réfléchir à l'élaboration **d'une liste régionale** d'espèces végétales pour lesquelles l'outil TVB est pertinent (notamment en se basant sur les « listes rouges » régionales lorsqu'elles existent).

La méthodologie proposée est en cohérence avec celle définie par le MNHN pour sélectionner des espèces de vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens) et d'invertébrés (rhopalocères, odonates, orthoptères).

Pour mémoire, la méthodologie du MNHN pour la sélection des espèces comprend deux filtres :

- un premier filtre « quantitatif », ayant pour objectif de dégager pour chaque espèce, la responsabilité nationale des différentes régions (notion de 'bastion')

- un deuxième filtre « qualitatif », permettant de vérifier s'il est pertinent de retenir ou non les espèces ayant passé le premier filtre selon leurs besoins en matière de continuités écologiques et en prenant également en compte des aspects pragmatiques (facilité à détecter l'espèce, disponibilité des données, etc.).

Au final, la méthodologie de sélection de ces espèces repose ainsi sur l'identification de régions « sources » ou « bastion » d'espèces à l'échelle de la France afin de maintenir ces bastions pour assurer une éventuelle dispersion vers les autres régions et ainsi viser une pérennité de l'espèce à long terme au sein de son aire de répartition.

Ces premières propositions s'appuient notamment sur les échanges avec les représentants des quatre Conservatoires Botaniques Nationaux (CBN) référents sur ce sujet.

I. Filtre 1 : Quelles sont les espèces éligibles - candidates ?

Conditions d'éligibilité :

- **Sélection des taxons indigènes** : les taxons originaires d'une entité géographique française donnée ou les taxons apparus de façon spontanée dans un site d'une zone d'où ils étaient originaires (sans intervention intentionnelle ou accidentelle de l'Homme) (Pysek *et al.* 2004, Mitic *et al.* 2008). Magnanon *et al.* (2009) considèrent comme taxons indigènes « les taxons ayant colonisé le territoire considéré par des moyens naturels, ou bien à la faveur de facteurs anthropiques, mais dont la présence est dans tous les cas attestée avant 1500 ans après JC⁶. Les plantes archéonaturalisées (cf. définition ci-dessous) et celles dont l'aire d'indigénat est incertaine et qui étaient déjà largement répandues à la fin du XIX^e siècle sont, par défaut, considérées comme indigènes » (Geslin *et al.* 2008). Cette dernière définition sera reprise ici.
- **Exclusion des taxons exotiques naturalisés envahissants** : les taxons naturalisés, envahissants ou potentiellement envahissants, seront exclus. Il semble important de préciser sur quels concepts se base ce critère :
 - o les « **plantes exotiques** » regroupent les taxons dont la présence est liée à l'intervention intentionnelle ou accidentelle de l'Homme (introduction), ou qui sont apparus de façon spontanée dans un site d'une zone d'où ils n'étaient pas originaires (Pysek *et al.* 2004, Mitic *et al.* 2008) ;
 - o les « **plantes naturalisées** » correspondent aux plantes exotiques qui se sont installées durablement (populations pérennes) dans le temps et sur le territoire d'accueil, depuis au moins dix ans, sans intervention directe de l'Homme (ou malgré l'intervention humaine) (Pysek *et al.* 2004, Mitic *et al.* 2008). Par convention, les plantes naturalisées sont dites « *archéophytes* » si leur

⁶ L'an 1500 correspond approximativement à la date de la découverte de l'Amérique en 1492, c'est-à-dire à la colonisation européenne.

introduction est antérieure à l'an 1500, ou « *néophytes* » si leur introduction est postérieure à cette date (Pysek *et al.* 2004) ;

- une partie des plantes naturalisées (exotiques) sont dites « **envahissantes** » lorsqu'elles ont de fortes capacités de reproduction et de dispersion (sur de grandes distances, à partir de la plante mère) avec un potentiel de propagation élevé et une tendance marquée à former des populations denses ou monospécifiques. L'introduction et/ou la propagation de ces espèces menacent la biodiversité (aux niveaux des écosystèmes, des habitats et des espèces), et peuvent causer des perturbations sur la santé humaine et/ou sur l'économie (Pysek *et al.* 2004, Mitic *et al.* 2008) (cf. Figure1).

Ce point pourra s'appuyer, à terme, sur la liste des espèces exotiques envahissantes (avérées et émergentes en fonction de leur potentiel d'invasion) pour lesquelles la FCBN a, en partie, en charge la structuration du réseau de surveillance national.

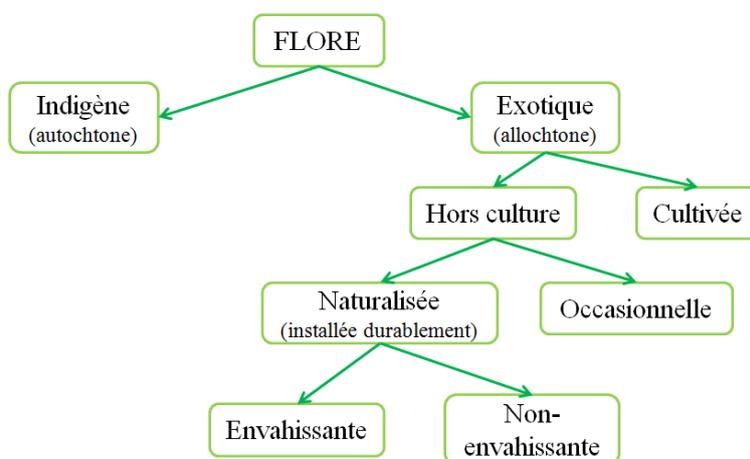


Figure 1 : Classification de la flore exotique (Julie Chaurand d'après Mitic *et al.* 2008).

- **Sélection des taxons inféodés à des habitats naturels et/ou semi-naturels.** Pour cela, il est proposé de s'appuyer sur les classes de végétation de France (Bardat *et al.* 2004) pour trier les taxons, en excluant ceux du groupe « Végétation anthropogène », représentées par les classes phytosociologiques suivantes : *Artemisietea vulgaris*, *Epilobietea angustifolii*, *Oryzetea sativae*, *Polygono arenastri-Poetea annuae*, *Sisymbrietea officinalis*, *Stellarietea mediae* et *Pegano harmalae-Salsoletea vermiculatae* (l'exclusion de cette dernière classe reste notamment à préciser). La question de la nature en ville n'est pas traitée dans cette étude et fait, dans le cadre de la TVB, l'objet de programmes spécifiques (ex : programme de recherche trame verte urbaine). Ce point ne présente pas d'enjeu national en termes de continuités écologiques, bien que certains de ces espaces puissent être des habitats refuges importants. Pour ces espèces, les stratégies de conservation sont différentes avec une conservation *ex situ* mieux adaptée que la conservation *in situ*.
- Exclusion des taxons dits « à éclipses » présentant des fluctuations liées à des facteurs biologiques (variation importante des effectifs apparents d'une année à l'autre). Certains taxons difficilement détectables pourront être exclus pour des raisons pragmatiques lorsque cela sera jugé nécessaire.

II. Filtre 2 : Quelles sont les espèces à enjeux national, interrégional et transfrontalier ?

L'approche « **bastion** » est privilégiée en se basant sur le **calcul d'abondance relative** proposé par le MNHN pour la méthodologie de définition des listes d'espèces faune :

$\frac{\% \text{ relatif de la population présente dans la région}}{100 * (\text{valeur régionale}) / (\text{valeur nationale})}$	\geq	$\frac{\% \text{ relatif de la superficie régionale}}{100 * (\text{surface régionale}) / (\text{surface nationale})}$
---	--------	---

Un coefficient de 2 est attribué aux espèces « non menacées » (NT, LC et DD), de telle sorte que seules les espèces dont le pourcentage relatif régional de la population est supérieur ou égal à deux fois le pourcentage relatif de la superficie régionale sont sélectionnées :

$\frac{\% \text{ relatif de la population (espèces NT, LC et DD) présente dans la région}}{100 * (\text{valeur régionale}) / (\text{valeur nationale})}$	\geq	$2 * (\% \text{ relatif de la superficie régionale})$
--	--------	---

Cette approche distingue les notions de :

- **a. bastion « géographique »** : le filtre s'applique sur la base des zones d'occupation⁷ (voire sur des zones d'occurrence à petite échelle) (UICN 2001) ou « taille aréale » des espèces. Le plus souvent, cela concernera les données de présence/absence de l'espèce sur le territoire selon une division administrative ou une grille d'observation donnée.
- **b. bastion « démographique »** : le filtre s'applique sur la base des effectifs de populations. Ce point se heurte à la pertinence du calcul des effectifs par dénombrement pour la flore (unités comptées, intégration des différents stades phénologiques et des banques de semences du sol, etc.) et au fait que peu de données sont disponibles.

Cette approche « bastion » serait à mener à différentes échelles en parallèle :

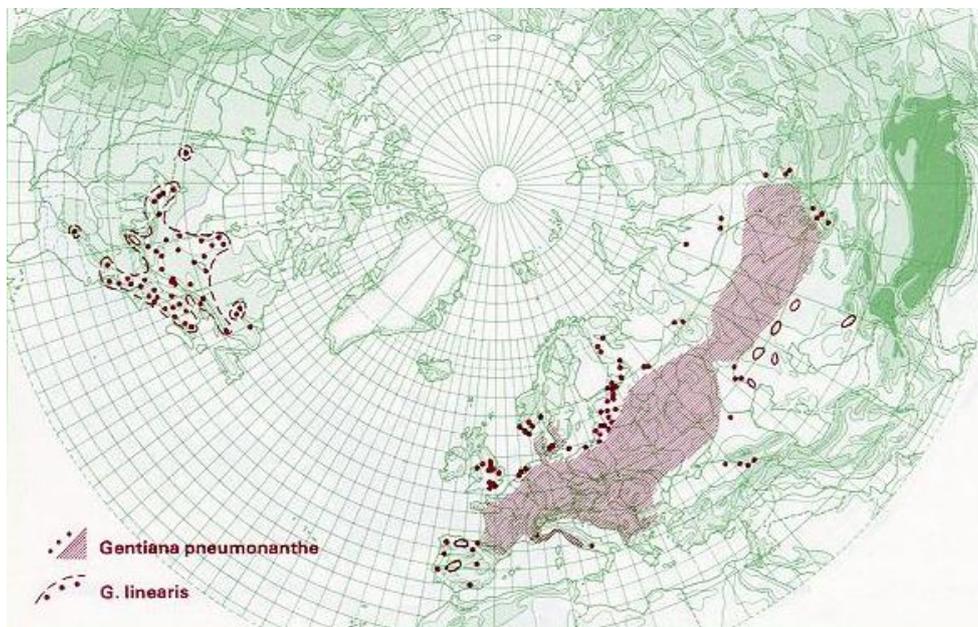
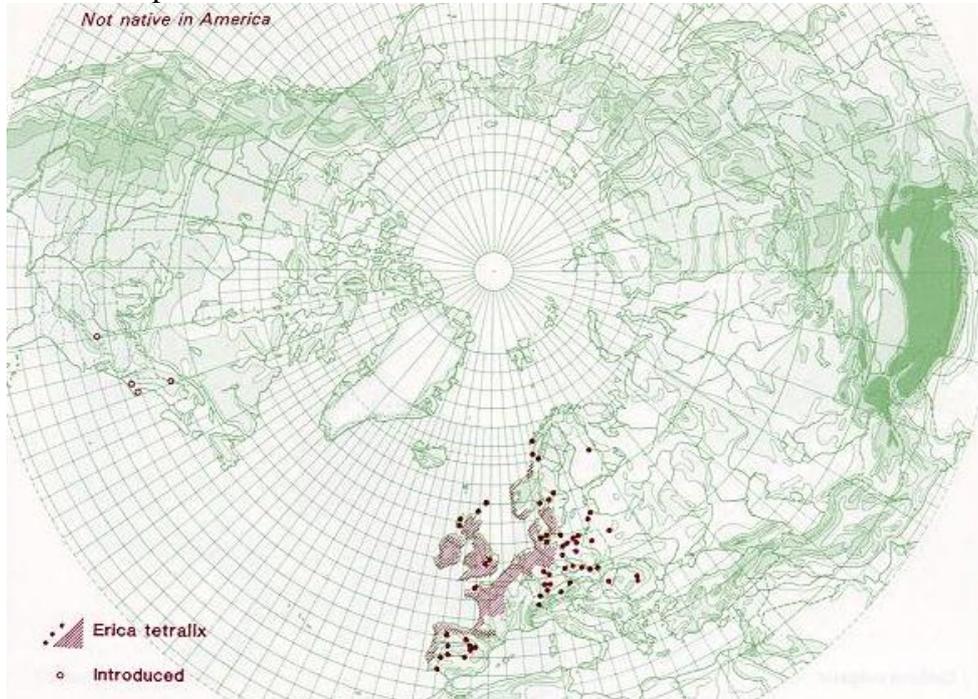
- 1) à l'échelle nationale (enjeu national) : ce point vise à identifier les zones d'occupation relatives majoritairement situées en France et/ou les effectifs de population majoritairement situés en France.
Les informations peuvent, par exemple, être mobilisées à partir des différents tomes de l'*Atlas Florae Europaeae*, des cartes de Hultén & Fries (1986), des cartes de l'*Atlas*

⁷« La zone d'occupation est la superficie occupée par un taxon au sein de la « zone d'occurrence », à l'exclusion des individus errants » (UICN 2001).

« La zone d'occurrence est définie comme la superficie limitée par la ligne imaginaire continue la plus courte possible pouvant renfermer tous les sites connus, déduits ou prévus de présence actuelle d'un taxon, à l'exclusion des individus erratiques » (UICN 2001).

Partiel de la Flore de France (Dupont 1990), et, pour les effectifs à partir des données utilisées pour les listes rouges mondiale et nationale.

Exemples avec les cartes d'occupation pour l'hémisphère nord d'*Erica tetralix* L. (Ericaceae) et de *Gentiana pneumonanthe* L. (Gentianaceae) (<http://linnaeus.nrm.se/flora>) qui seraient *a priori* sélectionnées par ce filtre :



- 2) à l'échelle biogéographique (prise en compte des enjeux nationaux, interrégionaux et transfrontaliers), au niveau :
 - o des 4 domaines biogéographiques français (alpin, atlantique, continental, méditerranéen). Le calcul est effectué à l'intérieur des limites administratives françaises.

Le découpage entre les domaines n'est pas parfait et un travail important est à mener en ce sens. Toutefois, le découpage proposé par l'Agence Européenne de l'Environnement pourra servir de base à cet exercice.

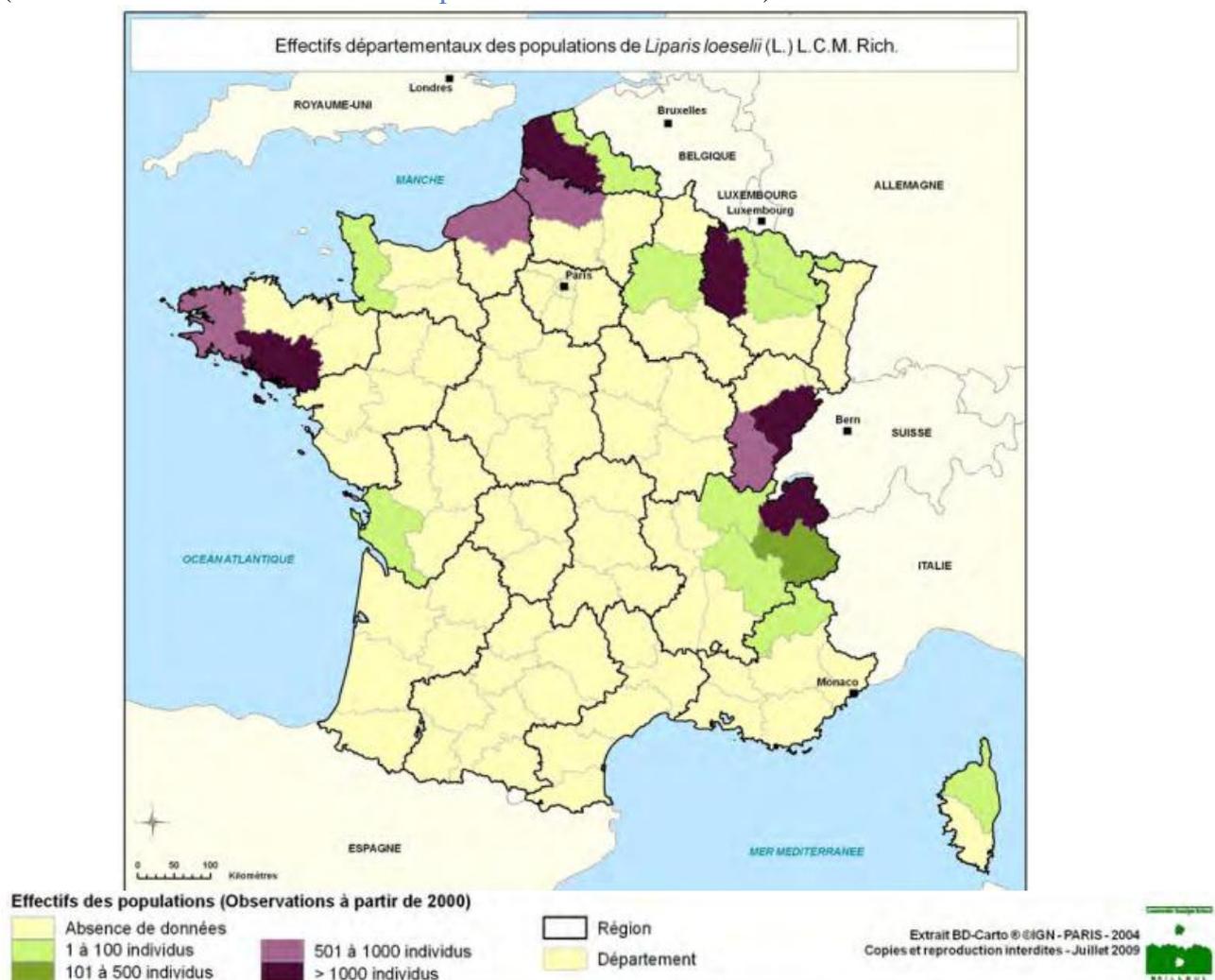
Les mailles « incertaines » seront comptabilisées dans chacun des différents domaines concernés.

- *des massifs* (Alpes, Jura, Massif Central, Pyrénées, Vosges).

Le décret n° 2004-69 du 16 janvier 2004 donne une définition réglementaire (délimitations précises administratives) des différents massifs sur laquelle peut s'appuyer ce point.

D'autres découpages (par bassins versants, sylvoécotégions actuellement à l'étude par l'IFN, hydroécotégions, etc.) pertinents pour certains jeux d'espèces particuliers pourront être examinés et mis à contribution dans un second temps si cela apparaît nécessaire.

Exemple du *Liparis loeselii* (L.) Rich. (Orchidaceae) pour le bastion « démographique » (carte issue du PNA en faveur du *Liparis de Loesel* 2010-2014) :



Les espèces pré-sélectionnées aux échelles nationale et biogéographique sont mises en parallèle (avec élimination des doublons).

Les listes pourront être **régionalisées** dans un second temps (cf. VIII.), puisqu'elles ont vocation à être utilisées dans le cadre des SRCE.

III. Classement des espèces par groupes représentatifs de la diversité des grands types de milieux

Il est important que les espèces sélectionnées soient représentatives de la diversité des habitats et des paysages du territoire national.

C'est pourquoi il est proposé que les espèces soient classées par groupes dans les différents grands types de milieux complémentaires suivants (issus de la confrontation entre les classes d'habitats retenues dans la SCAP et celles retenues par le MNHN pour les listes d'espèces faunistiques pour la cohérence nationale de la TVB), en fonction des classes de végétation de la France (Bardat *et al.* 2004) :

1. Milieux forestiers-boisés :

Végétation de fourrés et manteaux arbustifs : *Crataego monogynae-Prunetea spinosae*, *Cytisetea scopario-striati*.

Boisements palustres, chionophiles ou ripuaires : *Alnetea glutinosae*, *Betulo carpaticae-Alnetea viridis*, *Nerio oleandri-Tamaricetea africanae*, *Salicetea purpureae*.

Végétation forestière climacique eurosibérienne et méditerranéenne : *Erico carneae – Pinetea sylvestris*, *Pino sylvestris-Juniperetea sabiniae*, *Quercetea ilicis*, *Querco roboris-Fagetea sylvaticae*, *Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis*.

2. Milieux ouverts humides (prairies humides, marais, tourbières, etc.)

Végétation pionnière éphémère amphibie des rivières, sources et marais : *Bidentetea tripartitae*, *Isoeto durieui-Juncetea bufonii*. Ce point reste à préciser dans le détail en restreignant l'analyse aux habitats non anthropiques.

Végétation lacustre, fontinale et palustre amphibie des rivières, sources et marais : *Oxycocco palustris-Shagnetetea magellanici*, *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae*.

Végétation des lisières et des mégaphorbiaies : *Filipendulo ulmariae-Convolvuletea sepium*, *Galio aparines-Urticetea dioicae*, *Mulgedio alpini-Aconitetea variegati*.

Végétation vivace des pelouses et prés maigres (végétation pastorale) : *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori*.

Végétation vivace des prairies (végétation pastorale) : *Agrostietea stoloniferae*, *Arrhenatheretea elatioris*.

Végétation de landes et de garrigues : *Calluno vulgaris-Ulicetea minoris*.

3. Milieux ouverts xériques (dunes, maquis, pelouses calcaires, etc.)

Végétation des lisières et des mégaphorbiaies : *Agropyretea pungentis*, *Cardaminetea hirsutae*, *Melampyro pratensis-Holcetea mollis*, *Mulgedio alpini-Aconitetea variegati*, *Trifolio medii-Geranietea sanguinei*.

Végétation circumarctique et eurosibérienne supraforestière cryophile des sols géliturbés : *Caricetea curvulae*, *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*, *Festuco-Seslerietae caeruleae*, *Loiseleurio procumbentis-Vaccinietae microphylli*.

Végétation des pelouses therophytiques (végétation pastorale) : *Helianthemetea guttati*, *Stipo capensis-Trachynietea distachyae*.

Végétation vivace des pelouses et prés maigres (végétation pastorale) : *Koelerio glaucae-Festuco valesiaca-Brometea erecti*, *Corynephoretea canescentis*, *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, *Nardetea strictae*, *Sedo albi-Scleranthetea biennis* (ce point reste à préciser dans le détail en excluant les syntaxons pouvant être liés aux activités humaines), *Violetea calaminiariae*.

Végétation de landes et de garrigues : *Calluno vulgaris-Ulicetea minoris*, *Carici caryophyllae-Genistetea lobeli*, *Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis*, *Rosmarinetea officinalis*.

4. Milieux aquatiques non marins (étangs, rivières, etc.)

Végétation des eaux douces : *Charetea fragilis*, *Lemnetea minoris*, *Potametea pectinati*.

Végétation lacustre, fontinale et palustre amphibie des rivières, sources et marais : *Glycerio fluitantis-Nasturtietea officinalis*, *Littorelletea uniflorae*, *Montio fontanae-Cardaminetea amarae*, *Phragmiti australis-Magnocaricetea elatae*, *Utricularietea intermedio-minoris*.

5. Habitats littoraux et halophytiques

Végétation des eaux marines et saumâtres : *Halodulo wrightii-Thalassietea testudinum*, *Posidonietea*, *Ruppiaetea maritima*, *Zosteretea marinae*.

Végétation des dunes littorales : *Cakiletea maritima*, *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*, *Honckenyo peploidis-Elymtea arenarii*.

Végétation des vases et rochers littoraux : *Asteretea tripolii*, *Crithmo maritimi-Staticetea*, *Juncetea maritimi*, *Saginetea maritima*, *Salicornietea fruticosae*, *Spartinetea glabrae*, *Thero-Suaedetea splendentis*.

Exclusion des classes de végétation suivantes pour lesquelles l'outil TVB ne semble pas approprié :

Végétation chasmophytique : *Adiantetea capilli-veneris*, *Asplenietea trichomanis*, *Parietarietea judaicae*.

Végétation chasmocomophytique, épihytique et glarécicole : *Anogrammo leptophyllae-Polypodieta cambrici*, *Thlaspietea rotundifolii*.

Végétation anthropogène (cf. ci-dessus). L'exclusion de la classe *Pegano harmalae-Salsoletea vermiculatae* est à préciser.

Végétation circumarctique et eurosibérienne supraforestière cryophile des sols géliturbés : *Salicetea herbaceae*.

Ce classement doit permettre d'écarter les espèces capables d'utiliser des habitats relativement divers, et qui semblent être moins sensibles à la présence de connectivité (cf. synthèse bibliographique). **Les espèces présentant des exigences écologiques fines (dites « sténoèces ») sont privilégiées.**

Le classement proposé n'est pas définitif et peut être encore modifié, notamment concernant l'exclusion de certains syntaxons non pertinents dans le cadre d'une démarche TVB.

IV. Filtre 3 : Quelles sont les espèces pour lesquelles l'outil TVB a une importance ?

La demande du Ministère est double (cf. contexte). Les hypothèses suivantes sont posées :

- les espèces pour lesquelles la TVB a une importance et qui sont sélectionnées pour leurs besoins en termes de continuités écologiques (a) sont également importantes pour la TVB (b), par réciprocité ;
- le second volet (b) sera complété lors des échanges sur les aspects de suivi et d'évaluation des SRCE concernant la qualité des éléments constitutifs de la TVB.

Plusieurs approches peuvent être pertinentes :

- **a.** Les espèces pour lesquelles les réservoirs de biodiversité et/ou les corridors sont importants compte-tenu de leur biologie - écologie et/ou des menaces/pressions pesant sur elles. La réflexion est centrée sur **l'importance de la fonctionnalité des continuités écologiques** (réseaux de sites et corridors) pour les espèces.

Le projet « Réseaux de sites – réseau d'acteurs » considère que la capacité d'une espèce à coloniser un site et à y établir une population viable est la résultante de trois processus écologiques principaux (et des traits de vie associés) qui sont : la capacité de dispersion, la persistance et la capacité de reproduction (Endels *et al.* 2006, François *et al.* 2006).

Les bases de données sur les traits de vie des espèces végétales sont en cours d'élaboration et ne sont pas homogènes (et ainsi difficilement exploitables) à l'échelle nationale : les données ne concernent pas l'ensemble du territoire, les traits de vie considérés ne sont pas toujours homogènes entre les bases, l'information peut être bibliographique ou issue de données de terrain, etc.

Organisation actuelle et projetée des données sur les traits de vie des espèces végétales :

Les traits biologiques des espèces végétales correspondent aux caractéristiques morphologiques, anatomiques, physiologiques, biochimiques et phénologiques des plantes et de leurs organes.

Les bases de données sur les traits biologiques des espèces végétales s'organisent à différentes échelles, par exemple : la base « TRY » au niveau mondial, « LEDA » pour le Nord-Ouest de l'Europe, « BASECO » pour la région méditerranéenne ou encore « ISYFLOR » dans le Nord-Pas de Calais.

Des projets sont en cours en France pour structurer et mettre en cohérence les différentes bases de données régionales et plus locales existantes (« BASECO », « PLANTRAITS », « GALIUM » pour le bassin parisien, « e-FLORA-sys » pour des espèces prairiales du Nord-Ouest de l'Europe de l'Ouest, « ISYFLOR », etc.). Pour cela et afin de veiller au respect de la propriété intellectuelle (et des conditions d'accès différentes), un portail d'accès devrait permettre de rediriger les acteurs vers les différentes bases (cf. organisation « GBIF »). L'homogénéisation des bases n'est pas recherchée en tant que telle mais un travail de mise en

correspondances des termes utilisés pour décrire les traits des espèces (élaboration d'un vocabulaire contrôlé et d'une ontologie de domaine) devrait permettre de faire le lien entre les différentes bases.

Par ailleurs, la synthèse bibliographique appuie et met en évidence le manque d'éléments pour définir des critères de sélection satisfaisants (pas de généralisation sur les traits de vie des espèces) afin de déterminer de la pertinence ou non de l'outil TVB pour les différents taxons étudiés. Le **dire d'experts** pour chaque taxon pré-sélectionné doit donc être privilégié, en gardant à l'esprit que les choix seront par construction critiquables (et également chronophages).

La première phase « test » sur un jeu d'espèces patrimoniales (cf. C) vise notamment à objectiver ce filtre afin de définir des critères de sélection et/ou d'exclusion permettant d'organiser le dire d'experts.

Les espèces proposées devront bénéficier d'un suivi fort afin d'évaluer dans le temps leur pertinence et de disposer d'un dispositif d'alerte en cas de réponse non anticipée défavorable (impactant négativement l'espèce ou d'autres espèces ou des communautés végétales).

- **b.** Les espèces végétales liées à des espèces animales, en lien avec les listes d'espèces faunistiques pour la cohérence nationale de la TVB déjà établies par le MNHN et l'OPIE ;

Il semble préférable que le lien flore-faune soit pensé dans un second temps afin que les listes flore et les listes faune puissent se compléter (cf. VII.).

- **c.** Les espèces « structurantes » des réservoirs de biodiversité et/ou des corridors et qui sont en lien avec la définition des habitats pour la cohérence nationale de la TVB.

Le lien avec les habitats pour la cohérence nationale de la TVB est exclu à ce stade, puisque la réflexion sur les habitats est encore en cours. Ces aspects de bioindication pourront être rediscutés prochainement dans le cadre du suivi et de l'évaluation des trames ainsi qu'au fur et à mesure de l'avancement des réflexions sur les habitats. Des listes complémentaires d'espèces pour la cohérence nationale de la TVB pourront alors être définies.

Soulignons cependant que cette position est particulièrement regrettable au regard du lien étroit entre les espèces végétales et les habitats naturels, ainsi que des outils actuellement développés en ce sens (par exemple, le CBN Bassin Parisien teste une méthode visant à sélectionner des groupes d'espèces associés à des syntaxons particuliers permettant notamment de pallier l'absence de cartographie nationale des habitats à partir des connaissances floristiques actuelles).

V. Cohérence avec la Stratégie de Création d'Aires Protégées (SCAP)

Les politiques SCAP et TVB sont complémentaires et la seconde implique la première. Toutefois, les logiques de conservation, bien qu'inter-dépendantes, peuvent être distinguées de la sorte :

- pour les taxons sélectionnés pour la SCAP : la conservation du taxon est assurée par le maintien individuellement de la qualité des sites favorables existants : le taxon est dépendant de la fonctionnalité du réservoir de biodiversité (comme par exemple

Centaurea corymbosa Pourr. (Asteraceae), endémique de la région de Narbonne inféodée aux falaises karstiques du massif de la Clape) ;

- pour les taxons pour la cohérence nationale de la TVB : la conservation du taxon est assurée de façon privilégiée par le maintien/restauration/création d'un réseau de sites favorables et des connexions entre ces sites : le taxon est dépendant de la fonctionnalité du réseau de réservoirs de biodiversité.

Seuls les taxons correspondants au second point (lorsque l'information est disponible et la distinction possible) sont à sélectionner.

VI. Vérification de la prise en compte des Plans Nationaux (et/ou Régionaux) d'Actions

Afin de veiller à la cohérence entre les différentes politiques publiques et suite à certains retours des CSRPN sur les listes d'espèces faunistiques pour la cohérence nationale de la TVB, il est proposé que les différents Plans Nationaux (et/ou Régionaux) d'Actions soient obligatoirement pris en compte dans cette démarche et étudiés un à un (même si le filtre 2 par « bastion » les exclue) afin de déterminer de la pertinence de l'outil TVB pour leur conservation.

VII. Lien entre les listes d'espèces pour la cohérence nationale de la TVB pour la flore et pour la faune

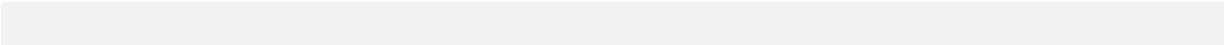
L'entomofaune est étroitement liée à la flore, et inversement (plantes hôtes, espèces entomogames restrictives, etc.). Toutefois, afin d'éviter toute redondance dans les listes d'espèces « pour la cohérence nationale de la TVB », les listes flore et entomofaune ne s'auto-complètent pas directement mais **ces liens seront identifiés clairement dans les notices des listes** flore et entomofaune (respectivement). Par exemple, la sélection de *Maculinea alcon rebeli* comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB n'implique pas automatiquement la sélection de sa plante hôte *Gentiana cruciata* (bien qu'il soit important de préserver l'espèce végétale pour la conservation de l'espèce animale⁸).

La flore est également liée à d'autres espèces animales, notamment pour sa dispersion (différentes formes de zoochorie : mammalochorie, ornithochorie, etc.). Bien que les connaissances en la matière restent lacunaires (combinaison des modes de dispersion, stochasticité élevée, etc.), les liens connus seront identifiés dans les notices de listes flore et faune respectivement.

⁸ Il peut être intéressant que des partenariats soient parfois pensés entre les différentes structures impliquées notamment dans des PNA (et/ou des PRA) afin que ceux-ci soient plus cohérents comme par exemple le plan *Maculinea* (OPIE) avec les différents plans sur les Gentianacées (CBN).

VIII. Régionalisation des listes d'espèces

Une redistribution des espèces définies pour la cohérence nationale de la TVB **par région administrative** est proposée, en fonction de la présence des espèces dans les régions respectives.



B.2) Phase test de l'approche méthodologique sur un jeu d'espèces patrimoniales

Filtre 1 : Quelles sont les espèces éligibles - candidates ?

Les contraintes de temps et de disponibilité des données impliquent, dans un premier temps, de ne pouvoir utiliser que des jeux de données existants rassemblés et validés sur d'autres dossiers. L'approche méthodologique est donc « testée » premièrement sur des taxons d'intérêt patrimonial, à savoir ceux :

- de l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF) ;
- des Livres Rouges Tomes 1 (actualisé par les CBN en 2009) et 2 (en cours de finalisation) en cours de cotation UICN, dont les endémiques ;
- bénéficiant ou ayant bénéficié d'un plan national d'action.

Ce test sous-tend des biais importants, notamment parce que ces taxons ont pour beaucoup des répartitions réduites (les rendant peu intéressants pour la cohérence nationale) et parce que la majeure partie de la flore dite « ordinaire » n'est pas traitée.

Il est proposé que seules les **données considérées « récentes »** (postérieures à 1989, période de référence retenue par l'UICN pour les Listes rouges, [Vié et al. 2009](#)) soient retenues afin d'éviter de proposer des taxons disparus.

Ainsi, sur les 1038 taxons du Livre Rouge Tomes 1 et 2, seuls **975 taxons sont pré-sélectionnés** à partir des données de communes de présence (63 taxons pour lesquels l'ensemble des données sont antérieures à 1990 ont été exclus).

Filtre 2 : Quelles sont les espèces à enjeux national, interrégional et transfrontalier ?

Seule l'approche par bastion « géographique » pour les quatre domaines biogéographiques est testée. Le calcul est effectué à partir des données de communes de présence⁹ et du découpage des domaines biogéographiques de l'Agence Européenne pour l'Environnement (certaines communes correspondant à plusieurs domaines biogéographiques sont comptabilisées plusieurs fois).

$\% \text{ relatif de la population présente dans le domaine biogéographique} = 100 * (\text{nombre de communes de présence du taxon dans le domaine biogéographique français}) / (\text{nombre de communes de présence du taxon en France})$	\geq	$\% \text{ relatif de la superficie du domaine biogéographique} = 100 * (\text{surface du domaine biogéographique en France}) / (\text{surface nationale})$
---	--------	---

⁹ L'utilisation de l'Atlas partiel de la flore de France (Dupont 1990) est écartée : les cartes ne sont pas disponibles en version électronique et les données ne sont pas organisées dans des bases ne permettant pas son traitement dans les délais impartis.

Les filtres par bastion « géographique » pour l'échelle nationale et par bastion « démographique » ont dû être écartés par manque de données ou absence d'organisation des données dans des bases.

Par ailleurs, les taxons dont la présence n'est connue que sur une seule Région administrative sont exclus : bien que certains taxons tels que ceux endémiques puissent présenter des enjeux nationaux voire mondiaux en termes de conservation (par exemple *Euphorbia corsica* L. (Euphorbiaceae), *Soldanella villosa* Darracq (Primulaceae)), ceux-ci seront à prendre en compte dans les listes régionales et non pour la cohérence nationale¹⁰.

Ainsi, sur les 975 taxons précédents, seuls **450 taxons sont pré-sélectionnés** à partir des données de commune de présence (525 taxons pour lesquels l'ensemble des données ne correspondent qu'à une seule Région ont été exclus).

Le filtre par bastion « géographique » pour les quatre domaines biogéographiques sélectionne :

- 64 taxons pour le domaine atlantique ;
- 115 taxons pour le domaine continental ;
- 187 taxons pour le domaine alpin ;
- 259 taxons pour le domaine méditerranéen.

Après discussion, notamment avec le MNHN-SPN, il est apparu que le calcul présenté ci-dessus (bastion « géographique » pour les quatre domaines biogéographiques) n'était peut-être pas le plus intéressant et qu'il aurait été plus discriminant de considérer la proportion des régions (*a priori* les Régions administratives) par rapport au(x) domaine(s) biogéographique(s) qui les concerne(nt)¹¹. Toutefois, il ne semble pas que cela aurait modifié les conclusions issues de ce test, telles que présentées ci-dessous.

Filtre 3 : Quelles sont les espèces pour lesquelles l'outil TVB a une importance ?

Le **dire d'experts** pour chaque taxon pré-sélectionné est privilégié.

Cela sous-tend une organisation de ces réflexions afin de les cadrer et de les comparer.

Par ailleurs, les quatre CBN référents ne couvrent pas l'ensemble des domaines biogéographiques, et ne peuvent pas prétendre (ou rarement) avoir une vision nationale sur les différents taxons pré-sélectionnés. Or, les délais impartis à l'exercice ne permettent pas la mise en place d'un groupe d'experts au niveau national.

L'objectif de ce « test » n'est donc pas de chercher à produire une première liste nationale d'espèces pour la cohérence nationale de la TVB mais plutôt d'« **aller au bout** » de la

¹⁰ Par ailleurs, le dispositif de suivi et l'évaluation de la TVB doit permettre de veiller à la cohérence avec les autres politiques publiques environnementales.

¹¹ $100 * (\text{nombre de communes de présence du taxon dans la région}) / (\text{nombre de communes de présence du taxon dans le domaine biogéographique}) \geq 100 * (\text{surface de la région}) / (\text{surface du domaine biogéographique en France})$

méthodologie possible à proposer, au regard notamment des connaissances actuelles pour en tester la pertinence.

Pour cela, **chaque CBN référent « teste » le filtre sur les taxons pré-sélectionnés sur son territoire d'agrément afin de chercher à objectiver le filtre et ainsi organiser le dire d'experts** : l'approche est donc interrégionale voire transfrontalière, et, pour la plupart non-nationale.

Des critères de sélection et d'exclusion des espèces ont été utilisés en s'appuyant sur les travaux de l'OPIE (pour la définition des listes d'espèces pour la cohérence nationale de la TVB entomofaune), et en reprenant certains points du filtre 1 ou du III. de la méthodologie initiale qui n'ont pas pu être traités à partir des bases de données utilisées. Ces différents critères ont été proposés et complétés au fur et à mesure pour éclaircir la sélection ou non des espèces.

Ainsi :

- **exclusion des espèces :**

- dites "généralistes" (sélection des espèces avec des exigences fines en termes d'habitat, cf. III de la méthodologie initiale) ;
- inféodées à des habitats non naturels ou semi-naturels (cf. filtre 1 de la méthodologie initiale) ;
- fortement sujettes à dispersion. Deux notions se distinguent :
 - celle de la distance de dispersion au-delà de laquelle l'approche TVB a un sens réduit. Toutefois, compte tenu des connaissances actuelles en la matière (combinaison des modes et des vitesses de dispersion, données hétérogènes, etc.), la capacité de dispersion à longue distance est difficile à quantifier (com. pers. Gerard Oostermeijer), et il semble difficile de définir un seuil (maximal et/ou minimal). Les travaux de Vittoz & Engler (2007) peuvent servir de base aux réflexions qui suivront sur le sujet (cf. Figure 2) : le CBN Alpin a débuté un travail de classification des espèces (en fonction de leurs capacités de dispersion) sur la base de ces travaux et qui devrait être disponible d'ici fin 2011 ;

Type	Dispersal distances [m]		Corresponding dispersal modes
	50%	99%	
1	0.1	1	Blastochory (autochory) Boleochory (anemochory) for species < 30 cm Ombrochory (hydrochory)
2	1	5	Ballochory (autochory) Cystometeorochoy (anemochory) Chamaeochory (anemochory) for fruits in grassland Boleochory (anemochory) for species > 30 cm
3	2	15	Pterometeorochoy (anemochory) for herbs Myrmecochoy (zoochory) Cystometeorochoy (anemochory) ferns, Orchidaceae, Pyrolaceae, Orobanchaceae in forest Trichometeorochoy (anemochory) in forest or little efficient plumes Epizoochory (zoochory) for small mammals
4	40	150	Chamaeochory (anemochory) for seeds on snow or dry inflorescence Pterometeorochoy (anemochory) for trees Dyszoochory (zoochory) for seeds not stocked and dispersed by small animals
5	10	500	Trichometeorochoy (anemochory) in openland with efficient plumes Cystometeorochoy (anemochory) ferns, Orchidaceae, Pyrolaceae, Orobanchaceae in openland
6	400	1500	Dyszoochory (zoochory) for seeds stocked by large animals Endozoochory (zoochory) for seeds eaten by birds and large vertebrates Epizoochory (zoochory) by large mammals
7	500	5000	Agochory (anthropochory)

Figure 2 : Estimation des distances de dispersion pour différents modes de dispersion (Vittoz & Engler 2007).

- celle de la multiplicité des facteurs de dispersion. Ici encore, le manque de connaissances sur les modes de dispersion et sur leurs combinaisons ne permet pas de déterminer de la capacité de dispersion d'une espèce ;
 - avec une « logique de conservation SCAP » (cf. V.). Les données objectives, pour justifier de la nécessité d'une continuité écologique pour le maintien des espèces, manquent ici encore ;
 - en isolat d'aire de répartition (comme des espèces montagnardes en isolat d'aire en plaine : *Vaccinium oxycoccos* L. (Ericaceae) en Picardie, *Festuca altissima* All. (Poaceae) en Bourgogne), afin de respecter le principe de précaution en cas de perte de particularisme génétique.
- **sélection des espèces :**
- dont l'aire est fortement fragmentée du fait d'actions anthropiques et qui pourrait être à l'origine de problèmes actuels pour l'espèce (dépressions de consanguinité, effet Allee¹², etc.) ;
 - organisées en métapopulations ;
 - avec des distributions en forme de "goulot d'étranglement" pour lesquelles l'aspect corridor est important à définir. L'information est très peu disponible pour alimenter ce point ;
 - dont les besoins en termes de brassage génétique sont importants. Ici encore, les informations sont largement lacunaires.

¹² L'effet Allee correspond à un processus de déclin en cercle vicieux (jusqu'à l'extinction) d'une population et/ou d'une espèce à partir d'un nombre trop faible d'individus matures.

Conclusions du « test » sur les données des Livres Rouges Tomes 1 et 2 et des espèces de l'annexe II de la DHFF :

Ce « test » n'a pas permis d'objectiver le filtre 3. Quelques espèces peuvent être proposées ponctuellement (comme par exemple *Carex cespitosa* L. (Cyperaceae)¹³ en Franche-Comté), mais de façon générale, les espèces testées ne sont pas les plus pertinentes (stations rares, populations petites et/ou très éloignées, etc.) et peu d'espèces sont ressorties comme ayant un sens à une échelle interrégionale et/ou transfrontalière. De plus, des éléments continuent à manquer (modes de dispersion, type de relation entre les populations d'espèces, études génétiques, etc.), ne permettant pas de proposer une liste d'espèces susceptibles d'être pour la cohérence nationale de la TVB.

Nous ne sommes pas en mesure à ce stade (ou tout du moins nous avons beaucoup de mal à le faire) d'identifier concrètement, de façon reproductible et sur la base de données objectives, les taxons pour lesquels les continuités écologiques sont importantes.

Ce « test » permet toutefois de mieux appréhender les besoins pour réaliser un tel exercice :

- développement des travaux de recherche afin de produire-développer les connaissances qui manquent, concernant :
 - o le potentiel – les distances de dispersion des espèces (modes de dispersion, traits influençant la dispersion tels que la taille de la plante, etc.) ;
 - o la persistance – modalités d'établissement des espèces ;
 - o l'organisation en métapopulations (recherches sur les structures génétiques des populations) ;
 - o les distributions passées et actuelles afin d'anticiper les besoins en termes de connectivité (ce qui rejoint le critère de cohérence des continuums nationaux) ;
 - o les modélisations permettant de simuler les réponses des populations d'espèces au maintien/restauration/création de continuités écologiques ;
 - o etc.
- mise en œuvre de bases de données mobilisables sur les traits de vie des espèces végétales. Cela pourra notamment permettre d'avoir une réflexion par groupes fonctionnels (représentativité des différents modes de dispersion, etc.).

Les éléments de réflexion et de méthodologie présentés ci-dessus pourront également alimenter les approches régionales et/ou plus locales

¹³ *Carex cespitosa* L. est une espèce hydrochore, disséminée notamment le long de la haute vallée du Doubs et de quelques-uns de ses affluents. Celle-ci est menacée par la fragmentation de ses habitats (remblaiement de zones humides, changement d'origine anthropique d'alimentation en eau de la nappe, etc.) pouvant entraîner un appauvrissement génétique (à confirmer), des dépressions de consanguinité (à confirmer), ou encore une réduction de la floraison et donc de l'efficacité de la reproduction. Sa conservation passe ainsi par le maintien d'une continuité le long du cours d'eau et de certains de ses affluents (com. pers. Eric Brugel).

Vérification de la prise en compte des Plans Nationaux (et/ou Régionaux) d'Actions

Six plans nationaux d'actions pour la flore métropolitaine et un plan national d'actions en faveur des plantes messicoles sont (re)lancés.

Compte tenu de l'avancée de ces premiers, seuls les plans sur la Buglosse crépue (*Anchusa crispa*), sur le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*), sur le Flûteau nageant (*Luronium natans*) et sur la Saxifrage œil de bouc (*Saxifraga hirculus*) sont actuellement exploitables :

- ***Anchusa crispa* Viv. (Boraginaceae)** : l'espèce est une endémique corso-sarde, à aire de distribution très restreinte. Celle-ci est auto-compatible et auto-féconde (traits démontrés pour la Corse) et ses populations sont fortement consanguines. Les modes de colonisation à longue et moyenne distance ne sont pas connus. L'objectif du PNA est « le rétablissement de l'ensemble des stations d'*Anchusa crispa* de l'île » : la conservation de l'espèce repose davantage sur une logique « SCAP » (maîtrise du foncier, préservation des stations actuelles, introduction/renforcement de populations, etc.) que « TVB » (au niveau de la connexion entre les stations). Cette espèce n'est **pas sélectionnée** pour la cohérence nationale de la TVB.

- ***Liparis loeselii* (L.) Rich. (Orchidaceae)** : la fiche action du PNA n°16 « identifier et gérer des sites susceptibles d'accueillir le Liparis de Loesel en créant des corridors autour des populations actuelles » met en avant l'importance des corridors biologiques pour permettre la dispersion des graines de Liparis et donc l'extension des populations. Toutefois, l'écologie-biologie de l'espèce semble être compliquée (com. pers. Yves Piquot) et les populations ne semblent pas souffrir de dépression de consanguinité ou d'effet Allee (espèce autogame avec des capacités de dispersion pouvant être élevées, com. pers. Gerard Oostermeijer). La pertinence des corridors semblerait avoir du sens à l'échelle des sous-populations (« du point de vue de la structure génétique des populations, les études de l'université Lille1 montraient une structuration écologique des populations, et non une structuration géographique », com. pers. Frédéric Hendoux) : *Liparis loeselii* subsp. *ovata* Riddesdell ex Godfery serait pertinente pour le littoral Manche/Mer du Nord, voire pour la Bretagne, avec un fonctionnement des populations par colonisation/extinction par le biais de la dynamique dunaire. La colonisation fonctionnerait en « pas japonais » par anémochorie (semences très fines et un vent omniprésent dans les dunes. Par ailleurs, La sous-espèce type de milieux tourbeux ne semble pas être pertinente dans ce cadre avec des populations fonctionnant de façon relativement autonomes. Par exemple, la gestion des sites de présence de l'espèce (conservation *in situ*) en Franche-Comté (site Natura 2000 Drugeon) assure le maintien et l'extension du taxon. Par ailleurs, une étude génétique réalisée par l'Université de Neuchâtel a mis en évidence que le concept de corridor n'était pas adapté pour *Liparis loeselii* type.

Le taxon *Liparis loeselii* subsp. *ovata* **est sélectionné** pour la cohérence nationale de la TVB.

- ***Luronium natans* (L.) Raf. (Alismataceae)** : parmi les préconisations de conservation *in situ* du taxon est décrite la « mise en place *ex nihilo* de populations relais » visant la « recréation de la connectivité entre les sites occupés et les sites identifiés comme pouvant accueillir l'espèce » (afin d'étendre son aire de distribution). Par ailleurs, l'établissement des populations des canaux serait favorisé par la présence, dans le même bassin versant, de réservoirs stables de l'espèce. Toutefois mis à part quelques données sur la flottabilité des graines/propagules, les modes de dispersion des graines/propagules sont encore peu connus, ainsi que leurs étendues

géographiques et leurs durées de vie pendant ces processus dispersifs. Cette espèce **pourrait donc être sélectionnée** pour la cohérence nationale de la TVB, mais cela reste encore à affiner.

- *Saxifraga hirculus* L. (Saxifragaceae) : la fiche action 9 « maintenir des continuités écologiques » vise à « maintenir l'habitat potentiel dans un état optimal ». Toutefois, aucun besoin en termes de connectivité n'est relevé dans le PNA et la stratégie de conservation semble plutôt être relative au maintien de la qualité et de la taille de l'habitat d'espèce. Par ailleurs, la capacité de dispersion de *Saxifraga hirculus* est très réduite (barochore, reproduction asexuée par stolons) et les individus sont très isolés (notamment parce que l'implantation sur de nouveaux sites est limitée). Les concepts de continuités écologiques sont ici difficilement applicables. Cette espèce n'est ainsi **pas sélectionnée** pour la cohérence nationale de la TVB.

Concernant les plantes messicoles, celles-ci, à l'analyse, ne semblent *a priori* pas adaptées à cet exercice (des fonctionnements plus ou moins autonomes des populations, une homogénéité génétique *a priori* importante à large échelle en rapport avec le mode de dispersion anthropique d'un nombre important de ces espèces, etc.) et semblent plus pertinentes pour une approche « habitat » et/ou dans le cadre du suivi-évaluation de la TVB (reflet de la qualité de la trame « agricole »). Ainsi, il ne semble pas opportun de les considérer ici, bien que cela doive être réétudié avec l'avancée des connaissances sur le sujet.

Conclusions du « test » sur les taxons présentant un PNA :

Si deux taxons pourraient être sélectionnés pour la cohérence nationale de la TVB (*Liparis loeselii* subsp. *ovata* et *Luronium natans*), cela ne semble pas judicieux de proposer une liste si courte (de par son caractère « anecdotique »).

B.3) Conclusion générale

Ce travail a permis d'approfondir la réflexion méthodologique sur la définition des listes d'espèces végétales pour la cohérence nationale de la TVB en mettant en avant que l'entrée « espèce » aurait du sens pour ce critère de cohérence. Toutefois, les lacunes actuelles dans la connaissance mises en évidence par ce travail (notamment concernant les espèces non patrimoniales) ne permettent pas, à ce stade, de proposer une méthodologie complète et reproductible permettant d'identifier les espèces végétales pour lesquelles les continuités écologiques sont importantes : **aucune liste d'espèces végétales ne semble envisageable pour la première génération des orientations nationales.**

Des suivis flore seraient à mettre en place (avec la mise en place des SRCE) afin de développer les connaissances, d'être capable d'analyser les informations au niveau national et ainsi d'être en mesure de faire mieux pour la seconde génération des orientations nationales.

BIBLIOGRAPHIE

- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Gehu J.M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.C., Royer J.M., Roux G., Touffet J.** (2004). « Prodrôme des végétations de France », Coll. Patrimoines naturels, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 172 p.
- Beier P., Noss R.F.** (1998). "Do habitat corridors provide connectivity?", *Conservation Biology*, 12 : 1241-1252.
- Bournerias M.** (1965). « *Isopyrum thalictroides* en Forêt de Hez (Oise) », *Cahiers des Naturalistes, Bulletin des Naturalistes parisiens*, 21 : 21-22.
- Bruckmann S.V., Krauss J., Steffan-Dewenter I.** (2010). "Butterfly and plant specialists suffer from reduced connectivity in fragmented landscapes", *Journal of Applied Ecology*, 47 : 799-809.
- Brudvig L.A., Damschen E.I., Tewksbury J.J., Haddad N.M., Levey D.J.** (2009). "Landscape connectivity promotes plant biodiversity spillover into non-target habitats", *PNAS*, 106 (23) : 9328-9332.
- Brzosko E., Wroblewska A., Ratkiewicz M.** (2002). "Spatial genetic structure and clonal diversity of island populations of lady's slipper (*Cypripedium calceolus*) from the Biebrza National Park (northeast Poland)", *Molecular Ecology*, 11 : 2499-2509.
- Brzosko E., Wroblewska A., Ratkiewicz M., Till-Bottraud I., Nicole F., Baranowska U.** (2009). "Genetic diversity of *Cypripedium calceolus* at the edge and in the centre of its range in Europe", *Ann. Bot. Fennici*, 46 : 201-214.
- Campagne P., Baumel A., Affre L., Juin M., Duong N., Roche P., Tatoni T.** (2009). "Genetic signs of connectivity in *Primula vulgaris* (Primulaceae) in a hedgerow network landscape", *Comptes Rendus Biologies*, 332 : 652-661.
- COMOP TVB**, coordination de la rédaction par le Cemagref et le MEEDDM (2010). « Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique. Second document en appui à la mise en œuvre de la trame verte et bleue en France », 127 p.
- Cramer J.M., Mesquita R.C.G., Williamson G.B.** (2007). "Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees", *Biological Conservation*, 137 : 415-423.
- Damschen E.I., Brudvig L.A., Haddad N.M., Levey D.J., Orrock J.L., Tewksbury J.J.** (2008). "The movement ecology and dynamics of plant communities in fragmented landscapes", *PNAS*, 105 (49) : 19078-19083
- Damschen E.I., Haddad N.M., Orrock J.L., Tewksbury J.J., Levey D.J.** (2006). "Corridors increase plant species richness at large scales", *Science*, 313 : 1284-1286.
- Degré D.** (mai 2007). "Synthèse bibliographique des études scientifiques sur les corridors écologiques", Université de Rennes 1, 38 p.
- Dupont P.** (1990). « Atlas partiel de la flore de France », Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 442 p.

- Endels P., Loinard J., Chabrierie O., Decocq G. (mars 2006).** « Synthèse bibliographique sur les réseaux écologiques. Analyse du réservoir régional d'espèces, détermination des groupes fonctionnels et des espèces focales », Université de Picardie Jules Verne, Rapport, 169 p.
- Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux (mars 2010).** « La flore vasculaire dans la Trame verte et bleue en France – Note de problématique générale », Annexe du document-cadre Trame verte et bleue, 6 p.
- François R., Lemaire T., Grossiord F. (2006).** « Réseaux de sites et Réseau d'acteurs », Conservatoire des sites naturels de Picardie, Rapport, 331 p.
- Geslin J., Magnanon S., Lacroix P. (2008).** « La question de l'indigénat des plantes de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Définitions et critères à prendre en compte pour l'attribution d'un "statut d'indigénat" », Document Technique Conservatoire Botanique National de Brest, 16 p.
- Gomila H., Peyre O., Durand G., Cosson E., Kapfer G., Lauriol E. (mai 2009).** « Diagnostic des continuités écologiques –Élaboration d'une méthode de diagnostic à l'échelle d'un territoire de SCoT – Étude de cas pour les communes de la Dracénie et du Cœur du Var », Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rapport, 95 p.
- Haddad N.M. (1999).** “Corridor use predicted from behavior at habitat boundaries”, *The American Naturalist*, 153 (2) : 215-227.
- Haddad N.M., Bowne D.R., Cunningham A., Danielson B.J., Levey D.J., Sargent A., Spira T. (2003).** “Corridor use by diverse taxa”, *Ecology*, 84 (3) : 609-615.
- Haddad N.M., Tewksbury J.J. (2006).** “Impacts of corridors on populations and communities”, *Connectivity Conservation* eds. Kevin R. Crooks and M. Sanjayan, Cambridge University Press, pp. 390-415.
- Hudgens B.R., Haddad N.M. (2003).** “Predicting which species will benefit from corridors in fragmented landscapes from population growth models”, *The American naturalist*, 161 : 808-820.
- Hulme P.E. (2009).** “Trade, transport and trouble : managing invasive species pathways in an era of globalization”, *Journal of Applied Ecology*, 46 : 10-18.
- Kirchner F., Ferdy J-B., Andalo C., Colas B., Moret J. (2003).** “Role of corridors in plant dispersal : an example with the endangered *Ranunculus nodiflorus*”, *Conservation Biology*, 17 : 401-410.
- Kolb A., Diekmann M. (2005).** “Effects of life-history traits on responses of plant species to forest fragmentation”, *Conservation Biology*, 19 (3) : 929-938.
- Kostrakiewicz K., Wroblewska A. (2007).** “Low genetic variation in subpopulations of an endangered clonal plant *Iris sibirica* in southern Poland”, *Ann. Bot. Fennici*, 45 : 186-194.
- Le Cadre S. (juillet 2005).** « Effets allée chez les plantes. Le cas d'*Aconitum napellus* L. subsp. *Lusitanicum* Rouy, une renonculacée rare et protégée dans la Bassin parisien », thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 352 p.
- Levey D.J., Bolker B.M., Tewksbury J.J., Sargent S., Haddad N.M. (2005).** “Effects of landscape corridors on seed dispersal by birds”, *Science*, 309 : 146-148.

- Levey D.J., Tewksbury J.J., Bolker B.M.** (2008). "Modelling long-distance seed dispersal in heterogeneous landscapes", *Journal of Ecology*, 96 : 599-608.
- Machon N., Bardin P., Mazer S.J., Moret J., Godelle B., Austerlitz F.** (2003). "Relationship between genetic structure and seed and pollen dispersal in the endangered orchid *Spiranthes spiralis*", *New Phytology*, 157 : 677-687.
- Magnanon S. et coll.** (2009). « Méthodes et critères de révision des listes de plantes protégées en France : état des lieux et propositions », Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, Paris, 52p.
- Mitic B., Borsic I., Dujmovic I., Bogdanovic S., Milovic M., Cigic P., Resetnik I., Nikolic T.** (2008). "Alien flora of Croatia: proposals for standards in terminology, criteria and related data-base", *Nat. Croat.*, 17 (2) : 73-90.
- Orrock J.L.** (2005). "Conservation corridors affect the fixation of novel alleles", *Conservation Genetics*, 6 : 623-630
- Orrock J.L., Damschen E.I.** (2005). "Corridors cause differential seed predation", *Ecological Applications*, 15 (3) : 793-798.
- Orrock J.L., Danielson B.J., Burns M.J., Levey D.J.** (2003). "Spatial ecology of predator-prey interactions: corridors and patch shape influence seed predation", *Ecology*, 84 : 2589-2599.
- Orrock J.L., Levey D.J., Danielson B.J., Damschen E.I.** (2006). "Seed predation, not seed dispersal, explains the landscape-level abundance of an early-successional plant", *Journal of Ecology*, 94 : 838-845.
- Pysek P., Richardson D.M., Rejmanek M., Webster G.L., Williamson M., Kirschner J.** (2004). "Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists", *Taxon*, 53 (1) : 131-143.
- Rentch J.S., Fortney R.H., Stephenson S.L., Adams H.S., Grafton W.N., Anderson J.T.** (2005). "Vegetation-site relationships of roadside plant communities in West Virginia, USA", *Journal of Applied Ecology*, 42 : 129-138.
- Taberlet P., Fumagalli L., Wust-Saucy A.-G., Cosson J.-F.** (1998). "Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe", *Molecular Ecology*, 7 : 453-464.
- Tewksbury J.J., Levey D.J., Haddad N.M., Sargent S., Orrock J.L., Weldon A., Danielson B.J., Brinkerhoff J., Damschen E.I., Townsend P.** (2002). "Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes", *PNAS*, 99 (20) : 12923-12926.
- Townsend P.A., Levey D.J.** (2005). "An experimental test of whether habitat corridors affect pollen transfer", *Ecology*, 86 (2) : 466-475.
- Turcati L.** (juin 2008). « Impact de la fragmentation sur la structure des communautés végétales d'Île de France », Rapport de master 2, 38p.
- UICN** (2001). "Catégories et Critères de l'UICN pour la Liste Rouge : Version 3.1 », Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni : 32 p.

- Van Der Windt H.J., Swart J.A.A.** (2008). "Ecological corridors, connecting science and politics : the case of the Green River in the Netherlands", *Journal of Applied Ecology*, 45 : 124-132.
- Vié J.C., Hilton-Taylor C. and Stuart S.N.** (2009). "Wildlife in a Changing World – An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species", Gland, Switzerland: IUCN. 180 pp.
- Vittoz P., Engler R.** (2007). "Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits", *Botanica Helvetica*, 117 : 109-124.
- Von Der Lippe M., Kowarik I.** (2007). "Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions", *Conservation Biology*, 21 (4) : 986-996.

ANNEXE 1.

Liste des personnes contactées dans le cadre de cette étude

Nom	Prénom	Structure
Berthoud	Guy	ECONAT-Concept, bureau d'études suisse, directeur
Boullet	Vincent	CBN Massif Central, directeur
Brugel	Eric	CBN Franche Comté, coordinateur scientifique et technique chargé de la conservation
Cambecédès	Jocelyne	CBN Pyrénées – Midi-Pyrénées, coordination du pôle Conservation (rédaction du PNA sur les plantes messicoles)
Chondroyannis	Pascal	CBN Alpin, directeur
Croyal	Anne-Sophie	Conseil Général de l'Isère (CG38), service environnement, chef du projet européen Couloirs de vie
Decherf	Maëlle	FCBN, chargée de projets géomatique / BD
Dehondt	François	CBN Franche Comté, directeur
Dronneau	Christian	Conseil Régional d'Alsace, direction de l'agriculture, de la forêt, du tourisme et de l'environnement
Dodinet	Elisabeth	FCBN
François	Rémi	CBN Bailleul, chargé de projets scientifiques
Gachet	Sophie	Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, maître de conférences
Garnier	Eric	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, Département Dynamique des Systèmes Ecologiques
Gerbeaud-Maulin	Frédérique	DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur, référente régionale Trames Vertes et Bleues – évaluation environnementale des projets des routes départementales
Gomila	Hervé	Ecosphère, bureau d'études
Hautekéete	Nina	Université Lille1, laboratoire de génétique et évolution des populations végétales, CNRS
Hendoux	Frédéric	CBN Bassin Parisien, directeur
Houard	Xavier	OPIE, plans nationaux d'actions
Lamiot	Florent	Conseil Régional du Nord-Pas de Calais, chargé de mission animation scientifique et technique / veille environnementale
Leblay	Enora	FCBN, chargée de mission Espèces exotiques envahissantes
Lombard	Antoine	MEDDTL, Direction de l'eau et de la biodiversité, chargé de mission flore sauvage
Machon	Nathalie	MNHN, Laboratoire conservation des espèces – restauration et suivi des populations
Merle	Hugues	Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise, chargé

		d'études Environnement
Oostermeijer	Gerard	Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica (IBED), Amsterdam
Pavon	Daniel	Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, ingénieur d'étude expert flore méditerranéenne
Piquot	Yves	Université de Lille1, Laboratoire de génétique et évolution des populations végétales, CNRS
Porcher	Emmanuelle	MNHN, Laboratoire conservation des espèces – restauration et suivi des populations
Robouam	Nicolas	CBN Bassin Parisien, chargé de mission flore/habitats
Rogeon	Géraldine	MNHN, expert faune
Salles	Elodie	MEDDTL, Direction de l'eau et de la biodiversité, chargée de mission Trame verte et bleue
Sordello	Romain	MNHN, chef de projet Trame verte et bleue
Touroult	Julien	MNHN, directeur adjoint
Thompson	John	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, directeur de recherche, responsable du département Dynamique des Systèmes Ecologiques
Van Es	Jérémie	CBN Alpin, botaniste phytosociologue

ANNEXE 2

Prise en compte des espèces végétales dans les initiatives d'identification de réseaux écologiques

Les effets des corridors dépendent des caractéristiques des espèces mais également des caractéristiques des habitats, des échelles spatiales et temporelles considérées, et du degré de perturbation (Beier & Noss 1998, Haddad 1999, Haddad *et al.* 2003, Hudgens & Haddad 2003, Orrock *et al.* 2003, Degré 2007). L'entrée « habitat », bien qu'écartée dans ce premier temps (puisque celle-ci ne peut être traitée sans liste support, ce sur quoi travaille actuellement le SPN), est incontournable et complémentaire. C'est d'ailleurs l'approche privilégiée dans les initiatives locales :

- en **Provence-Alpes Côte d'Azur**, plusieurs études prenant en compte la flore ont été menées (avec sollicitation des CBN) :
 - o sur **deux territoires de SCoT** (l'« Aire Dracénoise » (712 km²) et le « Cœur du Var » (450 km²)) : proposition d'une méthode de diagnostic des continuités écologiques à partir des besoins (en termes de déplacement, de dispersion et de migration) d'espèces animales et végétales (Gomila *et al.* 2009). Les espèces floristiques sont utilisées pour caractériser les différents continuums écologiques et non pour leurs besoins en termes de connectivité et/ou leur sensibilité à la fragmentation (com. pers. Hervé Gomila) ;
 - o sur le **département du Var** : l'étude, actuellement en cours, s'appuie sur le travail précédent et privilégie également l'entrée « habitat » pour la flore (com. pers. Hervé Gomila) ;
 - o sur deux plaines (plaine de la Giscle et plaine des Maures) : les deux espèces végétales identifiées *Leucojum aestivum* subsp. *pulchellum* (Salisb.) Briq. (Amaryllidaceae) et *Ranunculus revelieri* Boreau (Ranunculaceae) sont utilisées pour l'identification d'un continuum ;
 - o sur le territoire du SCoT **Pays du Gapençais** : étude des réseaux écologiques du territoire du SCoT dans la perspective de l'élaboration du SRCE de la Région PACA. Deux approches se distinguent : l'une « paysagère » basée sur une analyse structurelle des habitats (formations végétales) pour l'identification des sous-trames et l'autre « biologique » s'appuyant sur des espèces animales. La logique du travail effectué dans les deux SCoT précédemment cités et dans le Var est ici reprise (com. pers. Jérémie VAN ES) ;
- en **Rhône-Alpes**, une étude, intitulée « révéler la trame verte et bleue et ses potentialités écologiques », a été menée sur le territoire du **SCoT de la région urbaine Grenobloise**. Les approches basées sur la flore (études du CBN Alpin et de l'association botanique dauphinoise Gentiana) ont été utilisées pour définir des « réservoirs de biodiversité » complémentaires que le projet de SCoT se donne pour ambition de préserver au même titre que les espaces naturels d'intérêt patrimonial déjà reconnus par un statut. Les espèces sélectionnées l'ont été pour leur valeur patrimoniale et pour leur lien avec la présence d'un habitat rare ou menacé (bio-indication), mais non pas en raison de leurs besoins en terme de connectivité : les enjeux flore n'ont pas été utilisés pour définir les continuités écologiques (com. pers. Hugues Merle) ;
- en **Picardie** : dans le cadre de l'étude « **Réseaux de sites et Réseau d'acteurs** » (Endels *et al.* 2006, François *et al.* 2006), des groupes fonctionnels d'espèces végétales

et des espèces végétales dites « focales » dans la Région ont été identifiés. Ce travail s'est appuyé sur l'analyse statistique des traits de vie des espèces. Toutefois, les espèces identifiées n'ont pas été utilisées pour le réseau écologique picard, notamment compte tenu des limites de l'étude (manque d'informations sur les traits de vie, manque de fiabilité et d'efficacité des méthodes statistiques, etc.). Des analyses des réseaux de sites ont été effectuées à dire d'experts pour plusieurs espèces à fort enjeu patrimonial (*Liparis loeselii* (L.) Rich. (Orchidaceae), *Ranunculus lingua* L. (Ranunculaceae), *Parnassia palustris* L. (Parnassiaceae), *Erica cinerea* L. (Ericaceae), etc.) afin d'examiner si les différentes populations pouvaient être connectées (com. pers. Rémi François). Par ailleurs, l'entrée « habitat » a été privilégiée pour les groupes fonctionnels d'espèces végétales ;

- en **Nord-Pas de Calais** : la structure de la Trame verte et bleue s'est appuyée sur l'identification des groupes d'habitats (« sous-trames ») pour lesquels des espèces caractéristiques, présentant un intérêt fonctionnel (espèces structurantes) ou patrimonial ont été identifiées. Des liste d' « espèces cibles pour la définition des cœurs de nature secondaires » par type d'habitats ont ainsi été définies pour identifier des sites complémentaires aux réservoirs de biodiversité. Par ailleurs, des groupes d'espèces végétales « clefs » (ou « parapluies ») pour chacun des grands types d'habitats ont été identifiés comme étant des espèces à favoriser dans la matrice ou le long des corridors mais n'ont pas été utilisées pour définir ceux-ci (com. pers. Frédéric Hendoux).

Par ailleurs, sans les détailler ici, les cas de la Suisse, de la Communauté Autonome du Pays Basque, du Pays-Bas, de la Franche-Comté, de l'Alsace, ou encore de l'Isère, montrent également que les espèces végétales n'ont pas été prises en compte en tant que telles dans les initiatives pour identifier leurs réseaux écologiques.