



Suivi pluri-annuel (2009 – 2015) de l'Arnica et de l'état de conservation des hautes chaumes sur la zone conventionnée du Markstein

Evaluation de l'impact de la cueillette et des pratiques agricoles.



Photos ESOPE

Rapport final, octobre 2016



Etude réalisée avec *soutien financier* de l'Etat (FNADT / commissariat à l'aménagement du massif des Vosges, DREAL Alsace), des Régions Alsace et Lorraine et des laboratoires pharmaceutiques (Weleda, Boiron, Wala, Klinik Arlesheim, Helpac)



Document réalisé par :

Bureau d'études ESOPE
2 au Parc
57 580 REMILLY
Tel/Fax: 03 87 73 49 96

Coordination de l'étude :

Christelle Jager
Email : jager@bureau-etude-esope.com

Equipe de terrain :

Christelle Jager & Mathias Voirin

Equipe de cartographie :

Christelle Jager

Equipe de rédaction :

Christelle Jager
Relecture et compléments sur l'analyse météo : Fabien Dupont / chargé de mission
natura 2000 au PNR des Ballons des Vosges

Sommaire

1	PREAMBULE.....	8
2	ECOLOGIE D'ARNICA MONTANA.....	9
2.1	Description botanique	9
2.2	Distribution de l'espèce	11
2.3	Stratégie de reproduction.....	12
2.4	Exigences écologiques	12
2.5	Exigences climatiques.....	12
2.6	Statuts de protection et de conservation	13
2.7	Usages traditionnels.....	13
3	ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	14
3.1	Arnica montana et son habitat d'altitude	14
3.2	Traits biologiques de l'Arnica.....	15
3.2.1	Banque de graines et reproduction	15
3.2.2	Floraison de l'Arnica	16
3.2.3	Aspects génétiques de l'Arnica.....	17
3.3	Effets de la cueillette sur l'Arnica	18
3.4	Facteurs influençant l'Arnica	18
3.4.1	Effets des pratiques agricoles sur les pelouses d'altitude et l'Arnica	18
3.4.2	Effets du pâturage sur les pelouses d'altitude et l'Arnica	21
3.4.3	Effets de la fauche sur les pelouses d'altitude et l'Arnica	22
3.4.4	Effets du changement climatique sur l'Arnica	22
3.4.5	Effets des dépôts atmosphériques sur les pelouses d'altitude et l'Arnica.....	22
3.5	Effets de la prédation sur les pelouses et l'Arnica.....	23
4	ZONE D'ETUDE.....	24
4.1	Localisation de la zone d'étude.....	24
4.2	Convention Arnica.....	24
4.2.1	Préconisations concernant la cueillette.....	24
4.2.2	Préconisations concernant les pratiques agricoles.....	25
5	PROTOCOLE DE L'ETUDE VEGETATION	27
5.1	Approche de l'habitat de l'Arnica.....	27
5.1.1	Sélection des relevés phytosociologiques	27
5.1.2	Méthodologie de réalisation des relevés phytosociologiques.....	29

5.2	Approche démographique.....	29
5.2.1	Dispositif de suivi par les poignées de De Vries (Pb1)	29
5.2.2	Dispositif de suivi par l'évaluation diachronique des densités d'Arnica (Mi1)	30
5.3	Approche expérimentale	31
5.3.1	Protocole initial	31
5.3.2	Adaptations du protocole en 2011	34
5.4	Approche climatique	35
5.5	Approche complémentaire d'auto-évaluation.....	35
6	RESULTATS APRES SEPT ANNEES DE SUIVI.....	36
6.1	Approche de l'habitat de l'Arnica.....	36
6.1.1	Analyse de l'évolution de la richesse spécifique.....	39
6.1.2	Analyse diachronique des relevés phytosociologiques	42
6.1.3	Analyse synchronique	44
6.1.4	Evolution de l'Arnica dans ces relevés	47
6.1.5	Synthèse de l'approche de l'habitat de l'Arnica.....	49
6.2	Approche démographique.....	50
6.2.1	Dispositif de suivi par les poignées de De Vries (Pb1)	50
6.2.2	Dispositif de suivi par l'évaluation diachronique des densités d'Arnica (Mi1)	64
6.2.3	Synthèse de l'approche démographique.....	68
6.3	Approche expérimentale : impact de la cueillette sur l'Arnica	69
6.3.1	Installation du nouveau dispositif expérimental de cueillette	69
6.3.2	Résultats	70
6.3.2.1	Evolution du nombre de pieds fleuris	70
6.3.2.2	Evolution de la taille des pieds fleuris	71
6.3.2.3	Evolution du nombre de capitules secondaires	72
6.3.2.4	Evolution du nombre de rosettes	75
6.3.2.5	Evolution de la taille des feuilles composant les rosettes	75
6.3.3	Synthèse de l'approche expérimentale sur l'impact de la cueillette sur l'Arnica	77
6.4	Approche climatique	78
6.4.1	Contexte	78
6.4.2	Données climatiques prises en compte.....	78
6.4.3	Résultats annuels	79
6.4.4	Premières analyses des résultats et hypothèses	86
6.5	Approche complémentaire d'auto-évaluation.....	90
7	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	94
8	BIBLIOGRAPHIE.....	97
9	ANNEXES.....	101

Liste des figures

Figure 1 : Carte de distribution d' <i>Arnica montana</i>	11
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude.....	26
Figure 3 : Localisation des relevés de végétation et du dispositif expérimental de cueillette.....	38
Figure 4 : Evolution de la richesse spécifique sur les 5 années du suivi	40
Figure 5 : Comparaison cartographique des densités entre 2005 (d'après Missenard, 2005) et 2010	66
Figure 6 : Comparaison cartographique des densités entre 2010 et 2013	67
Figure 7 : Evolution du nombre de pieds fleuris au cours du temps	71
Figure 8 : Evolution de la taille des pieds fleuris au cours du temps.....	72
Figure 9 : Evolution du nombre de capitules secondaires au cours du temps.....	74
Figure 10 : Evolution du nombre de rosettes d' <i>Arnica</i> entre 2011 et 2015	75
Figure 11 : Evolution de la largeur et de la longueur des feuilles composant les rosettes d' <i>Arnica</i> entre 2011 et 2015.....	76
Figure 12 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2008 à juillet 2009	79
Figure 13 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2008 à juillet 2009	80
Figure 14 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2009 à juillet 2010	81
Figure 15 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2009 à juillet 2010	81
Figure 16 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2010 à juillet 2011	82
Figure 17 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2010 à juillet 2011	83
Figure 18 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2011 à juillet 2012	84
Figure 19 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2011 à juillet 2012	84
Figure 20 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2012 à juillet 2013	85
Figure 21 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2012 à juillet 2013	86
Figure 22 : Première version de la fiche d'auto-évaluation de la densité de l' <i>Arnica</i>	91
Figure 23 : Seconde version de la fiche d'auto-évaluation de la densité de l' <i>Arnica</i>	92
Figure 24 : Transcription cartographique des résultats de 2010 pour la fiche d'auto-évaluation de la densité de l' <i>Arnica</i>	93

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description des 9 modalités de fumure appliquées en Suisse pendant 14 années (d'après Tenz <i>et al.</i> , 2010)	19
Tableau 2 : Description des modalités de fumure appliquées en Allemagne depuis 1941 (d'après Hejcman <i>et al.</i> , 2007b)	20
Tableau 3 : Description des modalités de fumure appliquées en République Tchèque et en Pologne (d'après Hejcman <i>et al.</i> , 2007a).....	21
Tableau 4 : Informations concernant les 40 relevés phytosociologiques	37
Tableau 5 : Richesse spécifique des relevés phytosociologiques	41
Tableau 6 : Indice de Jaccard des relevés phytosociologiques	43
Tableau 7 : Usages agricoles observés pour les 40 relevés phytosociologiques...	45
Tableau 8 : Analyse synchronique entre les 3 groupes de relevés phytosociologiques.....	46
Tableau 9 : Représentativité de l'Arnica dans les 40 stations suivies.....	48
Tableau 10 : Analyse des poignées de végétation du dispositif MV1112	51
Tableau 11 : Analyse des poignées de végétation du dispositif SCH04	52
Tableau 12 : Analyse des poignées de végétation du dispositif SCHHA3	53
Tableau 13 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP3	55
Tableau 14 : Analyse des poignées de végétation du dispositif MV1110	56
Tableau 15 : Analyse des poignées de végétation du dispositif MV1111	58
Tableau 16 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP1	59
Tableau 17 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP2	61
Tableau 18 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP4	62
Tableau 19 : Analyse des poignées de végétation du dispositif SCHHA5	63
Tableau 20 : Récoltes d'Arnica et données climatiques sur le Markstein.....	87

Liste des annexes

Annexe 1 : Relevés phytosociologiques réalisés en 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013	102
Annexe 2 : Résultats des poignées de végétation réalisées en 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013	107

1 Préambule

En 2007, une convention engageant l'ensemble des partenaires liés à la cueillette de l'Arnica sur le massif du Markstein est signée. Les partenaires et signataires sont : les communes, l'Association Vosgienne d'Economie Montagnarde, le Syndicat Mixte d'Aménagement du Markstein Grand Ballon, le Parc naturel régional des Ballons des Vosges, l'Office National des Forêts, l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et les Brigades Vertes. Les objectifs de cette convention sont multiples : (1) fixer les règles de la cueillette de l'Arnica et (2) engager les communes et les propriétaires des terrains dans une location des terres agricoles selon des cahiers des charges garantissant la conservation de l'Arnica. L'ensemble des terres agricoles situées dans la zone de conventionnement (152 ha) est ainsi sensé être ni chaulé, ni fertilisé, avec application d'un pâturage ou d'une fauche tardive.

Il s'est avéré par ailleurs nécessaire de mettre en œuvre une veille scientifique afin de s'assurer de la conservation de la ressource végétale et d'approfondir les connaissances sur l'écologie de la plante, notamment en termes d'impact de la cueillette et des activités agricoles sur les populations vosgiennes d'Arnica.

Dans ce contexte, un suivi pluri-annuel de l'Arnica et de l'état de conservation des chaumes sur la zone conventionnée du Markstein a été envisagé avec pour objectifs :

- de suivre l'évolution des populations d'Arnica au niveau de la zone conventionnée ;
- d'affiner les connaissances sur les impacts de la cueillette, des activités agricoles et du climat sur la plante.

Sur la base d'une proposition du Parc naturel régional des Ballons des Vosges, ce suivi se doit d'être simple et reproductible d'une année sur l'autre en privilégiant des méthodes peu dépendantes de l'observateur. Par ailleurs, il ne doit pas perturber les activités agricoles et impliquer les acteurs du site, notamment les exploitants agricoles. De plus, il doit s'appuyer sur les résultats des différentes études déjà menées, à savoir :

- les premiers éléments d'évaluation d'*Arnica montana* L. dans ses rapports avec la végétation du Breitfirst (Alnot, 2000 et 2002) ;
- l'étude des populations d'Arnica des Hautes Vosges en vue de leur conservation (Missenard, 2005) ;
- le suivi de l'état de conservation des chaumes mené par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges (relevés phytosociologiques simplifiés sur la base des indicateurs végétaux et de poignées de végétation).

Les éléments apportés par ces différentes études ont été valorisés afin de permettre l'établissement d'un protocole scientifique pertinent et cohérent du suivi des populations d'Arnica en relation avec l'état de conservation de leur habitat vosgien d'altitude.

2 Ecologie d'*Arnica montana*

2.1 Description botanique

L'*Arnica* appartient à la famille des Composées (Astéracées). Le genre *Arnica* compte 150 espèces parmi lesquelles 3 à 4 sont européennes, 10 asiatiques et les autres nord-américaines.

Arnica montana se subdivise en 2 sous-espèces qui se différencient au plan morphologique mais également sur la base de leur distribution géographique (figure 1) :

- *Arnica montana* subsp. *montana* présente une distribution médio-européenne dans les étages montagnards et subalpins à pelouses acides (Ardennes, **Vosges**, Massif central, Alpes, Pyrénées) ;
- *Arnica montana* subsp. *atlantica* se développe à des altitudes beaucoup plus basses, voire planitiaires, comme en Sologne, dans l'Orléanais, le Nivernais, le Morvan et les landes humides du sud-ouest de la France ainsi que du nord-ouest de l'Espagne.

Dans la suite de ce document, nous parlerons d'*Arnica montana*, sans préciser la sous-espèce (*montana*) appréhendée afin d'alléger le propos.

Arnica montana est une plante herbacée vivace de couleur vert pâle, couverte de poils courts glanduleux. Cette hémicryptophyte¹ perd ses feuilles à l'automne et hiverne sous forme de bourgeons hors-sol insérés sur un rhizome horizontal brun, souvent non ramifié, de 2 à 5 mm d'épaisseur et prolongé par de nombreuses racinelles blanches courtes et grêles pouvant atteindre 15 cm de long. La plante adulte peut posséder plusieurs rosettes reliées par le rhizome, pouvant parfois former des tapis assez denses.



Feuilles basales (rosettes) d'*Arnica montana* (photo ESOPE)

La plante mère peut former de une à plusieurs hampes florales dressées et cylindriques, portant 1 ou 2 paires de feuilles opposées pouvant atteindre une hauteur de 60 cm. Chaque tige se développe au centre d'une rosette de feuilles et est couronnée par un capitule terminal. La plante peut également développer 2 à 3 capitules secondaires étalés et entourés, comme le capitule terminal, d'un involucre et de 1 ou 2 rangs de bractées lancéolées. Une même

¹ Une plante *hémicryptophyte* est une plante vivace dont les organes permettant de passer la mauvaise saison (sécheresse ou hiver) se situent au niveau du sol.

rosette pourra développer jusqu'à 6 fleurs secondaires, de taille plus restreinte que le capitule terminal, si les conditions climatiques et édaphiques sont très favorables.

Cette plante vivace rhizomateuse fleurit de juin à août et ses fruits correspondent à des akènes² bruns surmontés d'une aigrette de soie (pappus).



Inflorescence d'Arnica montana (photo ESOPE)



Plante entière d'Arnica montana (photo ESOPE)

² En botanique, un *akène* est un fruit, sec, dont la graine unique n'est pas soudée à son enveloppe appelée péricarpe.

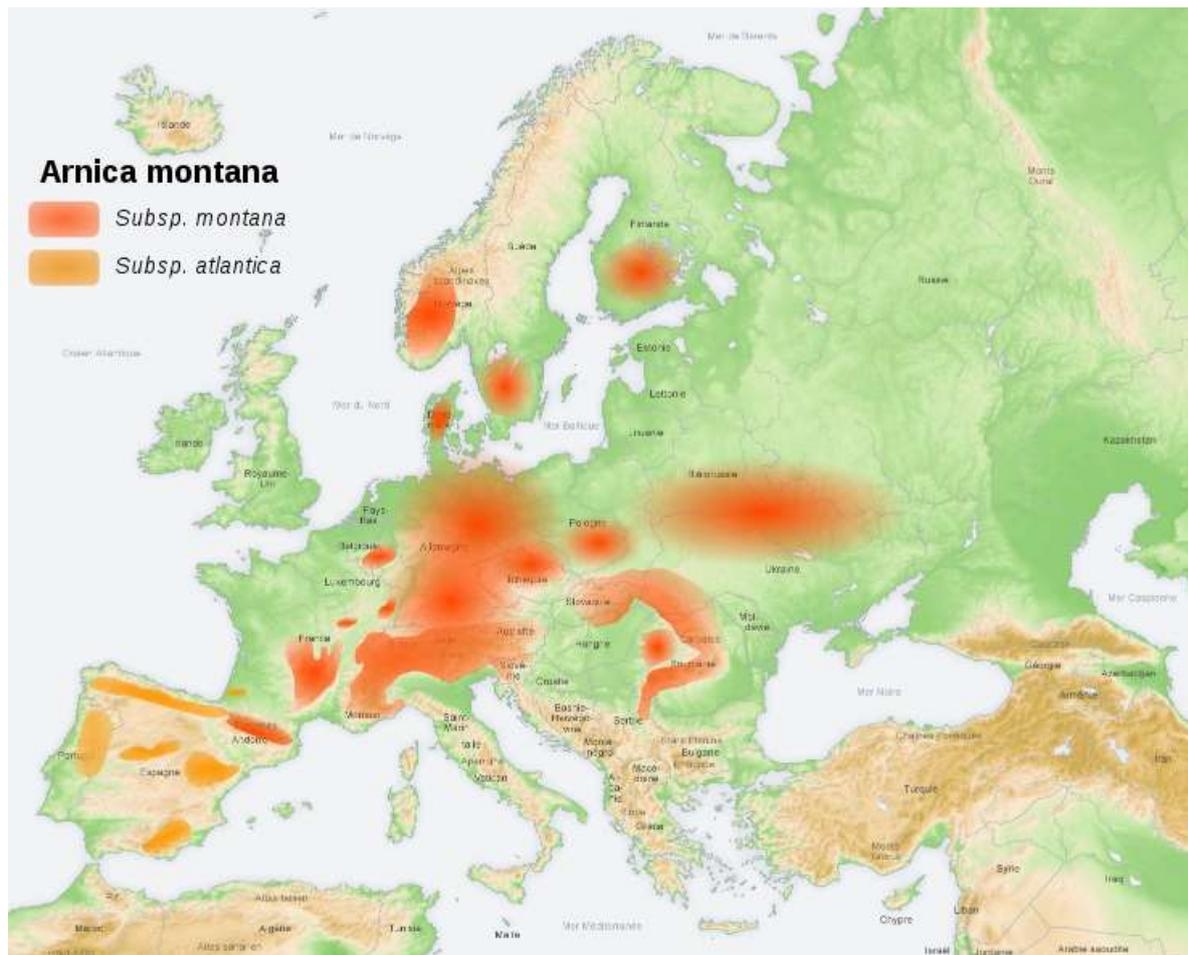
2.2 Distribution de l'espèce

Arnica montana est une espèce globalement montagnarde qui se développe dans des écosystèmes herbacés ouverts comme les landes et pelouses d'altitude des hautes chaumes vosgiennes ; elle se localise cependant aussi à plus faible altitude, notamment dans les Vosges du Nord (Muller, 1988). Le centre de son aire continue de répartition est principalement localisé par le centre de l'Europe avec des échappées dans les Alpes (jusqu'à 2000 m) et les Pyrénées (figure 1).

En France, l'espèce est principalement présente dans les régions montagneuses comme les **Vosges**, le Massif central, les Alpes, les Pyrénées et les Ardennes mais également à plus basse altitude en Sologne, dans l'Orléanais, le Nivernais et le Morvan.

Elle s'exprime aussi plus au nord (Danemark, sud de la Scandinavie), en Allemagne, en Pologne ainsi que sur le littoral de la Baltique. Elle se retrouve également en Biélorussie, Lituanie ou encore en Lettonie.

Figure 1 : Carte de distribution d'*Arnica montana*
(source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Location_of_Arnica_montana.svg)



2.3 Stratégie de reproduction

L'Arnica connaît deux modes de dissémination :

- une **propagation clonale** : elle subsiste pendant l'hiver avec des bourgeons à l'extrémité de courts rhizomes épais puis se développe par ramification du rameau (Luitjen *et al.*, 1996) ;
- une **dispersion par ses graines** (peu efficace) : les graines les plus lourdes, de meilleure qualité et présentant un fort pouvoir germinatif ont une distance de dispersion relativement faible (Strykstra *et al.*, 1998) alors que les graines les plus légères, germant moins efficacement, ont la faculté de se propager sur de plus grandes distances.

2.4 Exigences écologiques

L'Arnica est une espèce végétale calcifuge³ caractéristique des sols acides (pH de 4,5 à 6) et pauvres en éléments nutritifs.

Elle est en conséquence très sensible à l'acidification des sols (dépôts d'azote et de soufre issus de la pollution atmosphérique) qui la fait régresser, voire disparaître (Dueck & Elderson, 1992 ; Fennema, 1992 ; De Graaf *et al.*, 1998 et Pegtel, 1994). L'acidification croissante des sols joue également un rôle négatif sur l'association mycorhizienne liant l'Arnica à un champignon (*Glomus fasciolum*) (Heijne *et al.*, 1996).

De la même manière, une augmentation du pH du sol suite au chaulage met en péril son habitat naturel typique (pelouses à Nard) et par là même la viabilité de l'Arnica. L'espèce étant peu compétitive (Pegtel, 1994), toute fertilisation provoque une nette régression de la plante (Dähler, 1992a).

En termes de sélection d'habitats, *Arnica montana* se développe au sein des pelouses de l'étage supérieur des Hautes-Vosges relevant des *Nardetea*. L'espèce se rencontre également au sein des *Caricetea curvulae*, des clairières dans les *Erico-Genistetalia*, au sein des *Vaccinio-Piceetalia* et des *Fagetalia* (Bajon, 2000).

2.5 Exigences climatiques

D'après les travaux de Laydu-Mange (1992), la distribution d'*Arnica montana* peut être influencée par la répartition de la couche de neige. Les endroits les plus longuement enneigés sont en effet les plus riches en Arnica. Cette corrélation pourrait être liée au fait que la plante se développe lentement à des températures inférieures à 20°C (Pegtel, 1988). Si le sol est réchauffé tôt dans la saison, des espèces ayant besoin de peu de chaleur pour croître vont se développer en occupant l'espace avant l'Arnica. Si, au contraire, le sol se réchauffe au moment où la température ambiante est proche de 20°C, l'Arnica peut se développer aussi vite que les autres espèces végétales.

³ Espèce végétale qui ne supporte pas les sols ou eaux calcaires.

Les travaux de Laydu-Mange (1992) précisent également les principaux facteurs limitants pour la croissance de l'Arnica sur le site naturel du col du Lein (**Suisse**) :

- une chute de température au-delà du mois de mai perturbe la formation du bouton au centre de la rosette ;
- une sécheresse prolongée durant les mois de juin et juillet ;
- le départ de la couche de neige avant le mois de mai (réchauffement du sol lorsque la température de l'air est inférieure à 20°C).

Outre des effets directs, le climat agit aussi sur la répartition de l'Arnica de façon indirecte en influençant la qualité du sol par exemple. Par ailleurs, l'exposition semble aussi jouer un rôle important dans la répartition de l'espèce en Suisse (col du Lein) : les rosettes sont abondantes du côté nord et peu fréquentes du côté sud.

2.6 Statuts de protection et de conservation

Au plan réglementaire et de conservation, l'Arnica est inscrite à la liste rouge alsacienne dans la catégorie « Localisé » qui comprend les taxons dont les populations sont assez importantes en Alsace et qui ne déclinent pas, mais dont une grande partie des effectifs est présente dans un nombre réduit de sites ou sur des aires de distribution restreintes (une région naturelle ou plus) [ODONAT (Coord.), 2003].

L'espèce est également inscrite en annexe V de la directive Habitats/Faune/Flore CEE/92/43 qui comprend les espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

L'Arnica est par ailleurs l'une des 8 plantes cibles du Projet "Nordic Gene Bank" intitulé "Spice and medicinal plants in the Nordic and Baltic countries". Ce projet développe des initiatives pour conserver les plantes médicinales et aromatiques dans les pays scandinaves et baltiques et propose des recommandations pour pérenniser l'exploitation de populations vulnérables. Cette approche s'attache essentiellement à la conservation des ressources génétiques de l'espèce en Suède, en Lituanie et en Finlande.

2.7 Usages traditionnels

Les feuilles séchées d'Arnica étaient jadis utilisées comme tabac dans les Vosges et en Savoie (d'où sa dénomination « tabac des Vosges »). Certains montagnards fumaient ses feuilles pour soigner rhume et toux.

En médecine traditionnelle, l'Arnica est décrite dans les pharmacopées européennes pour son usage dans le traitement de petits traumatismes comme les hématomes, les foulures et les déchirures musculaires. En usage interne, l'Arnica a une action stimulante sur le système nerveux et cardiaque couplée à une action vomitive.

Cette plante médicinale dont les actions sont connues depuis le Moyen-Age fleurit abondamment au Markstein (Hautes-Vosges) qui représente la zone de cueillette la plus importante en France.

3 Analyse bibliographique

De nombreuses publications ont émergé ces dernières décennies concernant *Arnica montana* ainsi que les habitats d'altitude qui l'accueillent. Ces études européennes apportent un éclairage intéressant sur la plante, son écologie et son actuelle distribution.

La synthèse bibliographique présentée ci-après ne se veut bien sûr pas exhaustive, certaines publications restant difficilement disponibles actuellement (publications russes notamment).

D'autres recherches sont également menées sur la physiologie de la plante et ses composants chimiques utilisés en pharmacologie. Ces études n'ont pas été prises en compte, car trop éloignées de l'étude écologique conduite dans le cadre de ce travail.

3.1 *Arnica montana* et son habitat d'altitude

Les pelouses d'altitude de type acide forment des communautés végétales typiques des zones alpine et subalpine. Dans les Vosges, ces pelouses (ou hautes chaumes) correspondent à de vastes herbages d'altitude qui recouvrent les sommets des crêtes vosgiennes. Elles se localisent sur des sols acides, moyennement secs à frais. La flore qui s'exprime dans ces écosystèmes herbacés est composée d'espèces végétales adaptées aux conditions contraignantes du biotope (vents violents, températures basses, enneigement, humidité, acidité et pauvreté trophique des sols), ce qui fait de ces formations végétales des écosystèmes ultra-spécialisés, très sensibles aux modifications de leur biotope. La fonte des neiges constitue par exemple un signal de développement pour de nombreuses plantes montagnardes.

L'étude phytosociologique des pelouses d'altitude a été anciennement menée, dans les Vosges, par Issler (1928-1929) et Carbiener (1966). Cette approche phytosociologique est actuellement complétée par les travaux engagés par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges. Cette étude a été confiée en 2014 au futur CBN Nord Est, sur pilotage par le CBN de Franche-Comté, avec l'appui du Conservatoire Botanique d'Alsace et du Pôle lorrain du futur CBN Nord-Est.

Les pelouses d'altitude ont significativement régressé depuis le siècle dernier au sein de leur aire de répartition (régions atlantiques de l'ouest européen), aussi bien en termes de surface qu'en termes de qualité écologique. Les causes de cette régression unanimement reconnues correspondent (1) à leur conversion agricole en systèmes plus productifs, (2) à la déprise agricole suite à l'abandon des pratiques culturales, (3) aux changements du niveau hydrique des écosystèmes et (4) aux effets des dépôts atmosphériques engendrant une eutrophisation et une acidification des biotopes. Dans ce contexte de régression, nombre de couverts herbacés typiques ont subi de profonds changements de leur composition floristique, les faisant évoluer de la pelouse d'altitude originale vers des écosystèmes herbagers banalisés.

Ces modifications touchent plus particulièrement les espèces végétales caractéristiques des pelouses d'altitude, inféodées aux sols maigres, cas d'*Arnica montana*. En effet, dans le cas de fertilisation des sols maigres, les espèces adaptées aux faibles conditions trophiques peuvent être rapidement évincées au profit des espèces plus compétitives (Rajaniemi, 2002). Ces espèces devenues rares et en voie de régression, caractéristiques d'écosystèmes herbacés inféodés à des sols pauvres en éléments nutritifs, doivent également leur régression à leur faible degré de dispersion et à la faible longévité de leurs graines, ce qui est le cas de l'*Arnica* (Luijten *et al.*, 1996; Strykstra *et al.*, 1998).

Ces caractéristiques font de l'Arnica un modèle biologique pertinent pour la mise en évidence des évolutions de la biodiversité suite aux changements climatiques et agricoles, ce qui explique sa régulière utilisation en tant qu'espèce cible dans les programmes européens de recherche scientifique.

Les pelouses oligotrophes de type acide (pelouses d'altitude) sont de plus des écosystèmes touchés par le phénomène de fragmentation (Spiegelberger *et al.*, 2010), d'une part à cause des enrichissements en azote (engrais agricoles) et d'autre part à cause des dépôts atmosphériques liés à la pollution qui, outre une eutrophisation du milieu peuvent mener à une acidification accrue (Haines-Young *et al.*, 2003; Stevens *et al.*, 2004; Gaudnik *et al.*, 2011; Stevens *et al.*, 2011). Cette évolution est problématique pour ces pelouses qui peuvent retenir longtemps un apport de nutriments effectué sur une courte période (Hegg *et al.*, 1992; Spiegelberger *et al.*, 2010), sans oublier que les espèces caractérisant ces écosystèmes sont généralement peu compétitrices pour les nutriments ou la lumière du fait d'un taux de croissance assez faible (Pegtel, 1994).

Les espèces inféodées aux pelouses d'altitude de type acide présentent généralement des aires de répartition restreintes, voire des besoins très spécifiques en matière d'habitat biologique. Les populations de taille restreinte sont souvent les plus vulnérables face aux risques d'extinction (Pompe *et al.*, 2008), ce qui rend les populations de certaines espèces des pelouses d'altitude particulièrement sensibles aux risques d'extinction, ce qui est le cas de l'Arnica.

Du fait de la durabilité des nutriments dans le sol suite à une fertilisation des pelouses, les mesures classiques de conservation conduites sur les pelouses d'altitude (élimination des ligneux, restauration de conditions hydrologiques locales favorables, mise en place de systèmes de pacage traditionnels) ne fournissent pas les conditions optimales pour ces espèces rares sur les sites ayant connu de longues périodes d'exposition à l'azote. Les mesures de conservation doivent ainsi avoir comme but de restaurer également des conditions de faibles concentrations en NH_4 et de rapport $\text{NH}_4 / \text{NO}_3$ (Kleijn *et al.*, 2008). De nombreuses études conseillent, pour diminuer le rapport $\text{NH}_4 / \text{NO}_3$, de combiner chaulage et extraction de la couche supérieure du sol, ce qui améliore notamment les capacités germinatives de l'Arnica (Kleijn *et al.*, 2008 ; vVan den Berg *et al.*, 2003 ; Dorland *et al.*, 2005). A noter que ces méthodes de restauration active s'avèrent coûteuses, difficiles à mettre en oeuvre et sans aucune garantie de réussite.

3.2 Traits biologiques de l'Arnica

3.2.1 Banque de graines et reproduction

L'Arnica présente une reproduction sexuée ainsi qu'une reproduction clonale par ses rhizomes. Elle ne présente pas une banque de graines du sol germant facilement sur une large gamme de températures (Pegtel, 1988). Sa banque de graines n'est d'ailleurs pas persistante (Thompson *et al.*, 1996). En effet, sa germination se fait directement après la diffusion des graines en automne ou au printemps suivant ; aucune dormance n'est ainsi observée (Kahmen & Poschold, 1998 ; Zieverink *et al.*, 2009). De plus ses graines sont dispersées à un maximum

de 6 m de la plante mère (Fennema, 1990). Ses fruits sont composés de pappus⁴ à soie (ou aigrette de soie) disposées sur un seul rang, favorisant sa propagation par le vent.

Une relation entre le diamètre de la rosette d'*Arnica montana* et la floraison l'année suivante a été démontrée (Van der Eerden *et al.*, 1989), indiquant qu'une certaine portion de feuille est nécessaire pour assurer la reproduction.

Arnica montana, espèce bisannuelle, nécessite en effet une certaine quantité de biomasse végétale pour initier son développement floristique (Van der Eerden *et al.*, 1990). La première année apparaît la rosette et l'année suivante les tiges peuvent se développer (Bajaj, 1995). De plus certains pieds ne fleurissent jamais (Radušeiné & Labokas, 2007).

Arnica montana hiverne sous la forme de bourgeons racinaires. Au printemps, de nouvelles rosettes se forment, dont certaines peuvent produire une tige épigée comprenant entre 1 et 5 capitules. Cette plante vivace, d'une longue durée de vie (sans évaluation scientifique actuelle de cette durée de vie), développe des souches épaisses.

3.2.2 Floraison de l'Arnica

La présence d'Arnica dépend de nombreux paramètres écologiques (roche mère, conditions pédologiques, relief, caractéristiques climatiques locales et gestion agricole).

Ces paramètres sont très variables et peuvent bien évidemment se combiner. D'après les études de Michler (2007) menées en **Roumanie** dans le cadre de l'initiative Darwin, la distribution des pieds fleuris et des pieds non fleuris d'Arnica varie entre les sites étudiés et entre les années. De plus, la densité de l'Arnica varie également d'une année sur l'autre pour un même site. Cependant, les comptages de plants fleuris et non fleuris sur plusieurs années en Roumanie ont permis de définir un taux moyen de floraison par site (nombre de rosettes fleuries / nombre total de rosettes – y compris les rosettes fleuries). Une moyenne par site a ensuite été calculée tous les ans puis lissée sur l'ensemble des années de suivi. Les résultats montrent que même si des variations apparaissent entre les sites et entre les années, une tendance évolutive non significative apparaît au travers des années. Les analyses statistiques menées montrent qu'en moyenne 11 % des pieds fleurissent tous les ans. Partant du principe que si le taux de floraison ne diminue pas (à vérifier par des analyses statistiques régulières), des modalités de prélèvement ont été établies en Roumanie :

- cueillette de la moitié de la ressource (moitié des pieds fleuris) ;
- cueillette de la moitié des capitules fleuris.

Ces modalités de cueillette ont été prévues pour être facilement applicables sur le terrain et aisément vérifiables après cueillette puisque le contrôle consiste à déterminer le nombre de têtes fleuries par tige sur les différents sites.

Par ailleurs, le nombre de rosettes fleuries diminue avec l'altitude, indiquant un changement des modes de reproduction de l'espèce (passage d'une reproduction sexuée à une reproduction clonale) (Maurice *et al.*, 2012).

⁴ Petite touffe ou faisceau de poils ou de soies qui équipent certains fruits afin de permettre une dispersion optimale par le vent.

3.2.3 Aspects génétiques de l'Arnica

Des travaux ont été réalisés afin d'appréhender la génétique de l'Arnica. En effet, des équipes européennes ont appréhendé sa démographie afin de définir les stratégies génétiques à adopter, dans le cas notamment du renforcement de populations en régression de taille restreinte.

Parmi ces travaux, peuvent être cités par exemple Luitjen *et al.* (2000 et 2002) ou encore Kahmen & Poschlod (2000) qui démontrent qu'*Arnica montana* est en partie auto-incompatible et que son système de reproduction est basé sur l'allofécondation⁵. De plus, pour sa reproduction, l'espèce a besoin de populations présentant des effectifs élevés, ce qui réduit les chances de diversification génétique dans les populations ne comptant que quelques pieds, comme aux Pays-Bas ou encore au Luxembourg.

Une thèse récente a également été soutenue sur le sujet à l'Université de Metz (Maurice, 2011). Les résultats de ce travail universitaire montrent que la taille des populations de cette plante clonale n'est pas corrélée à la diversité génétique des populations d'Arnica. En effet, et contrairement aux résultats attendus, les petites populations de cette espèce ont conservé une diversité génétique assez forte, ce que l'on attribue à la persistance d'individus de grandes populations vestigiales (Luitjen *et al.*, 2000). Il est probable que la longue durée de vie de cette espèce (sans qu'elle soit connue), sa reproduction clonale et son système d'auto-incompatibilité sporophytique lui aient permis de conserver une grande diversité génétique, la différenciation entre les populations étant somme toute assez faible.

Ces travaux mettent également en exergue une diversité génétique plus faible dans les Hautes-Vosges que dans les collines de l'Ardenne-Eifel (Allemagne), ce qui à première vue semble déroutant, les populations de colline étant soumises à une fragmentation élevée alors que les populations de montagne sont relativement proches géographiquement et reliées entre elles par des îlots de taille restreinte d'Arnica qui permettent des échanges génétiques (flux de pollen via les pollinisateurs).

De plus, compte-tenu de la très faible différenciation génétique entre les populations de montagne, il a été établi que les Hautes-Vosges constituent en réalité une large métapopulation. Le fait d'avoir une diversité génétique plus faible en altitude serait donc à mettre en parallèle avec la reproduction de la plante, à savoir une reproduction végétative plus importante dans les zones de montagne.

Pour compléter le propos, une étude française a été lancée en 2014 concernant l'Évaluation des ressources génétiques françaises d'*Arnica montana* en vue du développement de la culture en plaine et montagne. Ce programme de recherche, lauréat de l'appel à projet « innovation et partenariat » est piloté par le Conservatoire National des Plantes à Parfum, Médicinales, Aromatiques et Industrielles (CNPMAI), sur une période de 3 années (2014-2016). Les résultats de ce programme de recherche pourront être utiles dans le cadre de la préservation future des populations sauvages d'Arnica du Markstein.

⁵ Mode de reproduction sexuée par fécondation croisée avec d'autres génotypes végétaux.

3.3 Effets de la cueillette sur l'*Arnica*

Weleda a mis en évidence (Ellenberger, 1998 *in* Misra, 2009) qu'*Arnica montana* peut être récoltée durablement si seules ses parties aériennes étaient prélevées avec une petite partie du rhizome uniquement. Cette méthode stimulerait en effet la croissance des bourgeons dormants du rhizome et éviterait les pertes de plantes entières ou de sévères perturbations de l'habitat (Ellenberger, 1998 *in* Misra, 2009) pour peu qu'elle n'affecte pas sa capacité à produire suffisamment de graines pour le renouvellement de la population ou que le prélèvement ne soit pas néfaste à sa reproduction végétative.

De plus, lorsque les cueilleurs prélèvent le capitule, ils suppriment l'hormone inhibitrice des bourgeons floraux axillaires et stimulent leur floraison. D'après les recherches de Weleda, une cueillette modérée ne semble donc pas néfaste à *Arnica montana*.

Toutefois l'impact de la cueillette sur l'*Arnica* reste relativement peu étudié dans la littérature scientifique. Le protocole mis en œuvre dans le cadre de la présente étude est donc pertinent pour fournir de nouvelles informations et orienter les éventuelles règles de cueillette sur le site conventionné du Markstein.

3.4 Facteurs influençant l'*Arnica*

3.4.1 Effets des pratiques agricoles sur les pelouses d'altitude et l'*Arnica*

De nombreuses études ont porté sur les effets des pratiques agricoles sur les pelouses d'altitude et sur certaines de leurs espèces typiques. Ces études, dont certaines sont engagées depuis plusieurs décennies, apportent des éléments de réponse pertinents concernant l'impact des pratiques de fertilisation sur ces écosystèmes fragiles. Outre les expérimentations développées ci-dessous, d'autres études ont en effet été menées en Ukraine, Estonie, Lituanie, Suède ou encore en Norvège.

En **Suisse** des travaux récents (Tenz *et al.*, 2010) ont mis en évidence l'incidence de la fumure sur les pelouses à Nard raide dans les Alpes. L'effet des engrais de ferme a été étudié par la mise en place d'un protocole de fumure mobilisant 9 modalités différentes appliquées depuis 1994 et ce pendant 14 années (tableau 1) sur des parcelles de 20 m² (3 répétitions). Dans le contexte de cette expérimentation de terrain, les parcelles ont été fauchées tous les ans pendant la seconde quinzaine de juillet (récolte). Il ressort de l'analyse diachronique de ces parcelles (1997-2007) qu'*Arnica montana* n'a pas été identifiée dans les procédés suivants : lisier (20 m³/ha dilué à 1:2,4 % de matière sèche tous les 2 ans après la récolte), fumier (10 t/ha de fumier composté tous les 3 ans au printemps), CaPK (21,8 kg P/ha sous forme de superphosphate et 83 kg/ha sous forme de potassium tous les 5 ans au printemps avec en plus 2000 kg CaCO₃/ha sous forme de chaux d'Aaeberg tous les 5 ans au printemps) et CaPK+N (21,8 kg P/ha sous forme de superphosphate et 83 kg/ha sous forme de sulfate de potassium tous les 5 ans au printemps avec en plus 2000 kg CaCO₃/ha sous forme de chaux d'Aaeberg tous les 5 ans au printemps avec en plus 25 kg N/ha tous les ans sous forme de nitrates d'ammonium après la récolte).

Tableau 1 : Description des 9 modalités de fumure appliquées en Suisse pendant 14 années (d'après Tenz *et al.*, 2010)

Désignation	Type et quantité d'engrais
Témoin	Aucune fumure
Lisier	20 m ³ /ha de lisier (dilué 1:2,4% de matière sèche) tous les deux ans, après récolte
Fumier	10 t/ha de fumier composté tous les 3 ans au printemps
Fumier liquéfié	10 t/ha de fumier composté et liquéfié tous les 3 ans au printemps
Fumier-purin	10 t/ha de fumier composté tous les 3 ans au printemps et 15 m ³ /ha de purin tous les ans (dilué 1 : 3) après la récolte
Ca	1000 kg de CaCO ₃ /ha (= 561 kg CaO), sous forme de chaux d'Aarberg tous les 3 ans au printemps
PK	21,8 kg P/ha (= 50 kg de P ₂ O ₅) sous forme de superphosphate et 83 kg/ha (= 100 kg de K ₂ O) sous forme de sulfate de potassium tous les 5 ans au printemps
CaPK	P et K comme dans la modalité PK avec en plus 2000 kg CaCO ₃ /ha (= 1122 kg de CaCO) sous forme de chaux d'Aarberg tous les 5 ans au printemps
CaPK + N	P, K et Ca comme dans la modalité PK avec en plus 25 kg N/ha tous les ans sous forme de nitrate d'ammonium après récolte

Kleijn *et al.* (2008), aux **Pays-Bas**, concluent que NH₄⁺ a une incidence primordiale sur les espèces typiques et fragiles des pelouses d'altitude. *Arnica montana* est connue depuis longtemps pour être très sensible à de fortes concentrations de NH₄⁺ et Al₃⁺ dans le sol (Pegtel, 1994 ; De Graaf *et al.*, 1997 et 1998). En effet, *Arnica montana* présente une faible capacité compétitive, que ce soit pour les nutriments ou la lumière, ce qui conduit à sa régression rapide dans un contexte compétitif induit par l'eutrophisation des habitats, eutrophisation qui à l'inverse favorise certaines espèces, notamment graminéennes (Pegtel, 1994).

L'eutrophisation des habitats d'*Arnica montana* conduit également rapidement à sa disparition selon Stoie & Rotar (2008). D'après Pegtel (1994), *Arnica montana* se maintient dans les écosystèmes où existe une faible concurrence pour les nutriments et quand la gestion de la végétation maintient un niveau de nutriment faible par le maintien d'un tapis végétal relativement ras (faible niveau de pâturage et fauche extensive).

Depuis 1941, une expérimentation est conduite en **Allemagne** (Eifel Mountain) afin d'appréhender les effets de la fertilisation et de la restauration sur les pelouses à Nard (Rengen Grassland Experiment). 5 traitements fertilisants différents (tableau 2) ont été testés dans le cadre de cette étude (combinaisons de CaO, Mg, N, K₂O, P₂O₅) et 1 non fertilisé (5 répétitions). Tout au long de l'expérimentation, les dispositifs expérimentaux ont fait l'objet de 2 fauches annuelles. En 1990, presque toutes les espèces indicatrices de pratiques extensives avaient disparu et la richesse spécifique était plus faible au sein des prairies fertilisées (Ca, N, P et K) (Schellberg *et al.*, 1999). Les résultats publiés en 2007 après 64 ans de suivi (Hejzman *et al.*, 2007b) montrent que l'enrichissement azoté est préjudiciable à la diversité de la flore vasculaire mais ce n'est pas nécessairement le cas si l'application d'azote n'est pas accompagnée d'un autre nutriment limitant, comme le phosphore.

Tableau 2 : Description des modalités de fumure appliquées en Allemagne depuis 1941 (d'après Hejcman *et al.*, 2007b)

Désignation	Type et quantité d'engrais
A	Aucune fumure
B (Ca)	CaO = 1000 kg/ha/an + Mg = 67 kg/ha/an
C (Ca+N)	CaO = 1052 kg/ha/an + N = 100 kg/ha/an + Mg = 67 kg/ha/an
D (Ca + N + P)	CaO = 1309 kg/ha/an + N = 100 kg/ha/an + P ₂ O ₅ = 80 kg/ha/an+ Mg = 75 kg/ha/an
E (Ca + N + P + K ₂ SO ₄)	CaO = 1309 kg/ha/an + N = 100 kg/ha/an + P ₂ O ₅ = 80 kg/ha/an+ K ₂ O = 160 kg/ha/an + Mg = 90 kg/ha/an
F (Ca + N + P + K ₂ SO ₄)	CaO = 1309 kg/ha/an + N = 100 kg/ha/an + P ₂ O ₅ = 80 kg/ha/an+ K ₂ O = 160 kg/ha/an + Mg = 75 kg/ha/an

D'autres expérimentations ont été conduites en **Suisse** sur des pelouses à Nard. Ces pelouses ont été chaulées et fertilisées (N et P) de 1930 à 1936 et de 1946 à 1950 (soit 2 périodes distinctes d'épandage). Les résultats de ces expérimentations dans les Alpes suisses montrent que 4 années après l'arrêt des pratiques de fertilisation, apparaissent encore des effets visibles sur la composition floristique, le pH du sol et dans les concentrations en P et N dans les feuilles de certaines espèces (Hegg, 1984 et 1992 ; Hegg *et al.*, 1992 ; Dähler, 1992a et 1992b). Tous ces résultats impliquent un impact très long de la fertilisation sur les communautés herbacées. Les perturbations à court terme et à faible échelle peuvent ainsi avoir des effets sur le long terme au niveau des pelouses montagnardes, malgré leur richesse spécifique élevée, cette caractéristique pouvant être considérée comme un indicateur de la résilience⁶ de l'écosystème herbacé aux modifications trophiques des sols (Spiegelberger *et al.*, 2006).

Une étude diachronique du même type a été menée en **République Tchèque** et en **Pologne** en 2004 afin de répondre à la question suivante : existe-t-il un effet détectable d'une fertilisation à base de Ca, P et K sur les pelouses à nard après un arrêt de fertilisation de 37 ans, sachant que les fertilisations ont été conduites sur 2 années (de 1965 à 1967) (Hejcman *et al.*, 2007a) ? Les expérimentations de fertilisations agricoles conduites de 1965 à 1967 ont permis de simuler différentes modalités de fertilisation en croisant différentes doses de Ca, N, P et S (9 modalités différentes, tableau 3) afin de mettre en évidence l'évolution de la végétation suite à la fertilisation des pelouses d'altitude. Il ressort de l'analyse menée par Hejcman *et al.* (2007a) que 37 ans après la fertilisation, ses effets sur la composition floristique sont encore visibles, notamment par la dominance de graminées sociales avec des réponses différentes sur les espèces végétales en fonction des éléments fertilisants (P, Ca et N). Cette étude établit que la restauration des pelouses d'altitude après une période de fertilisation (même courte) peut s'avérer difficile du fait de la persistance des nutriments (spécialement P et Ca) dans l'écosystème pendant une longue période (Hejcman *et al.*, 2007a).

⁶ La résilience écologique est la capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation importante.

Tableau 3 : Description des modalités de fumure appliquées en République Tchèque et en Pologne (d'après Hejzman et al., 2007a)

Désignation	Quantités appliquées (kg/ha)				Fertilisant utilisé
	Ca	N	P	S	
P1	60		24	30	CaSO ₄ + Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (20 % Ca, 8 % P, 10 % S)
P2	300		120	150	CaSO ₄ + Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (20 % Ca, 8 % P, 10 % S)
P3	600		240	300	CaSO ₄ + Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (20 % Ca, 8 % P, 10 % S)
N1	20	50			NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (25 % N, 10 % Ca)
N2	100	250			NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (25 % N, 10 % Ca)
N3	200	500			NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (25 % N, 10 % Ca)
Ca1	213				CaO (71 % Ca)
Ca2	1365				CaO (71 % Ca)
Ca3	2130				CaO (71 % Ca)

Les doses appliquées correspondent à 1 application. Entre 1965 et 1967, 5 applications ont été réalisées.

En Roumanie, les études récentes montrent que la pérennité d'*Arnica montana* dans les pelouses d'altitude résulte de pratiques agricoles extensives. L'exploitation des pelouses d'altitude par la fauche, avec épandage de fumier en période automnale semble correspondre aux pratiques agricoles les plus adaptées à la plante et à une richesse spécifique élevée des écosystèmes herbacés d'altitude (Rotar et al., 2010). Les travaux de Pacurar et al. (2012) indiquent qu'une fertilisation à partir de fumier (10 t/ha tous les ans ou tous les 2 ans) peut être envisagée afin de permettre le maintien de la diversité floristique des pelouses d'altitude, avec cependant un impact de la fertilisation sur la composition floristique et la diversité végétale (Cirebea et al., 2015).

Fennema (1990) a démontré que la croissance d'*Arnica montana* est négativement corrélée au dépôt d'azote alors que la croissance d'*Agrostis capillaris* est corrélée positivement. Si le taux d'azote est élevé, *Agrostis capillaris* s'avère un compétiteur plus efficace qu'*Arnica montana*. En effet, *Arnica montana* ne peut s'établir efficacement que sous 2 conditions : (1) la présence de micro-habitats à faible densité d'espèces phanérogamiques et (2) la présence à proximité d'une population reproductrice.

De plus, les fortes concentrations d'azote réduisent significativement la germination de l'espèce, son installation sur site ainsi que la croissance de ses plantules (Fennema, 1990 ; de De Graaf et al., 1998). Van der Eerden (1992) a quant à lui démontré que le nombre d'organes génératifs de l'*Arnica* est réduit après des traitements azotés. De plus, des symptômes sont également visibles sur les organes de la plante (autres que les feuilles). Les études montrent aussi une réduction de la floraison de l'*Arnica* après fumigation de NH₃ ainsi que la réduction de 50 % du taux de survie des graines, rendant l'espèce très sensible aux stress environnementaux (Van der Eerden et al., 1991).

3.4.2 Effets du pâturage sur les pelouses d'altitude et l'*Arnica*

Les expérimentations menées en Suisse (Laydu-Mange, 1992), montrent un impact négatif du pâturage sur les populations d'*Arnica*. Les auteurs notent que le pâturage est une source d'engrais pour le sol et qu'il favorise l'implantation d'espèces neutrophiles compétitives, ce qui est défavorable pour l'*Arnica*. Toutefois cette étude ne précise pas le chargement animal.... Or on constate sur les Hautes Vosges qu'un pâturage extensif, comme il est pratiqué généralement sur les hautes chaumes du massif des Vosges, permet effectivement le maintien

de l'habitat des pelouses d'altitude et des populations d'Arnica. Néanmoins il est vrai que les densités les plus fortes sont atteintes sur les pelouses fauchées et non fertilisées du secteur...

3.4.3 Effets de la fauche sur les pelouses d'altitude et l'Arnica

Aucune référence bibliographique traitant de l'impact de la fauche sur l'Arnica n'a été identifiée lors des recherches menées dans la littérature scientifique.

A noter que sur le Markstein les plus belles densités d'Arnica sont notées sur les prés de fauche non fertilisés et fauchés tardivement.

3.4.4 Effets du changement climatique sur l'Arnica

Les effets du changement climatique sur les populations des plantes des montagne dont fait partie *Arnica montana* restent indéniables (Grabherr *et al.*, 1994). En effet, le changement climatique a un effet significatif sur l'écologie des plantes alpines. Des migrations des espèces vers les altitudes les plus hautes sont notées, ce qui risque de conduire à des extinctions importantes pour ces écosystèmes.

Plusieurs études sont actuellement en cours sur les prairies montagnardes et la plupart concluent que la gestion conservatoire des habitats d'altitude représente probablement la meilleure approche pour conserver les populations végétales. La gestion doit minimiser les effets négatifs des changements climatiques et de pratiques agricoles inadéquates par la mise en œuvre de modalités agricoles plus restrictives (modification de la date de fauche, élimination de la biomasse et restriction de la fertilisation) (Buse *et al.*, 2015).

3.4.5 Effets des dépôts atmosphériques sur les pelouses d'altitude et l'Arnica

L'une des principales causes de régression des pelouses d'altitude correspond à la modification des propriétés biogéochimiques des sols (acidification/eutrophisation), d'origine agricole ou atmosphérique.

Aux **Pays-Bas**, les polluants atmosphériques comme le dioxyde de soufre et l'ammonium sont reconnus comme en partie responsables de la régression d'espèces de l'alliance du *Violion caninae* depuis 1950 (notamment *Arnica montana*, *Viola canina* et *Agrostis capillaris*) (Van Dam *et al.*, 1986). A de faibles concentrations, ces composants atmosphériques n'affectent pas la plupart des espèces du *Violion caninae* mais peuvent les impacter sur le long terme, par l'acidification des sols et la réduction du nombre et de la qualité des sites naturels nécessaires à leur maintien. En effet, ces modifications atmosphériques ont une incidence sur la compétitivité des espèces en favorisant notamment les espèces graminéennes. Suite à l'eutrophisation des chaumes induite par cette augmentation du niveau trophique des sols, est observée, chez *Agrostis capillaris*, une augmentation de la biomasse racinaire et végétale, avec une incidence positive sur ses capacités de compétition (densification du couvert, compétition pour la lumière), au détriment des autres espèces. Ce constat est d'autant plus net que ces expérimentations ont été menées sur des sols pauvres en éléments nutritifs. C'est donc surtout les modifications de compétitivité interspécifique qui orientent les couverts herbacés et font évoluer les chaumes vers des écosystèmes plus homogènes (banalisés),

avec perte de richesse spécifique, suite à l'augmentation de la disponibilité d'azote dans des écosystèmes naturellement pauvres (Dueck & Elderson, 1992).

Des études plus récentes menées en **France** se sont penchées sur l'impact des dépôts atmosphériques d'azote sur la composition floristique des pelouses d'altitude (Gaudnik *et al.*, 2011). Cette étude évalue les dépôts atmosphériques sur les Vosges (Pays de Bitche / Vosges du Nord / 257 m d'altitude), sur la base d'une modélisation (modèle EMEP / European Mapping and Emissions Programme) : le dépôt atmosphérique d'azote est évalué à 14,7 (\pm 0,61) kg N/ha/an, ce qui est loin d'être négligeable pour des écosystèmes comme les pelouses d'altitude. Même si les données concernant le Markstein ne sont pas connues, l'estimation des dépôts atmosphériques azotés dans les Vosges du Nord donnent un aperçu des quantités d'azote possibles, sachant que les données disponibles sur le site internet <http://www.ceip.at/webdab-emission-database/gridded-emissions-in-google-maps/> indiquent des concentrations du même ordre pour le Markstein. Cette étude conclue de plus que les espèces d'altitude les plus sensibles (dont l'Arnica) sont affectées dans leur distribution par ces changements climatiques. Cette étude mentionne aussi les effets indirects des dépôts d'azote comme par exemple l'augmentation de la sensibilité des espèces végétales au gel comme le montrent les travaux de Caporn *et al.* (2000). En effet, l'exposition aux polluants atmosphériques (NO₂ et SO₂) a été étudiée sur la Callune par Caporn *et al.* (2000). Les résultats montrent que pour cette espèce ces polluants peuvent avoir comme effet d'inhiber la photosynthèse, de générer des dommages tissulaires et de limiter la tolérance physiologique de l'espèce au gel.

En altitude, les études concourent globalement à prouver que les changements au niveau des cortèges d'espèces végétales sont en étroite relation avec l'acidification des sols et l'accumulation d'azote (Bobbink *et al.*, 2011 ; Dupré *et al.*, 2010). Les dépôts d'azote et de soufre ont comme conséquence d'acidifier les sols et de générer une réduction de la richesse spécifique des communautés végétales par régression des espèces les plus rares et les plus sensibles (Carly *et al.*, 2011).

3.5 Effets de la prédation sur les pelouses et l'Arnica

Bruelheide & Scheidel (1999), Scheidel & Bruelheide (1999) et Scheidel *et al.* (2003) ont évalué l'impact de la pression d'herbivorie exercée par les limaces sur les populations d'Arnica à différentes altitudes en **Allemagne**. Ces auteurs ont ainsi évalué l'impact des prélèvements végétaux de ces espèces sur l'Arnica. En effet, il est important de prendre en considération l'impact des mollusques herbivores sur les semis d'Arnica afin de définir leur incidence sur la reproduction de l'espèce végétale.

Il ressort de ces études que les jeunes pousses d'Arnica semblent être appréciées par certaines espèces de limaces, notamment lors de leur pousse printanière. Ces phénomènes de prédation représentent un facteur supplémentaire pouvant expliquer la régression de l'Arnica au sein de ses habitats.

4 Zone d'étude

4.1 Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude, située sur le Markstein (Massif vosgien), correspond aux limites de la zone conventionnée (152 ha) et aux secteurs en cours de négociation pour leur intégration à la zone conventionnée (48,5 ha) (figure 2).

4.2 Convention Arnica

4.2.1 Préconisations concernant la cueillette

La convention établie en juin 2007 entre les différents acteurs du territoire fixe les modalités de cueillette de l'Arnica au niveau de la zone conventionnée (convention « Acteurs Cueillette Arnica Markstein Grand Ballon »).

En effet, les cueilleurs s'engagent à :

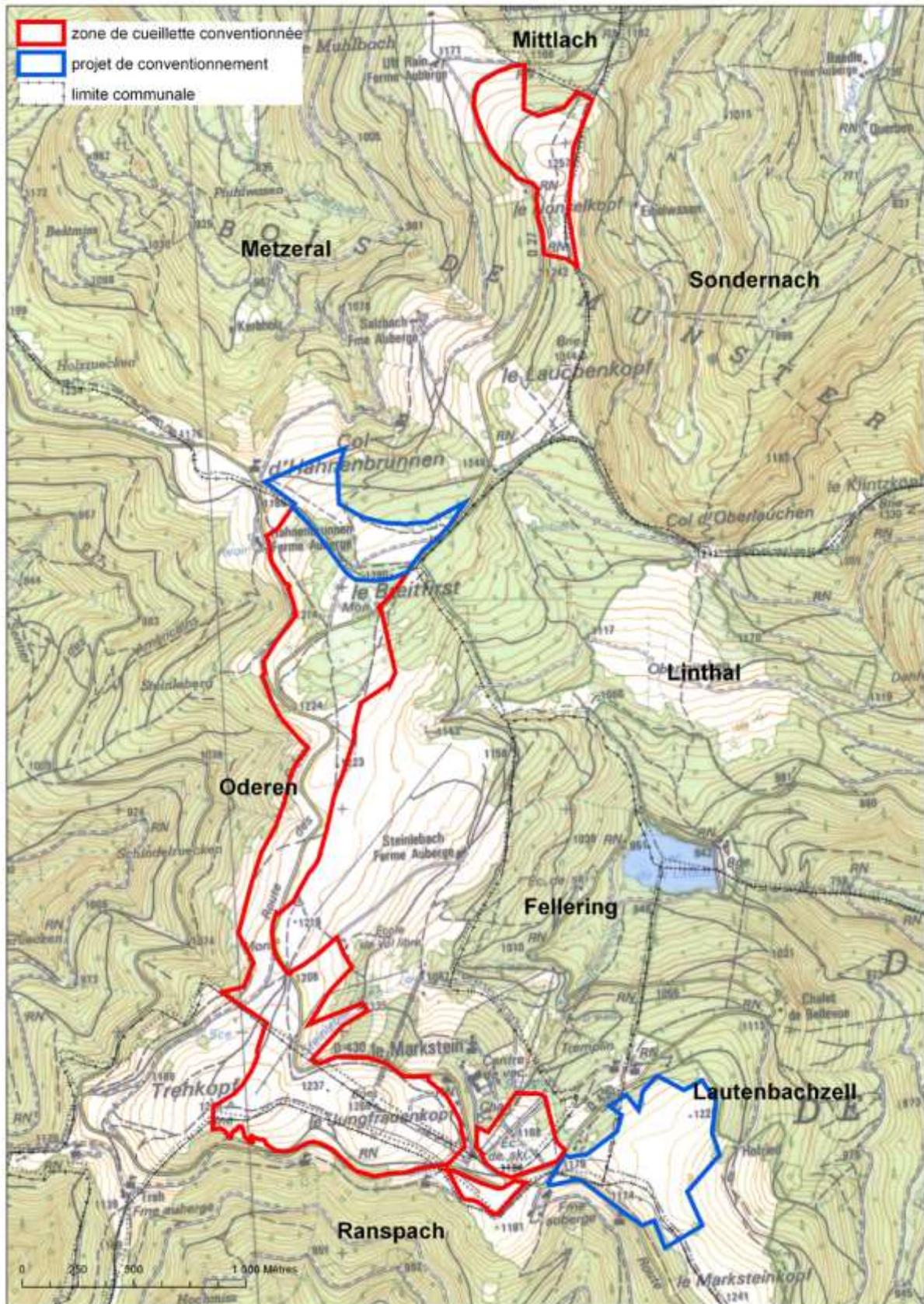
- respecter les lois, réglementations en vigueur et les dispositions locales ;
- faire une demande d'autorisation, individuelle ou collective, de cueillette à chaque commune concernée, soit directement, soit par le biais du ou des laboratoires pour lesquels ils cueillent ;
- prévenir les propriétaires du début de la cueillette ;
- adhérer à l'Association Vosgienne d'Economie Montagnarde (AVEM) ;
- ne pas négliger la responsabilité de l'AVEM, chaque acteur de la convention conservant ses responsabilités propres au regard de ses activités ou de ses missions ;
- suivre, dans la mesure du possible, les rencontres relatives à la filière Arnica, ainsi que celles organisées lors de la période de récolte ;
- signer cette déclaration d'engagement et la remettre à l'AVEM ;
- remplir et retourner à l'AVEM la fiche de suivi annuelle transmise avant la période de cueillette par l'Association ;
- respecter les règles de cueillette suivantes qui constituent le code de bonne conduite en matière de cueillette :
 - o ne cueillir que les plantes en pleine floraison et laisser les plants sans boutons, ainsi que les plants avec fleurs fanées nécessaires pour le semis naturel ;
 - o la cueillette se fait manuellement en utilisant des outils garantissant la protection de la plante (sécateur, couteau pour la fleur) ;
 - o la récolte de la racine est autorisée, par contre, l'arrachage doit être manuel en tirant sur la hampe florale de sorte à ne prélever que la partie souterraine rattachée directement à la partie aérienne. L'utilisation de la bêche est interdite ;
 - o conserver au minimum une tige fleurie tous les 5 m² afin de conserver des ressources alimentaires pour les insectes butineurs et de favoriser la reproduction sexuée de l'espèce ;
 - o respecter la culture en place, les installations agricoles (clôtures), les installations de sports et de loisirs, ainsi que les autres utilisateurs du site ;
 - o ne cueillir qu'à l'intérieur de la zone définie en annexe de la convention « Acteurs Cueillette Arnica Markstein Grand Ballon ».

4.2.2 Préconisations concernant les pratiques agricoles

La convention établie en juin 2007 entre les différents acteurs du territoire fixe les modalités des pratiques culturales au niveau de la zone conventionnée (convention « Acteurs Cueillette Arnica Markstein Grand Ballon ») :

- garantir l'entretien des hautes chaumes par :
 - o un pâturage annuel permettant de maintenir l'état actuel des landes pelouses grâce à un chargement animal compris entre 0,5 et 1 UGB/ha sur la saison de pâturage, estimée à 7 mois maximum. Ce pâturage peut être complété si nécessaire par l'élimination des refus et des rejets ligneux par intervention mécanique ou manuelle localisée après le 15 août et sans travail du sol ;
 - o ou une fauche après le 15 juillet ;
- proscrire toute opération risquant à court ou long terme de porter atteinte à l'intérêt des lieux et en particulier :
 - o les amendements chimiques, le chaulage des parcelles ;
 - o l'apport de fumure organique (lisiers, fumiers, composts, boues résiduelles de stations d'épuration, ...) ou minérale quelle qu'elle soit ;
 - o les traitements phytosanitaires ;
 - o le travail du sol, le semis, le sursemis.

Figure 2 : Localisation de la zone d'étude



5 Protocole de l'étude végétation

Afin de répondre aux objectifs du suivi pluri-annuel engagé en 2009, plusieurs axes complémentaires ont été développés :

- **approche de l'habitat** de l'Arnica : suivi des chaumes et de leur état de conservation ;
- **approche démographique** de l'Arnica par un suivi des populations *in situ* ;
- **approche expérimentale** visant à affiner les connaissances sur l'espèce : évaluation de l'impact de la cueillette sur les populations d'Arnica ;
- **approche climatique** : évaluation de l'impact des conditions climatiques sur les populations d'Arnica ;
- **approche complémentaire** : évaluation de l'évolution des populations d'Arnica à l'échelle de la zone d'étude par intervention des agriculteurs et/ou des cueilleurs (auto-évaluation encadrée).

Ces différentes approches sont envisagées sur des pas de temps. Pour identifier les années d'intervention dans la suite de ce document, le phasage suivant a été adopté :

- année 2009 = année t1 ;
- année 2010 = année t2 ;
- année 2011 = année t3 ;
- année 2012 = année t4 ;
- année 2013 = année t5 ;
- année 2014 = année t6 ;
- année 2015 = année t7.

5.1 Approche de l'habitat de l'Arnica

<i>Pas de temps : tous les ans de t1 à t5</i>

5.1.1 Sélection des relevés phytosociologiques

Un réseau de relevés phytosociologiques simplifié a été initié par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges (PNRBV) en 2007 (6 relevés simplifiés / Pb2). Les relevés réalisés par L. Alnot n'étant pas localisés avec précision, ils n'ont pu être intégrés au suivi pluri-annuel engagé en 2009. Les relevés phytosociologiques effectués par T. Missenard ont quant à eux été réalisés au sein de carrés permanents mis en place dans le cadre de son étude et n'ont pas été utilisés dans l'approche de l'habitat de l'Arnica car ils ne considèrent pas une surface minimale suffisante pour la réalisation de relevés phytosociologiques (environ 50 m² pour les groupements végétaux des chaumes).

Le suivi de l'évolution de l'habitat de l'Arnica a été assuré par le renforcement du réseau de relevés phytosociologiques déjà en place sur le site (6 relevés simplifiés réalisés depuis 2007 par le PNRBV). A ces 6 relevés simplifiés de végétation, ont été réjoutés 24 relevés phytosociologiques localisés par l'installation de bornes de type géomètre. La réalisation de relevés phytosociologiques représente en effet une méthode intéressante pour dresser l'évolution dans le temps de la composition floristique d'un habitat, suite à des modifications de pratiques agricoles (suite au conventionnement). Au final, le réseau de relevés phytosociologiques établi en 2009 correspond à 30 stations qui sont suivies annuellement afin de mettre en évidence les éventuelles modifications de la composition floristique et de l'état de conservation de l'habitat de l'Arnica.

La localisation des 24 relevés phytosociologiques a été discutée avec le PNRBV afin d'illustrer :

- l'évolution de la composition floristique en fonction des modifications des pratiques agricoles antérieures (avant conventionnement) ;
- l'évolution de la composition floristique en fonction des différentes pratiques agricoles actuelles (fauche, pâturage ou usage mixte de la parcelle) ;
- l'éventuelle apparition de l'Arnica.

C'est donc sur la base de la connaissance de Fabien Dupont (PNRBV) concernant les pratiques agricoles anciennes (parcelles ayant des passés culturels différents et soumis, depuis le conventionnement, à un cahier des charges similaire) que la sélection des nouvelles stations de suivi a été établie, tout en intégrant des secteurs actuellement exempts d'Arnica afin de mettre en évidence une éventuelle apparition de l'espèce, suite à l'extensification des pratiques agricoles faisant suite au conventionnement.

A noter que contrairement à ce qui avait été envisagé au démarrage de la mission, ces relevés phytosociologiques ne correspondent pas à un inventaire simplifié des espèces végétales en présence, sur la base de la fiche type de relevés établie par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges. En effet, il s'est avéré crucial de prendre en considération la totalité des espèces végétales présentes au sein des communautés végétales. En effet, les facteurs climatiques peuvent induire des changements dans la composition floristique des communautés végétales et leur mise en évidence passe par une évaluation de ces influences sur l'ensemble du cortège végétal. Ainsi, 30 relevés phytosociologiques complets ont été réalisés au sein de la zone d'étude dès 2009 afin de prendre en considération l'ensemble des espèces végétales présentes et de servir d'état de référence au présent suivi pluri-annuel.

La convention de cueillette de l'Arnica sur le Markstein/Grand Ballon précise les pratiques culturelles à mettre en œuvre dans le cadre du maintien de l'Arnica sur le territoire conventionné. Ainsi, la fauche au niveau des prairies d'altitude peut être réalisée à compter du 15 juillet, ce qui impose une date de réalisation des relevés phytosociologiques avant cette période. De plus le cortège floristique devant être le plus proche possible de la végétation disponible pour l'exploitation agricole, la date de réalisation des relevés phytosociologiques se doit d'être au plus proche de ce délai temporel.

Ce réseau de 30 relevés phytosociologiques a de plus été confronté à la cartographie des habitats et de leur état de conservation (démarches cartographiques réalisées dans le cadre du document d'objectifs Natura 2000) afin de définir l'évolution de ces habitats dans le temps ainsi que d'éventuelles évolutions de leur état de conservation.

A noter de plus que lors de la réalisation des poignées de De Vries, 10 relevés phytosociologiques sont réalisés tous les ans pendant le prélèvement de la végétation. Ces 10 relevés supplémentaires seront également utilisés dans le cadre de l'approche habitat de l'Arnica afin de préciser l'habitat en place et son état de conservation.

Au final, c'est un **réseau de 40 relevés phytosociologiques** (ou stations de suivi) qui a été suivi annuellement de 2009 à 2013 dans le cadre de l'évaluation de l'évolution de l'habitat de l'Arnica et de son état de conservation.

5.1.2 Méthodologie de réalisation des relevés phytosociologiques

Les relevés phytosociologiques sont réalisés selon la méthode de Braun-Blanquet qui préconise un échantillonnage tenant compte de la topographie des surfaces. L'objectif d'un tel relevé étant qu'il soit le plus représentatif possible, le choix d'une aire minimale homogène de prospection revêt une importance capitale (pour exemple entre 20 et 50 m² pour une pelouse d'altitude). Cette aire doit être assez grande pour englober le maximum d'espèces présentes sur le site, tout en conservant une homogénéité relative.

Une fois la surface définie, il faut lister toutes les espèces végétales présentes en leur apposant un coefficient d'Abondance-Dominance; l'Abondance étant la proportion relative d'individus d'une espèce donnée et la Dominance la surface occupée par celle-ci. Les coefficients d'Abondance-Dominance de Braun-Blanquet sont :

- + : l'espèce n'est présente que par quelques pieds ;
- 1 : l'espèce a un recouvrement inférieur à 5% ;
- 2 : l'espèce a un recouvrement compris entre 5 et 25% ;
- 3 : l'espèce a un recouvrement compris entre 25 et 50% ;
- 4 : l'espèce a un recouvrement compris entre 50 et 75% ;
- 5 : l'espèce a un recouvrement supérieur à 75%.

5.2 Approche démographique

5.2.1 Dispositif de suivi par les poignées de De Vries (Pb1)

<i>Pas de temps : tous les ans de t1 à t5</i>

Les populations d'Arnica sont également appréhendées par le biais de l'utilisation des dispositifs de poignées de De Vries mis en place en 2003-2004 par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges. La zone d'étude comptant 5 dispositifs mis en place par le PNRBV a été enrichie par 5 nouveaux dispositifs positionnés, en collaboration avec le PNRBV, en fonction :

- de la densité des populations d'Arnica ;
- des pratiques agricoles actuelles (après conventionnement) ;
- des pressions de cueillette.

La finalité de cette approche des populations d'Arnica *in situ* est de définir l'évolution des populations d'Arnica sur le site, par le biais de zones atelier réfléchies en fonction des différents scénarii rencontrés au sein de la zone d'étude.

La méthode quantitative des « poignées » de De Vries est souvent utilisée pour appréhender la dynamique de la végétation. Cette méthode consiste en 25 prélèvements aléatoires de végétation d'environ 25 cm² sous forme de poignées. La présence de toutes les espèces est notée dans chaque poignée prélevée.



Exemple de poignée de végétation prélevée sur le site avant son dépouillement (photo ESOPE)

La fréquence de l'espèce (F%) est le pourcentage des n observations où l'espèce est présente dans l'échantillon :

$$F\% = [\text{nb n de présences de l'espèce dans les 25 poignées} / 25] \times 100$$

Une estimation de la contribution de chaque espèce au rendement est aussi possible grâce à la méthode des poignées : il s'agit du B%. Dans chaque poignée, 6 points sont attribués aux espèces occupant le volume le plus important.

$$B\% = [\text{nb total de points attribués à l'espèce} / (6 \times 25)] \times 100$$

Un relevé phytosociologique a également été associé à ces investigations floristiques, ce qui a permis de renforcer le réseau de relevés phytosociologiques effectués sur la zone d'étude (Approche de l'habitat de l'Arnica).

5.2.2 Dispositif de suivi par l'évaluation diachronique des densités d'Arnica (Mi1)

Pas de temps : t2 et t5

Une cartographie de l'abondance de l'Arnica a été réalisée en juillet 2005 sur une zone qui s'étend de la ferme auberge de Mr Schickel jusqu'au Markstein (T. Missenard). Afin de suivre l'évolution des populations d'Arnica à l'échelle de la zone d'étude, il apparaît nécessaire de mettre en œuvre un suivi diachronique de cette carte de densités d'Arnica.

Il s'avère peu pertinent de mener ce type de cartographie tous les ans. Le travail réalisé en 2005 a été défini comme état de référence et une démarche similaire a été conduite au bout de 2 années (t2/2010) et en année t5 (2013).

La comparaison dans le temps de l'évolution des densités des populations d'Arnica fournira des éléments intéressants afin d'estimer l'évolution spatiale des peuplements de l'espèce. Elle permet également d'estimer la ressource pour chaque propriétaire et constitue ainsi un référentiel utilisé lors de la répartition des produits de vente de l'Arnica entre ces derniers.

La cartographie des densités est réalisée *juste avant la cueillette* afin de garantir une cohérence avec les conditions de terrain des cueilleurs (stade phénologique identique). La méthode consiste à identifier sur le terrain les territoires présentant une densité homogène *au plan de la floraison de l'Arnica*, puis de les cartographier. Cette densité de floraison a été estimée sur une échelle présentant 6 classes de % de floraison :

- absence de floraison : absence de floraison de l'Arnica ;
- floraison quasi-nulle : floraison de quelques pieds d'Arnica ;
- floraison rare : floraison de moins de 5 % des pieds d'Arnica ;

- floraison faible : floraison de 5 à 10 % des pieds d'Arnica ;
- floraison moyenne : floraison de 10 à 25 % des pieds d'Arnica ;
- floraison élevée : floraison de 25 à 50 % des pieds d'Arnica.

5.3 Approche expérimentale

Pas de temps : t3 à t7

5.3.1 Protocole initial

Description des dispositifs expérimentaux

Pour appréhender l'impact des pratiques agricoles et de la cueillette sur les populations d'Arnica, le suivi des protocoles expérimentaux mis en place par T. Missenard en 2005 (Mi3 et Mi4) a été assuré en 2009. Ces dispositifs, déjà positionnés sur le terrain ont été valorisés dans le cadre du suivi pluri-annuel afin de poursuivre les investigations menées antérieurement au sein de la zone d'étude.

Les 2 dispositifs mis en place sur le terrain par T. Missenard sont décrits ci-dessous pour un total de 54 carrés permanents :

- **Mi3 : la mise en place de 4 transects permettant l'étude de l'impact de la cueillette sur les populations d'Arnica.** Ces dispositifs ont été positionnés sur une zone gérée par l'ONF, non soumise à la cueillette.

Description de la méthode : 24 carrés permanents (1m x 2m) ont été localisés à l'aide de bornes métalliques et d'un GPS. Un comptage précis par carré permanent du nombre de rosettes et de tiges d'Arnica a été réalisé lors de la floraison de l'espèce. Sur ces 24 carrés, 6 répétitions de 4 intensités de cueillette doivent être réalisés chaque année : absence de cueillette, 25 % de cueillette, 50 % de cueillette et 100 % de cueillette. De plus sur les zones non cueillies, chaque tige et chaque rosette sont référencées dans un repère orthonormé sur une surface de 2500 cm² (50 cm x 50 cm). Différents critères phénotypiques sont répertoriés comme le nombre de feuilles, la longueur et la largeur de la plus grande feuille, la taille de la tige et le nombre de capitules secondaires. La mise en place de 4 intensités de cueillette n'a pu commencer en 2005. L'année 2005 représente donc l'année de référence, sans cueillette.

- **Mi4 : la mise en place de dispositifs permettant l'estimation de l'impact de la fertilisation et du chaulage sur les populations d'Arnica** sur une parcelle où aucun apport de fertilisant n'a été réalisé depuis de nombreuses années et où le recouvrement de l'Arnica est important.

Description de la méthode : 30 carrés permanents de 1m x 2 m ont été positionnés sur le terrain à l'aide de bornes métalliques et d'un GPS. On cherche à estimer l'impact de 6 types de traitements différents : absence de traitement (témoin), fertilisation faible, fertilisation moyenne, fertilisation élevée, chaulage, chaulage et fertilisation moyenne. Pour des raisons statistiques, chaque type de pratique doit être répété 5 fois. Lors de la floraison de l'Arnica, sur chaque placette, un comptage précis (par carré de 1m x 2 m) du nombre de rosettes et de tiges d'Arnica doit être réalisé. Un relevé phytosociologique a également été réalisé début juillet 2005. De plus un prélèvement de biomasse est également effectué sur une surface de 1 m² (4 sous-échantillons de 25 cm² localisés en damier dans le rectangle pour une hauteur de coupe de 2 cm). La mise en place des 6 types de traitement n'a pu commencer en 2005. L'année 2005 représente donc l'année de référence, sans pratiques agricoles.

Ces deux dispositifs expérimentaux ont été repérés en 2009 sur le terrain par le biais de bornes de type géomètre (positionnement au sol installé en 2005) et ont été matérialisés sur le site par l'implantation de piquets en bois reliés entre eux par du fil agricole. L'objectif de cette installation, mise en place en collaboration avec le PNRBV, était de rendre le secteur visible pour les futures années de cueillette afin que les cueilleurs ne pénètrent pas sur les 2 dispositifs et n'y prélèvent pas la plante, ce qui devait permettre de limiter tout biais dans l'expérimentation.

C'est sur la base des 2 dispositifs expérimentaux qu'ont été menées les investigations avec, pour 2009, une analyse de la végétation existante (état initial) et pour les années suivantes, une simulation des pratiques agricoles et de cueillette, selon différentes modalités, afin d'évaluer l'impact de l'agriculture et du prélèvement de l'*Arnica* sur les populations de la plante et l'état de conservation de son habitat naturel.

Suivis de végétation initiés en 2009

Les deux dispositifs expérimentaux installés par T. Missenard ont été suivis en août 2009 et les données acquises constituaient l'état initial pour le suivi pluri-annuel. Il est en effet important de constituer un solide état de référence avant toute expérimentation sur du matériel biologique *in situ*.

Les investigations floristiques de 2009 ont consisté à la réalisation d'inventaires et de mesures de végétation sur les 54 carrés permanents localisés sur le terrain par des bornes de type géomètre.

Afin de mener à bien les expérimentations et dans le souci de faire les manipulations annuelles sur une même surface, un cadre de lecture de 2 x 1 m a été utilisé et positionné sur les 54 carrés permanents lors de la lecture des 2 dispositifs en 2009.

Au sein de chacun des 54 carrés permanents, un ensemble d'investigation a été mené de manière systématique :

- réalisation d'un relevé phytosociologique complet sur la surface de 2 m² ;
- comptage du nombre de pieds d'*Arnica* fleuris et non fleuris comprenant :
 - o détermination du nombre de feuilles par rosette basale de l'espèce ;
 - o détermination du nombre de capitules pour chacun des pieds fleuris.

Les investigations de terrain se sont orientées sur le matériel biologique aérien. L'objectif du suivi touchant l'impact des pratiques agricoles et de la cueillette, il s'avère inutile de travailler au niveau des rhizomes de l'espèce, d'autant que de telles manipulations auraient comme conséquence directe la destruction des populations en place et ne seraient pas compatibles avec les objectifs du suivi pluri-annuel à engager.

L'objectif de ce suivi est d'identifier des caractéristiques biologiques de l'*Arnica* qui permettront, dans les années à venir, de définir les évolutions des populations de l'espèce en fonction des différentes modalités qui seront imposées tous les ans aux 54 carrés expérimentaux. Ainsi, le raisonnement s'est basé sur l'évaluation du matériel foliaire de la plante, en définissant des caractères biologiques susceptibles d'évoluer suite à la cueillette et aux pratiques agricoles. Les différentes mesures effectuées au sein des carrés permanents ont ainsi comme objet de répondre aux questions suivantes :

- comment le système aérien de la plante (systèmes foliaire et floral) réagit aux modifications d'origine anthropique (pratiques agricoles et cueillette) ?

- quelles sont les incidences des pratiques agricoles et de la cueillette sur le nombre de pieds d'Arnica ?
- quelles sont les éventuelles stratégies développées par la plante pour répondre au stress imposé par les pratiques agricoles et la cueillette ?

Des **investigations complémentaires ont également été conduites au sein des 2 dispositifs expérimentaux**, en dehors des 54 carrés permanents. En effet, il est important de pouvoir confronter les analyses de végétation réalisées au niveau des 54 carrés permanents avec ce qu'il convient de nommer un « individu Arnica type ».

Par exemple, pour chaque carré permanent, ont été dénombrées le nombre de feuilles basales par pied d'Arnica (avec distinction des pieds fleuris et non fleuris). Sur la base de ces éléments biologiques, il serait intéressant de définir la surface foliaire de l'espèce, cette caractéristique s'avérant importante dans l'évaluation de la réponse de la plante aux stress imposés par les pratiques agricoles et la cueillette.

Partant du principe qu'il est illusoire de prétendre à définir la surface foliaire de chaque plant d'Arnica au regard du nombre de plants identifiés (4928 pieds dénombrés sur les 54 carrés permanents), le parti a été pris de définir un « individu Arnica type » avec une surface foliaire « moyenne ». Pour ce faire, en dehors des 54 carrés permanents, ont été prélevés :

- 30 pieds d'Arnica fleuris ;
- 50 pieds d'Arnica non fleuris.

Sur la base de ces prélèvements, les feuilles basales de chacune des plantes ont été scannées et ont fait l'objet d'une digitalisation dont l'objectif était de définir une surface foliaire par feuille basale, puis par plant. Cette surface foliaire moyenne servira de calibrage dans l'estimation de la surface foliaire pour chacun des 54 carrés permanents, ce qui permettra de comparer entre eux et dans le temps les évolutions foliaires de l'Arnica en fonction des paramètres agricoles et de cueillette.

Méthodologie de simulation de la cueillette

Les modalités suivantes devaient être imposées annuellement aux carrés permanents, à savoir 4 modalités de cueillette à tester (30 carrés permanents permettant les répétitions) :

- absence de cueillette ;
- 25 % de cueillette ;
- 50 % de cueillette ;
- 75 % de cueillette ;
- 100 % de cueillette.

Au plan technique, une phase de réflexion est nécessaire avant de mettre en œuvre ces différentes modalités afin de :

- définir les méthodes utilisées pour la cueillette et la fertilisation/chaulage pour identifier le type de fertilisant à utiliser, garantir la répétitivité des doses appliquées, ... ;
- prendre en considération le savoir-faire local afin de simuler des pratiques proches de ce qui se fait au niveau de la zone d'étude (comment a lieu la cueillette ? quels fertilisants sont utilisés par les exploitants agricoles ? ...).

5.3.2 Adaptations du protocole en 2011

Les dispositifs expérimentaux prévus initialement dans la mission (impact des pratiques agricoles et impact de la cueillette) ont été suivis en 2009 et 2010, ce qui a conduit à :

- l'établissement de l'état initial en 2009 ;
- la simulation des pratiques de cueillette et agricoles en 2010.

Suite aux observations de terrain menées en juillet 2010, il est apparu que le dispositif expérimental voué aux pratiques agricoles a été soumis à la cueillette. Il semble que les panneaux d'affichage positionnés sur le site en amont du démarrage de la cueillette (1 semaine avant) ont été enlevés du site expérimental, ce qui a engendré sa cueillette. Dans ce contexte, il s'est avéré impossible de continuer à utiliser ces dispositifs, que ce soit pour la cueillette ou pour les pratiques agricoles. De plus, rien ne garantit que ces carrés permanents n'aient pas été soumis à cueillette en 2009 également (année d'établissement de l'état de référence).

En conséquence, le parti a été pris de réorienter l'étude concernant l'approche expérimentale. Dans la mesure où de nouveaux protocoles devaient être implantés sur le site du Markstein ou à proximité, il est apparu évident que la localisation des futurs sites d'étude devait se situer en dehors du périmètre de conventionnement et qui plus est dans un secteur peu accessible et exempt de cueillette.

Afin de réorienter l'étude expérimentale, une recherche bibliographique a été menée concernant l'effet des pratiques agricoles et de la cueillette sur l'Arnica (cf. 3.) . En effet, il est apparu intéressant d'analyser les informations disponibles dans la littérature afin de réfléchir plus efficacement aux questions posées dans le cadre de la présente étude. Il ressort de cette première approche que l'impact des pratiques agricoles sur la végétation des chaumes et sur l'Arnica est bien appréhendé dans les études scientifiques menées au niveau européen. D'après cette analyse, il apparaît possible de prendre en considération les résultats bibliographiques pour le volet « impact des pratiques agricoles » dans le cas de la présente étude. Cette possibilité a été discutée en séance avec Vosges Développement et le Parc naturel régional des Ballons des Vosges afin de faire le point sur l'évolution à donner à l'étude. A l'issue des discussions, il a été décidé de prendre appui sur la bibliographie pour le volet « pratiques agricoles » afin de pallier au fait que le dispositif expérimental ne puisse plus être utilisé en l'état.

En revanche, l'analyse bibliographique démontre que peu d'études ont appréhendé les effets de la cueillette sur l'Arnica. Ainsi, il a été décidé, en accord avec Vosges Développement et le Parc naturel régional des Ballons des Vosges que le dispositif « cueillette » ne serait pas remplacé par une analyse bibliographique. En conséquence, il a du être déplacé dans un secteur propice (peu de passages pédestres, pas de cueillette, terrains pouvant accueillir des expérimentations donc exempts de gestion agricole) afin de pouvoir mener à bien l'expérimentation. Cependant, un décalage temporel a du être opéré, en plus du déplacement géographique du dispositif. Ainsi, il a fallu repositionner un nouveau dispositif en 2011 avec un suivi sur 5 ans, comme initialement prévu, soit un décalage de 2 ans de la mission avec :

- année 2011 : mise en place du dispositif expérimental et état initial ;
- année 2012 à 2015 : simulation des modalités de cueillette ;
- année 2015 : lecture des carrés permanents et analyse des résultats par comparaison avec l'état initial de 2011.

En ce qui concerne le choix de la station devant accueillir le dispositif expérimental « cueillette », plusieurs propositions ont été étudiées avec le Parc naturel régional des Ballons des Vosges en début de saison de végétation (mai-juin 2011) afin de positionner les carrés

permanents dans des secteurs à Arnica répondant aux exigences expérimentales. Fabien Dupont avait notamment proposé la chaume d'Oberlauchen où le Parc a réalisé des relevés de végétation en 2005 et 2006 (présence d'Arnica) ou des sites situés au niveau du domaine skiable du Grand Ballon ou sur le Hilsenfirst (chaumes peu accessibles).

5.4 Approche climatique

Pas de temps : tous les ans de t1 à t5

L'approche climatique correspond à une démarche transversale qui doit permettre de pondérer les résultats obtenus dans le cadre des différentes approches appréhendées dans le cadre du suivi pluri-annuel, notamment d'expliquer les variations et modifications observées lors des différentes étapes de ce suivi scientifique.

Il faut cependant garder à l'esprit qu'un simple croisement des données floristiques et des conditions climatiques ne fournit pas systématiquement des résultats concernant l'impact du climat sur la végétation. En effet, les espèces végétales réagissent relativement lentement aux conditions climatiques, ce qui conditionne directement la mise en évidence de l'impact de la météorologie sur les peuplements floristiques.

Afin de ne pas alourdir le suivi engagé, la réflexion a été menée au niveau d'un pas de temps en adéquation avec les délais de réponse de la végétation aux contraintes climatiques. Ainsi, il est intéressant de raisonner à une échelle pluri-annuelle (pas de temps de 5 ans) afin de faire un bilan qualitatif et quantitatif de l'évolution des indicateurs floristiques appréhendés par les autres approches (2008-2013).

5.5 Approche complémentaire d'auto-évaluation

Pas de temps : tous les ans de t1 à t5

Il est pertinent de mettre en place un réseau humain de suivi *in situ* des populations d'Arnica (cueilleurs et/ou agriculteurs). L'objectif étant de quadriller l'ensemble de la zone d'étude par le biais d'observations annuelles précises, une méthodologie de prise de note doit être mise au point.

Cette démarche vise à :

- établir une fiche de terrain lisible par tous et simple à remplir sur le terrain par les différents intervenants ;
- tester cette fiche afin de pallier aux éventuels problèmes liés à la prise des données *in situ* ;
- valider, tous les ans, la synthèse des fiches de terrain remplies au cours de la saison.

L'objectif de cette démarche est d'aboutir à une cartographie des populations d'Arnica à l'échelle du site, à différentes phases clés pour la phénologie de l'espèce (rosette, floraison, ...) et de permettre aux acteurs locaux de s'approprier la préservation de la ressource végétale.

6 Résultats après sept années de suivi

6.1 Approche de l'habitat de l'Arnica

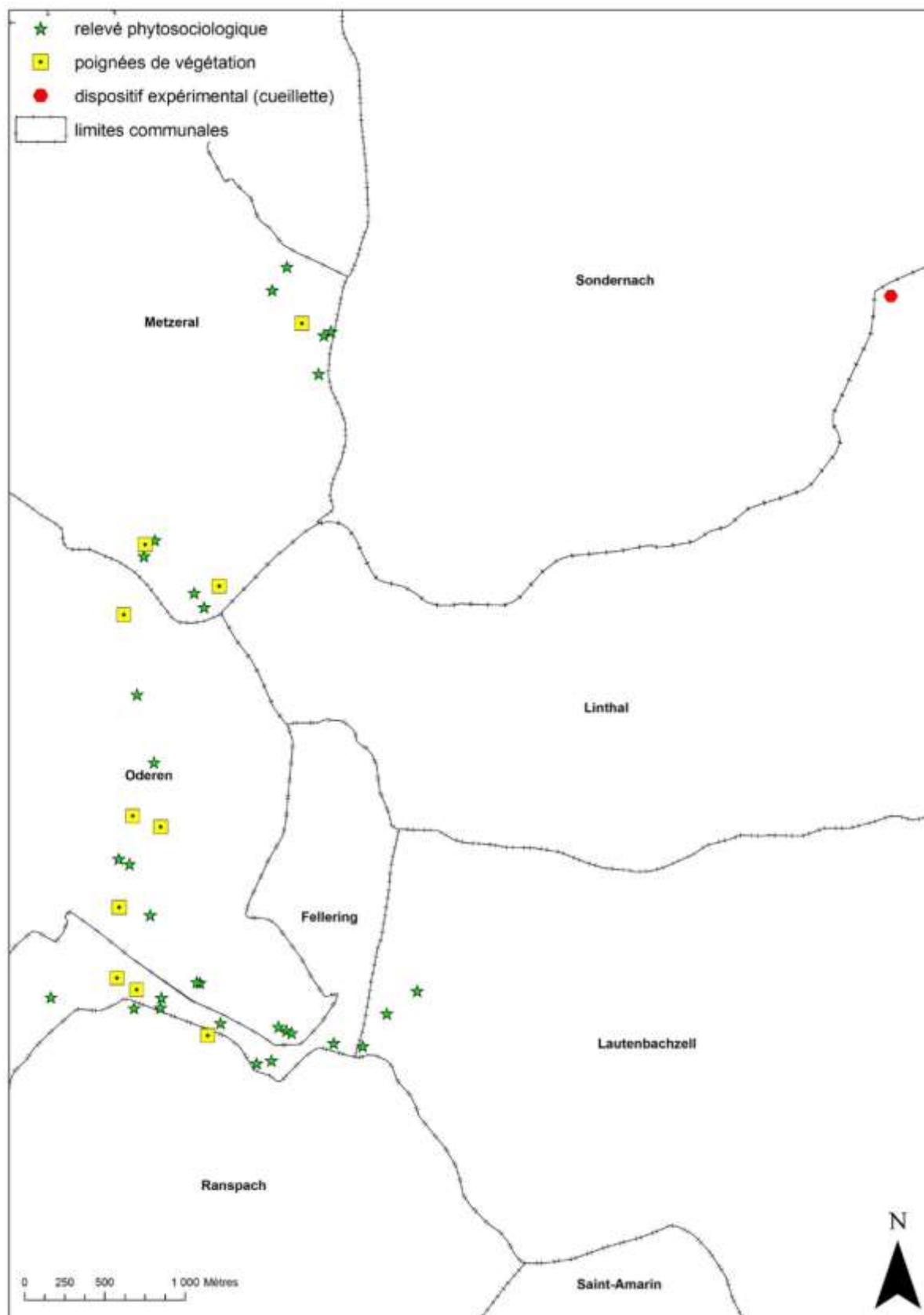
Les 40 relevés phytosociologiques réalisés de 2009 à 2013 sont présentés en annexe 1 et localisés en figure 3.

Les principales informations apportées par ces 40 relevés phytosociologiques sont détaillées en tableau 4.

Tableau 4 : Informations concernant les 40 relevés phytosociologiques

N° du relevé	Habitat (DOCOB)	Code Natura 2000 (DOCOB)	Etat de conservation (DOCOB)	Source de la cartographie (DOCOB)	Type de relevé
AP1	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse à Ericacées	6230	optimal	DUPONT Fabien, 13 Août 2002	Poignée
AP2	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	DUPONT Fabien, mai 2003	Poignée
AP3	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	ALNOT L., 2001 & DUPONT F., mai 2003	Poignée
AP4	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	L. ALNOT, 2001	Poignée
MV1110	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	autre : réversible	ALNOT Laurent, 2001	Poignée
MV1111	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	autre : réversible	ALNOT Laurent, 2002	Poignée
MV1112	38.23 - Prairie fumée	6230 dégradé	autre : irréversible	L. ALNOT, 2001	Poignée
SCH04	31.213 x 41.15 - Prés-bois	4030 x 9140	favorable	DUPONT F., 2001	Poignée
SCHHA3	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	L. ALNOT, 2001	Poignée
SCHHA5	31.213 - Lande pelouse d'altitude	4030	optimal	L. ALNOT, 2001	Poignée
ESOP1	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
ESOP10	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	ALNOT L., 2001	Relevé phytosociologique
ESOP2	35.1 x 36.3161 - Pré de fauche récent (contours exacts ?)	6230	autre : réversible	DUPONT Fabien	Relevé phytosociologique
ESOP3	35.1 x 36.3161 - Pré de fauche récent (contours exacts ?)	6230	autre : réversible	DUPONT Fabien	Relevé phytosociologique
ESOP4	35.1 x 36.3161 x 41.15 - Prés-bois	6230 x 9140	favorable	DUPONT Fabien, 2003	Relevé phytosociologique
ESOP5	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	DUPONT Fabien, mai 2003	Relevé phytosociologique
ESOP6	38.3 - Prairie d'altitude	6230 dégradé	autre : réversible	DUPONT Fabien, mai 2003	Relevé phytosociologique
ESOP7	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
ESOP8	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
ESOP9	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	autre : réversible	ALNOT Laurent, 2002	Relevé phytosociologique
Ha3_PARnc_08	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
Ha4_PARnc_08	38.3 - Prairie d'altitude	4030 dégradé	autre : réversible	DUPONT Fabien	Relevé phytosociologique
HaA_PARnc_08	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
HaB_PARnc_08	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	ALNOT L., 2001	Relevé phytosociologique
MA2	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	optimal	ALNOT L., 2001 & DUPONT F., mai 2003	Relevé phytosociologique
Ma2_PARnc_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	DUPONT Fabien, 13 Août 2002	Relevé phytosociologique
MA3	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	optimal	ALNOT L., 2001 & DUPONT F., mai 2003	Relevé phytosociologique
MA4	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	DUPONT Fabien, 2004	Relevé phytosociologique
MA5_PARnc_06	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	DUPONT Fabien, 2004	Relevé phytosociologique
MA6_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	DUPONT Fabien, 13 Août 2002	Relevé phytosociologique
MA8_Panc_07	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	favorable	ALNOT Laurent, 2001	Relevé phytosociologique
MA9_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
MaA_PARnc_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	DUPONT Fabien, 2004	Relevé phytosociologique
St6_PAR_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	ALNOT L., 2001	Relevé phytosociologique
St8_CLP_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	favorable	ALNOT Laurent, 2000	Relevé phytosociologique
StA_CLP_08	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	optimal	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique
TR1_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	optimal	ALNOT L., 2001 & DUPONT F., mai 2003	Relevé phytosociologique
Tr2_PARnc_07	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	DUPONT Fabien, mai 2003	Relevé phytosociologique
Tr3_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - lande pelouse à Ericacées	6230	optimal	DUPONT Fabien, 13 Août 2002	Relevé phytosociologique
Uf5_PARnc_08	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	L. ALNOT, 2001	Relevé phytosociologique

Figure 3 : Localisation des relevés de végétation et du dispositif expérimental de cueillette



6.1.1 Analyse de l'évolution de la richesse spécifique

La **richesse floristique** est exprimée par le nombre total d'espèces floristiques présentes dans les relevés phytosociologiques. Dans la mesure où les relevés ont été réalisés tous les ans par le même observateur, des comparaisons peuvent être réalisées sur la base d'une analyse de l'évolution de la richesse spécifique entre les années (analyse diachronique).

La figure 4 et le tableau 5 présentent la richesse spécifique pour les 40 relevés de végétation et pour les 5 années de suivi.

Globalement la richesse spécifique évolue peu d'une année sur l'autre pour de nombreux relevés. Les différences inter-annuelles résultent essentiellement de critères phénologiques. En effet, les dates de réalisation des relevés de végétation étant relativement fixes au cours du temps (début juillet, juste avant la cueillette), il est évident que le stade de développement des espèces floristiques n'est pas le même tous les ans. Ainsi, lors de la réalisation des relevés phytosociologiques, la grande majorité des espèces est visible, seules quelques espèces peuvent ne pas être identifiées alors qu'elles pourraient apparaître un peu plus tard (ou plus tôt) dans le couvert végétal.

En conclusion, le critère « richesse spécifique » tend à illustrer la stabilité du nombre d'espèces sur les 40 stations étudiées, les différences observées résultant de variations phénologiques (variations classiquement observées dans le cadre de suivis de relevés de végétation). De plus, sur 40 relevés étudiés, 13 ne voient aucune évolution au niveau de la richesse spécifique, au courant des 5 années de suivi (soit 32,5 % de l'échantillonnage).

En conclusion, les stations suivies présentent une richesse spécifique stable au cours des 5 années de suivi, les évolutions constatées pouvant être attribuées à la phénologie des espèces végétales, naturellement différente d'une année sur l'autre.

Figure 4 : Evolution de la richesse spécifique sur les 5 années du suivi

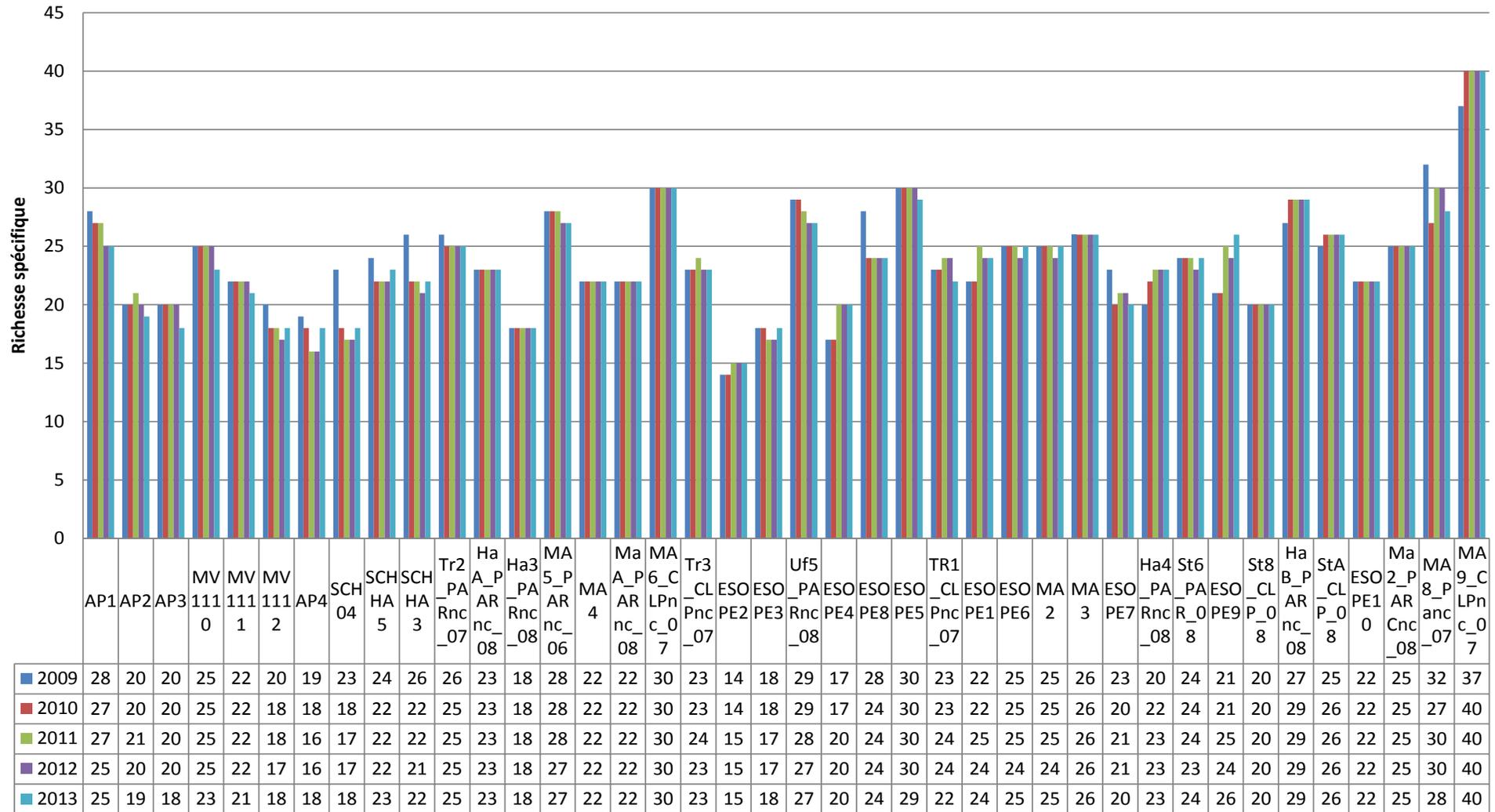


Tableau 5 : Richesse spécifique des relevés phytosociologiques

		2009	2010	2011	2012	2013	Moyenne	Ecart-type
A P 1	Poignée	28	27	27	25	25	26,40	1,26
A P 2	Poignée	20	20	21	20	19	20,00	0,50
A P 3	Poignée	20	20	20	20	18	19,60	0,00
M V 1 1 1 0	Poignée	25	25	25	25	23	24,60	0,00
M V 1 1 1 1	Poignée	22	22	22	22	21	21,80	0,00
M V 1 1 1 2	Poignée	20	18	18	17	18	18,20	1,26
A P 4	Poignée	19	18	16	16	18	17,40	1,50
S C H 0 4	Poignée	23	18	17	17	18	18,60	2,87
S C H H A 5	Poignée	24	22	22	22	23	22,60	1,00
S C H H A 3	Poignée	26	22	22	21	22	22,60	2,22
T r 2 _ P A R n c _ 0 7	Relevé	26	25	25	25	25	25,20	0,50
H a A _ P A R n c _ 0 8	Relevé	23	23	23	23	23	23,00	0,00
H a 3 _ P A R n c _ 0 8	Relevé	18	18	18	18	18	18,00	0,00
M A 5 _ P A R n c _ 0 6	Relevé	28	28	28	27	27	27,60	0,50
M A 4	Relevé	22	22	22	22	22	22,00	0,00
M a A _ P A R n c _ 0 8	Relevé	22	22	22	22	22	22,00	0,00
M A 6 _ C L P n c _ 0 7	Relevé	30	30	30	30	30	30,00	0,00
T r 3 _ C L P n c _ 0 7	Relevé	23	23	24	23	23	23,20	0,50
E S O P E 2	Relevé	14	14	15	15	15	14,60	0,58
E S O P E 3	Relevé	18	18	17	17	18	17,60	0,58
U f 5 _ P A R n c _ 0 8	Relevé	29	29	28	27	27	28,00	0,96
E S O P E 4	Relevé	17	17	20	20	20	18,80	1,73
E S O P E 8	Relevé	28	24	24	24	24	24,80	2,00
E S O P E 5	Relevé	30	30	30	30	29	29,80	0,00
T R 1 _ C L P n c _ 0 7	Relevé	23	23	24	24	22	23,20	0,58
E S O P E 1	Relevé	22	22	25	24	24	23,40	1,50
E S O P E 6	Relevé	25	25	25	24	25	24,80	0,50
M A 2	Relevé	25	25	25	24	25	24,80	0,50
M A 3	Relevé	26	26	26	26	26	26,00	0,00
E S O P E 7	Relevé	23	20	21	21	20	21,00	1,26
H a 4 _ P A R n c _ 0 8	Relevé	20	22	23	23	23	22,20	1,41
S t 6 _ P A R _ 0 8	Relevé	24	24	24	23	24	23,80	0,50
E S O P E 9	Relevé	21	21	25	24	26	23,40	2,06
S t 8 _ C L P _ 0 8	Relevé	20	20	20	20	20	20,00	0,00
H a B _ P A R n c _ 0 8	Relevé	27	29	29	29	29	28,60	1,00
S t A _ C L P _ 0 8	Relevé	25	26	26	26	26	25,80	0,50
E S O P E 1 0	Relevé	22	22	22	22	22	22,00	0,00
M a 2 _ P A R C n c _ 0 8	Relevé	25	25	25	25	25	25,00	0,00
M A 8 _ P a n c _ 0 7	Relevé	32	27	30	30	28	29,40	2,06
M A 9 _ C L P n c _ 0 7	Relevé	37	40	40	40	40	39,40	1,50
	Moyenne	23,8	23,3	23,7	23,3	23,3		
	Ecart-type	4,42	4,65	4,66	4,63	4,47		

Rappel : dans chaque parcelle ayant fait l'objet d'investigations par la méthode De Vries, un relevé phytosociologique a également été réalisé (cf 10 premières ligne du tableau ci-dessus).

6.1.2 Analyse diachronique des relevés phytosociologiques

La richesse spécifique ne montrant aucune évolution nette dans le cadre de l'analyse des 40 stations étudiées, une seconde étape consiste à étudier la similarité des relevés au cours du temps. Il est en effet important de prendre en considération l'évolution de la composition floristique des stations suivies au cours des 5 années de suivi afin de mettre en évidence les évolutions en termes d'espèces.

Pour ce faire, il convient d'utiliser un indice de similarité de type binaire asymétrique visant à comparer les objets (en l'occurrence la composition floristique des stations suivies par le biais de relevés phytosociologiques), sur la base de la présence-absence des espèces. Cet indice de similarité a comme objectif d'évaluer la « ressemblance » floristique entre deux relevés. L'un des indices de similarité les plus utilisés en phytosociologie (ou coefficient de communauté) a été retenu : l'indice de Jaccard (S_{Jij}) qui mesure la proportion d'espèces communes à deux relevés i et j par rapport au total des espèces qu'ils contiennent.

Cet indice se calcule de la manière suivante :

$$S_{Jij} = a / (a + b + c)$$

sachant que :

a = nombre d'espèces communes aux relevés i et j

b = nombre d'espèces uniquement présentes dans le relevé i

c = nombre d'espèces uniquement présentes dans le relevé j

Globalement, un résultat de 1 représente la similarité la plus forte et 0 la valeur minimale correspondant à aucune similarité entre 2 relevés.

Afin de mettre en place cette approche statistique, chaque relevé a été comparé au relevé de référence qui correspond au relevé réalisé en 2009, première année du suivi correspondant à l'état de référence temporel. Ainsi, chacun des relevés de 2010, 2011, 2012 et 2013 a été comparé à son relevé de référence de 2009. Les résultats de ces analyses sont présentés en tableau 6.

Par comparaison entre la dernière année de suivi (2013) avec l'année de référence (2009), il ressort de cet indice de similarité :

- que la plupart des relevés peuvent, au bout de 5 années de suivi, être jugés « similaires » à l'état de référence de 2009 ($S_{Jij} > 0,75$ rencontré dans 34 stations sur 40, soit 85 % de l'échantillon) ;
- 5 relevés voient leur coefficient de similarité inférieur à 0,75 (SCH04, ESOPE 7, ESOPE 8, HaB_PARnc_08 et MA8_Panc_07). Pour ces 5 cas de figure (SCH04, ESOPE 7, ESOPE 8, HaB_PARnc_08, MA8_Panc_07), les stations correspondent à des chaumes situées en dehors de la zone conventionnée, donc au niveau de parcelles où les pratiques agricoles ne sont pas forcément extensives ou de parcelles qui ne sont pas encadrées dans le cadre de contrats MAE, comme c'est le cas au sein de la zone conventionnée. Ainsi le relevé HaB_PARnc_08 correspond à une chaume en cours d'intensification (fertilisation + fauche).

En conclusion, au sein de la zone conventionnée, les stations suivies présentent une composition floristique stable au cours des 5 années de suivi (analyse de l'indice de Jaccard).

Tableau 6 : Indice de Jaccard des relevés phytosociologiques

		2009	2010	2011	2012	2013	Moyenne	Ecart-type
A P 1	Poignée		0,96	0,96	0,89	0,9	0,93	0,04
A P 2	Poignée		1	0,95	1	0,95	0,98	0,03
A P 3	Poignée		1	1	1	0,9	0,98	0,00
M V 1 1 1 0	Poignée		1	1	1	0,92	0,98	0,00
M V 1 1 1 1	Poignée		1	1	1	0,95	0,99	0,00
M V 1 1 1 2	Poignée		0,9	0,95	0,85	0,9	0,90	0,05
A P 4	Poignée		0,85	0,79	0,75	0,95	0,84	0,05
S C H 0 4	Poignée		0,78	0,67	0,62	0,7	0,69	0,08
S C H H A 5	Poignée		0,92	1	0,96	0,96	0,96	0,04
S C H H A 3	Poignée		0,85	0,85	0,84	0,85	0,85	0,01
T r 2 _ P A R n c _ 0 7	Relevé		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,00
H a A _ P A R n c _ 0 8	Relevé		1	0,96	1	1	0,99	0,02
H a 3 _ P A R n c _ 0 8	Relevé		1	1	0,94	1	0,99	0,03
M A 5 _ P A R n c _ 0 6	Relevé		1	1	0,96	0,96	0,98	0,02
M A 4	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
M a A _ P A R n c _ 0 8	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
M A 6 _ C L P n c _ 0 7	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
T r 3 _ C L P n c _ 0 7	Relevé		1	1	0,92	0,91	0,96	0,05
E S O P E 2	Relevé		1	0,69	0,71	0,86	0,82	0,17
E S O P E 3	Relevé		1	0,79	0,84	0,89	0,88	0,11
U f 5 _ P A R n c _ 0 8	Relevé		1	0,7	0,72	0,77	0,80	0,17
E S O P E 4	Relevé		1	0,76	0,76	0,76	0,82	0,14
E S O P E 8	Relevé		0,73	0,73	0,69	0,68	0,71	0,02
E S O P E 5	Relevé		1	1	1	0,96	0,99	0,00
T R 1 _ C L P n c _ 0 7	Relevé		1	0,96	0,96	0,96	0,97	0,02
E S O P E 1	Relevé		1	0,74	0,77	0,77	0,82	0,14
E S O P E 6	Relevé		1	1	0,96	1	0,99	0,02
M A 2	Relevé		1	1	0,96	1	0,99	0,02
M A 3	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
E S O P E 7	Relevé		0,79	0,83	0,79	0,72	0,78	0,02
H a 4 _ P A R n c _ 0 8	Relevé		0,75	0,72	0,76	0,75	0,75	0,02
S t 6 _ P A R _ 0 8	Relevé		1	0,96	0,96	1	0,98	0,02
E S O P E 9	Relevé		1	0,47	0,4	0,8	0,67	0,33
S t 8 _ C L P _ 0 8	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
H a B _ P A R n c _ 0 8	Relevé		0,8	0,7	0,7	0,7	0,73	0,06
S t A _ C L P _ 0 8	Relevé		0,82	0,86	0,82	0,89	0,85	0,02
E S O P E 1 0	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
M a 2 _ P A R C n c _ 0 8	Relevé		1	1	1	1	1,00	0,00
M A 8 _ P a n c _ 0 7	Relevé		0,7	0,76	0,76	0,69	0,73	0,03
M A 9 _ C L P n c _ 0 7	Relevé		0,81	0,77	0,78	0,75	0,78	0,02

En rouge les relevés de végétation pour lesquels l'indice de Jaccard de 2013 (comparaison 2013 avec 2009) est < 0,75

6.1.3 Analyse synchronique

Afin de limiter les variations d'ordre édaphique et hydrique, l'impact des pratiques culturales sur la diversité végétale peut être étudiée à l'intérieur même de chaque type phytosociologique (ou habitat). Ainsi, il peut être supposé que les variations de la composition floristique sont essentiellement liées à des pratiques agricoles différentes, qu'elles soient actuelles ou anciennes.

C'est pour cette raison que le réseau de relevés phytosociologiques a été positionné préférentiellement dans des parcelles (1) comprises au sein de la zone conventionnée et (2) à l'extérieur de la zone conventionnée où aucun cahier des charges agricole n'existe à l'heure actuelle.

L'objectif de cette approche est la mise en évidence de l'impact de divers paramètres agricoles sur la composition floristique. Afin de cerner l'impact de ces modalités culturales, il convient d'étudier la composition floristique des chaumes selon les différents cas de figure agricoles identifiés.

Le tableau 7 présente les usages agricoles notés sur le terrain permettant de caractériser chacun des relevés phytosociologiques réalisés ces 5 dernières années. Ces utilisations agricoles sont répertoriées selon plusieurs modalités :

- chaume correspondant à l'habitat typique des pelouses d'altitude ;
- chaume en voie de fermeture par colonisation des espèces d'Ericacées (Myrtille notamment), actuellement exempte de gestion agricole ;
- prairie fumée comprenant des parcelles remises récemment en herbe ou des habitats prairiaux gérés intensivement (fertilisation et/ou date de fauche précoce).
- anciennes prairies fumées où la fertilisation a été stoppée depuis le conventionnement.

A partir de ces informations concernant les usages agricoles, une analyse synchronique a été conduite au sein des 3 groupes de relevés identifiés sur la base de leur usage agricole :

- les relevés réalisés au sein des chaumes ;
- les relevés réalisés en prairie fumée et au sein des anciennes prairies fumées ;
- les relevés réalisés en chaume en cours de fermeture (envahissement arbustif).

Lors de la restitution annuelle du suivi de 2012, une analyse a été menée sur les résultats de l'année 2012 afin de mettre en évidence les différences d'ordre floristique existant entre ces 3 groupes de relevés (tableau 8). Etant donné que des résultats similaires sont obtenus, quelle que soit l'année étudiée, ce comparatif réalisé en 2012 est repris dans ce rapport final.

Les résultats montrent que la richesse spécifique diminue avec l'intensification des pratiques agricoles (comparatif chaumes / prairies fumées) et lors de l'évolution du couvert herbacé vers une lande à Myrtille (comparatif chaumes / chaumes en voie de fermeture).

Au plan de la composition floristique des 3 groupes de relevés phytosociologiques, des différences apparaissent en fonction des modalités comparées :

- des espèces régressent, voire disparaissent, dans le lot des prairies fumées (*Meum athamanticum*, *Calluna vulgaris*, *Euphrasia rostkoviana*, ...) ;
- des espèces sont favorisées dans l'échantillon des prairies fumées avec notamment l'apparition des graminées compétitives (*Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*), favorisées par des pratiques agricoles intensives (remise en herbe ou fertilisation organique et/ou minérale) et le développement d'espèces caractéristiques des sols plus riches (*Rumex acetosa*, *Rumex obtusifolius*, ...).

Ces observations sont en cohérence avec les conclusions de l'approche bibliographique précédente (cf. 3.4.2.).

Tableau 7 : Usages agricoles observés pour les 40 relevés phytosociologiques

N° du relevé	Habitat (DOCOB)	Code Natura 2000 (DOCOB)	Etat de conservation (DOCOB)	Position géographique	Type d'habitat
AP1	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse à Ericacées	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
AP2	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
AP3	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
AP4	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
MV1110	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	autre : réversible	zone conventionnée	chaume
MV1111	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	autre : réversible	zone conventionnée	chaume
MV1112	38.23 - Prairie fumée	6230 dégradé	autre : irréversible	hors zone conventionnée	prairie fumée
SCH04	31.213 x 41.15 - Prés-bois	4030 x 9140	favorable	hors zone conventionnée	chaume en voie de fermeture
SCHHA3	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	hors zone conventionnée	chaume
SCHHA5	31.213 - Lande pelouse d'altitude	4030	optimal	zone conventionnée	chaume
ESOPE1	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
ESOPE10	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
ESOPE2	35.1 x 36.3161 - Pré de fauche récent	6230	autre : réversible	zone conventionnée	ancienne prairie fumée
ESOPE3	35.1 x 36.3161 - Pré de fauche récent	6230	autre : réversible	zone conventionnée	prairie fumée
ESOPE4	35.1 x 36.3161 x 41.15 - Prés-bois	6230 x 9140	favorable	zone conventionnée	chaume en voie de fermeture
ESOPE5	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
ESOPE6	38.3 - Prairie d'altitude	6230 dégradé	autre : réversible	hors zone conventionnée	prairie fumée
ESOPE7	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	hors zone conventionnée	chaume
ESOPE8	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	hors zone conventionnée	chaume
ESOPE9	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	autre : réversible	zone conventionnée	chaume
Ha3_PARnc_08	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	hors zone conventionnée	chaume
Ha4_PARnc_08	38.3 - Prairie d'altitude	4030 dégradé	autre : réversible	hors zone conventionnée	prairie fumée
HaA_PARnc_08	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	hors zone conventionnée	chaume
HaB_PARnc_08	31.213 - Prairie d'altitude remarquable	4030	favorable	hors zone conventionnée	chaume
MA2	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
Ma2_PARCnc_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
MA3	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
MA4	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
MA5_PARnc_06	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
MA6_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
MA8_Panc_07	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	favorable	hors zone conventionnée	chaume
MA9_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	favorable	hors zone conventionnée	chaume
MaA_PARnc_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
St6_PAR_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	favorable	hors zone conventionnée	chaume
St8_CLP_08	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude	6230	favorable	zone conventionnée	chaume
StA_CLP_08	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
TR1_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - Lande d'altitude	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
Tr2_PARnc_07	35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
Tr3_CLPnc_07	35.1 x 36.3161 - lande pelouse à Ericacées	6230	optimal	zone conventionnée	chaume
Uf5_PARnc_08	35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude	6230	favorable	zone conventionnée	chaume

A noter que les prairies en cours de fermeture ne présentent par de réelles différences floristiques avec les chaumes, hormis la fréquence plus élevée des Myrtilles et une richesse spécifique moins importante. Ces évolutions s'expliquent par l'évolution progressive des chaumes vers un tapis herbacé de plus en plus pauvre en espèces à mesure que les Ericacées se développent en termes de densité.

Pour ce qui est de la présence d'*Arnica montana*, aucune conclusion ne peut être énoncée au plan synchronique. En effet, le positionnement des relevés phytosociologiques a en partie été réalisé sur la base de la présence de cette espèce.

Ces résultats synchroniques illustrent pleinement les éléments synthétisés en bibliographie concernant l'impact des pratiques agricoles sur la flore herbacée typique des chaumes d'altitude (cf. 3.4.2.).

6.1.4 Evolution de l'Arnica dans ces relevés

Le panel de situations étudiées au travers du réseau de relevés phytosociologiques permet d'appréhender la présence ou l'absence d'*Arnica montana* au niveau des 40 stations suivies annuellement. Des relevés phytosociologiques ont en effet été positionnés au sein d'habitat comprenant l'espèce et d'autres où elle était absente en 2009.

L'objectif de cette approche focalisée sur l'Arnica est de faire le bilan de son évolution sur les 5 années de suivi, que ce soit en termes de maintien de l'espèce, de régression, voire d'apparition dans le cadre des parcelles suivies.

Lors de l'installation des 40 stations de suivi en 2009, 34 comportaient de l'Arnica. L'espèce est restée stable au sein de ces 34 relevés phytosociologiques, en termes de présence et d'abondance. Le tableau 9 page suivante illustre la stabilité de l'espèce pendant les 5 années de suivi. A noter cependant une apparente « apparition » de l'espèce au sein de la zone conventionnée lors de l'année 2011 (cf relevé ESOPE9). Pourtant en 2012 et 2013, l'espèce n'a pas été revue dans ce relevé phytosociologique, ce qui semble en incohérence avec l'écologie de l'espèce qui ne peut apparaître une année et disparaître la suivante, surtout d'après l'abondance observée en 2011. Au regard de ces éléments et n'ayant pas revu l'espèce en 2012 et 2013, nous ne pouvons conclure à une réelle apparition de l'espèce mais plutôt à une erreur de la part de l'observateur (mauvaise prise de note très certainement). On notera également une diminution significative du recouvrement de l'Arnica dans le relevé MA5_PARnc_06 (passe de « 4 » en 2009 à « 2 » en 2013) alors que la végétation reste globalement stable sur ce relevé situé dans le domaine skiable du Markstein.

Globalement et après 5 années de suivi il apparaît que **pour les 40 relevés phytosociologiques suivis** au sein de la zone conventionnée et de ses alentours, **l'Arnica présente globalement une stabilité tant en termes de présence que d'abondance.**

Tableau 9 : Représentativité de l'Arnica dans les 40 stations suivies

Rappel n° du relevé	A P 1	A P 2	A P 3	M V 1	M V 1	M V 1	A P 4	S C H 0 4	S C H H A 5	S C H H A 3	T r 2	H a A 3	H a A 3	M A 5	M A 4	M a A 6	M a A 6	T r 3	E S O P E 2	E S O P E 3	U f 5	E S O P E 4	E S O P E 8	E S O P E 5	T R 1	E S O P E 1	E S O P E 6	M A 2	M A 3	E S O P E 7	H a 4	S t 6	E S O P E 9	S t 8	H a B	S t A	E S O P E 1 0	M a 2	M A 8	M A 9				
				1	1	1					- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- C L P n c	- C L P n c		- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- C L P n c	- C L P n c				- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	- P A R n c	
				0	1	2						0 7	0 8	0 8	0 6	0 8	0 7	0 7				0 8	0 8	0 8	0 5	0 7				0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 8	0 7	0 7	0 7	
Habitat	Poignée	Poignée	Poignée	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé	Relevé																								
Taxon	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD							
2009 Arnica montana L.	2	3	1	2			2	2	+	1	3	1	1	4	2	3	1	4	1		1	1	3	2	4	3	1	3	4	3		+		2		1	2	1	1	2				
2010 Arnica montana L.	2	2	2	2			2	2	+	1	2	2	1	4	2	3	1	4	1		1	1	2	2	3	4	1	3	4	3		+		2		2	2	2	1	+	2			
2011 Arnica montana L.	1	2	1	2			2	2	+	1	3	2	1	4	2	3	1	4	2		1	1	2	2	3	2	1	3	4	3		1	2	2		2	2	1	1	2				
2012 Arnica montana L.	1	2	1	2			2	2	+	1	2	2	1	3	2	3	1	4	2		1	1	2	2	3	2	1	3	3	3		1		2		2	2	1	1	2				
2013 Arnica montana L.	1	2	1	2			2	2	+	1	2	2	2	2	2	3	1	3	2		1	1	3	2	3	3	1	3	4	3		1		2		1	2	1	1	2				

Remarque : la présence d'Arnica (coefficient 2) au sein du relevé ESOPE9 en 2011 est probablement le résultat d'une erreur (mauvaise prise de note)

6.1.5 Synthèse de l'approche de l'habitat de l'Arnica

A l'issue de l'approche de l'habitat de l'Arnica, il convient de dresser un bilan des éléments de réponse apportés par les 5 années de suivi :

- **Les 40 stations suivies présentent une richesse spécifique stable au cours des 5 années de suivi, les évolutions constatées pouvant être attribuées à la phénologie des espèces végétales, naturellement différente d'une année sur l'autre.**
- **Au sein de la zone conventionnée, les stations suivies présentent une composition floristique stable au cours des 5 années de suivi (analyse de l'indice de Jaccard).**
- **Les résultats de l'étude synchronique illustrent pleinement les éléments synthétisés en bibliographie concernant l'impact des pratiques agricoles sur la flore herbacée typique des chaumes d'altitude, à savoir :**
 - **l'intensification des pratiques agricoles sur les prairies d'altitude a pour conséquence une diminution de la richesse spécifique des habitats herbacés, accompagnée :**
 - **d'une régression des espèces les plus sensibles (généralement espèces typiques des sols pauvres en éléments nutritifs)**
 - **d'un développement d'espèces plus compétitives (notamment des graminées) et d'espèces caractéristiques des sols eutrophes, ces espèces n'étant généralement pas typiques des habitats prairiaux d'altitude**
 - **la fermeture progressive des pelouses d'altitude par le développement des Ericacées (absence de gestion agricole par exemple) entraîne une diminution de la richesse spécifique de l'habitat.**
- **Après 5 années de suivi il apparaît que pour les 40 stations de suivi, l'Arnica présente une stabilité tant en termes de présence que d'abondance, au sein de la zone conventionnée et de ses alentours.**

6.2 Approche démographique

6.2.1 Dispositif de suivi par les poignées de De Vries (Pb1)

Les résultats du suivi des 10 dispositifs de poignées réalisés en 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013 sont présentés en annexe 2 et les 10 stations de prélèvement localisées en figure 3.

Afin de dresser le bilan évolutif de la composition floristique de ces 10 stations de suivi, chaque dispositif doit faire l'objet d'une analyse individuelle pour les 5 années de suivi.

Les comparaisons se basent sur 2 descripteurs calculés, pour chaque dispositif et pour chaque année, sur la base des résultats des poignées de végétation :

- la fréquence de l'espèce (F%) est le pourcentage des n observations où l'espèce est présente dans l'échantillon :
$$F\% = [\text{nb n de présences de l'espèce dans les 25 poignées} / 25] \times 100$$
- la contribution de chaque espèce au rendement (B%). Dans chaque poignée, 6 points sont attribués aux espèces occupant le volume le plus important.
$$B\% = [\text{nb total de points attribués à l'espèce} / (6 \times 25)] \times 100$$

Les analyses présentées ci-après ont été menées pour chacun des 10 dispositifs de poignée, en fonction des usages agricoles précisés en tableau 7.

Prairies fumées

La **station MV1112** constitue la référence concernant les prairies fumées, dans le cas du dispositif de poignées. Ce relevé se localise au sein d'un secteur de prairie de fauche et d'une ancienne piste d'aviation, en dehors de la zone conventionnée.

Comme mis en lumière en 6.1.3., cet échantillon se différencie par la présence d'espèces végétales traduisant des pratiques agricoles trop intensives pour les pelouses d'altitude (*Bromus hordeaceus*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Rumex acetosa*, *Taraxacum section vulgare*). La présence de ces espèces traduit ici une dégradation de l'habitat d'altitude originel. Cette composition a également été favorisée par des semis anciens ainsi que des semis récents en raison de dégâts de sangliers récurrents (Fabien Dupont, Parc naturel régional des Ballons des Vosges, communication personnelle en 2016).

Le tableau 10 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contribution spécifiques sont stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en évidence :

- l'Arnica n'est pas apparue au cours des 5 années de suivi au sein du dispositif, ce que confirme également le relevé phytosociologique réalisé tous les ans (cf. annexe 1 et tableau 9). Il semble logique que l'espèce n'ait pu s'installer sur le site au cours du suivi de végétation, en raison du degré d'eutrophisation de l'habitat et de son mauvais état de conservation et ce en l'absence de modifications de pratiques agricoles ;
- les espèces dominant le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 20 %) se composent d'espèces très compétitives (*Anthoxanthum odoratum* et *Dactylis glomerata*) traduisant des pratiques agricoles intensives ;

- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi ;
 - o toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi.

Tableau 10 : Analyse des poignées de végétation du dispositif MV1112

MV1112										
Habitat : 38.23 - Prairie fumée (hors zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Achillea millefolium</i> L.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Agrostis capillaris</i> L.	40	36	40	40	40	4,67	4,00	4,67	4,67	4,17
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm	36	36	40	44	44	6,17	6,17	6,83	7,50	7,50
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	96	96	96	96	96	39,00	38,33	37,83	39,67	39,67
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	8	4	8	8	8	0,33	0,17	0,33	0,33	0,33
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	8	8	12	8	8	0,83	0,83	1,00	0,83	0,83
<i>Dactylis glomerata</i> L.	44	48	48	44	44	20,17	22,83	19,50	18,17	18,17
<i>Festuca rubra</i> L.	64	64	60	64	64	6,17	5,67	5,50	7,33	7,33
<i>Lolium perenne</i> L.	52	48	56	56	56	7,50	6,83	7,67	8,33	8,33
<i>Phleum pratense</i> L.	8	8	8	8	8	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<i>Ranunculus acris</i> L.	36	36	40	36	36	2,67	2,67	4,00	2,67	2,67
<i>Rumex acetosa</i> L.	20	24	20	16	16	2,33	2,50	2,83	2,17	2,17
<i>Taraxacum</i> section <i>vulgaria</i>	52	56	48	48	48	8,83	9,00	8,67	7,33	7,33
<i>Trifolium pratense</i> L.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Trifolium repens</i> L.	64	60	64	64	64	7,17	7,17	7,17	6,67	6,67
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	12	12	12	12	12	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif MV1112 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte ainsi les informations apportées par l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.) qui illustre également une stabilité de la composition floristique sur cette station de suivi.

Chaume en voie de fermeture

La **station SCH04** constitue la référence concernant les chaumes en voie de fermeture, dans le cas du dispositif de poignées. Comme mis en lumière en 6.1.3., cet échantillon se différencie par la présence de la Myrtille traduisant une colonisation progressive de l'habitat de chaume par les Ericacées (*Vaccinium myrtillus*), associée surtout à une richesse spécifique faible par rapport à des groupements floristiques typiques des pelouses d'altitude (richesse spécifique moyenne de 18,60, parmi les richesses spécifiques les plus faibles observées au sein des 40 stations de suivi – cf. tableau 5 en 6.1.1.)

Le tableau 11 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste présente tout au long des 5 années de suivi, dans des proportions similaires aussi bien en termes de F% et B%. Ainsi malgré une fermeture de l'habitat et une proportion stable dans les relevés phytosociologiques de 3 pour la Myrtille au cours des 5 années de suivi (recouvrement entre 25 et 50 %), l'Arnica se maintient au cours des 5 années tant sur l'analyse des poignées que des relevés phytosociologiques (coefficient de 2 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9) ;
- les espèces dominant le couvert herbacé ((B% > 50 %) se composent d'espèces très compétitives (*Anthoxanthum odoratum*, *Nardus stricta* et *Vaccinium myrtillus*) ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi. Un seul cas concerne une « disparition » d'une espèce dans les poignées (*Hieracium* sp. non revu en 2011, 2012 et 2013). Dans la mesure où cette espèce était présente ponctuellement en 2009 et 2010 (coefficient + dans les relevés phytosociologiques, soit quelques pieds dans le relevé phytosociologique), cette « disparition » ne peut être jugée comme une nette évolution de l'espèce au cours du temps ;
 - o toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi.

Tableau 11 : Analyse des poignées de végétation du dispositif SCH04

SCH04										
Habitat : 31.213 x 41.15 - Près-bois (hors zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	88	84	84	88	88	35,50	32,17	33,50	34,83	34,83
<i>Arnica montana</i> L.	16	16	16	12	12	4,17	4,17	4,17	1,50	1,50
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	28	28	28	36	36	8,67	8,67	8,67	12,00	12,00
<i>Galium saxatile</i> L.	4	4	4	4	0	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00
<i>Hieracium</i> sp.	4	4	0	0	0	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	4	4	4	4	4	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	12	12	12	12	12	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
<i>Nardus stricta</i> L.	84	84	84	84	84	21,00	21,00	20,50	21,17	21,17
<i>Poa pratensis</i> L.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Stellaria graminea</i> L.	8	8	8	8	8	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	20	20	16	16	16	6,00	6,00	4,67	4,67	4,67
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	76	80	76	80	80	22,67	26,00	26,33	23,83	23,83

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif SCH04 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat ne conforte pas

les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.) qui illustre des variations de la composition floristique sur cette station de suivi. A noter de plus que cette station de suivi se situe en dehors de la zone conventionnée.

Chaumes

Station SCHHA3

La **station SCHHA3** constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 12 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Tableau 12 : Analyse des poignées de végétation du dispositif SCHHA3

SCHHA3										
Habitat : 31.2133 - Prairie d'altitude remarquable (hors zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Agrostis capillaris</i> L.	8	12	8	12	12	0,83	1	0,83	1	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	8	8	8	8	8	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
<i>Arnica montana</i> L.	20	20	28	20	20	4,17	4,17	5,5	4,17	4,17
<i>Carex pilulifera</i> L.	12	8	16	16	16	1,00	0,83	1,67	1,67	1,67
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	64	60	68	64	64	24,17	22,8	24,8	23,5	23,5
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	36	32	40	40	40	4,67	4,5	4,33	4,83	4,83
<i>Festuca rubra</i> L.	100	100	100	100	100	29,00	29,7	29	27,7	27,7
<i>Galium saxatile</i> L.	20	24	20	24	24	0,83	1	0,83	1	1
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	16	16	20	20	20	1,17	1,17	1,83	1,83	1,83
<i>Luzula luzuloide s</i> (Lam.) Dandy & Wilmott	4	4	4	4	4	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	8	4	4	8	8	2,67	1,33	1,33	2,67	2,67
<i>Nardus stricta</i> L.	4	8	4	8	8	1,33	2,67	1,33	2,67	2,67
<i>Poa pratensis</i> L.	12	12	12	12	12	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	36	36	32	36	36	4,67	5,17	5	5,17	5,17
<i>Ranunculus acris</i> L.	4	4	4	4	4	2,00	2	1,33	1,33	1,33
<i>Solidago virgaurea</i> L.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Trifolium repens</i> L.	84	84	84	84	84	19,67	19,7	17,8	18,3	18,3
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	28	28	28	28	28	1,67	1,67	2,17	1,67	1,67
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	36	36	36	36	36	4,17	4,17	4,17	4,83	4,83

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste présente tout au long des 5 années de suivi, dans des proportions similaires aussi bien en termes de F% et B%. L'espèce se maintient au cours des 5 années également au sein des relevés phytosociologiques (coefficient de 2 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9) ;

- les espèces dominant le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 20 %) se composent d'espèces graminéennes qui sont présentes de manière constante au sein de l'habitat (*Deschampsia flexuosa*, *Festuca rubra*) ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi ;
 - o toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi ;
 - o près de 50 % des espèces voient leur fréquence strictement identique d'une année sur l'autre (47 %), notamment *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Vaccinium myrtillus* et *Veronica chamaedrys*.

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif SCHHA3 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

A noter de plus que cette station de suivi se situe en dehors de la zone conventionnée.

Station AP3

La **station AP3** constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 13 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Tableau 13 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP3

AP3										
Habitat : 31.2133 - Prairie d'altitude remarquable (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	16	24	28	24	24	4,67	4,67	5,33	4,67	4,67
<i>Arnica montana</i> L.	4	12	16	8	8	6,00	5,33	6,00	4,67	4,67
<i>Carex pilulifera</i> L.	16	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	4	16	16	20	20	2,83	2,83	2,83	3,00	3,00
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	16	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	36	16	20	12	12	2,83	2,83	4,17	1,50	1,50
<i>Festuca rubra</i> L.	4	40	40	40	40	11,00	11,17	12,33	11,67	11,67
<i>Galium saxatile</i> L.	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Hieracium</i> sp.	4	4	8	4	4	0,67	0,67	1,33	0,67	0,67
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	28	4	4	4	4	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	100	32	28	32	32	5,33	6,00	5,33	6,00	6,00
<i>Nardus stricta</i> L.	8	100	100	100	100	56,67	58,67	54,67	60,67	60,67
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	4	8	12	4	4	0,83	0,83	1,50	0,17	0,17
<i>Solidago virgaurea</i> L.	36	0	0	0	0	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	16	36	36	36	36	3,50	3,50	3,00	3,50	3,50
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	4	16	16	16	16	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<i>Veronica officinalis</i> L.	0	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste présente tout au long des 5 années de suivi, dans des proportions similaires aussi bien en termes de F% et B%. L'espèce se maintient au cours des 5 années également au sein des relevés phytosociologiques (coefficient de 1 ou de 2 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9) ;
- les espèces dominant le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 10 %) se composent d'espèces de type graminéen qui sont présentes de manière constante au sein de l'habitat (*Nardus stricta* et *Festuca rubra*). A noter que d'importantes variations existent pour ces deux espèces en termes de fréquence alors que le phénomène ne se répercute pas sur la contribution spécifique. L'analyse des relevés phytosociologiques associées aux poignées (cf. annexe 1) pour ces deux espèces montre un coefficient d'abondance stable au cours des 5 années (coefficient de 2 donc une représentativité de l'espèce de 5 à 25 % en termes de recouvrement pour ces 2 espèces, tous les ans). En conclusion, ces différences temporelles ne sont pas jugées fiables car contredites par l'exploitation des relevés phytosociologiques ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o globalement toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi. Cependant, des « disparitions / apparitions » semblent émerger au cours des années pour *Solidago virgaurea* identifiée uniquement en 2009 dans les poignées et *Veronica officinalis* détectée uniquement à compter de 2010. Une analyse des relevés phytosociologiques annuels réalisés permet de conclure quant à ces apparentes variations ; en effet, les deux espèces sont présentes de 2009 à 2012 dans les relevés phytosociologiques

dans des proportions faibles (+ soit quelques pieds et ponctuellement 1). Il apparaît ainsi évident que la faible expression de ces deux espèces dans la communauté végétale explique leur faible taux de contact dans les poignées qui sont, rappelons le ici, une méthode de sondage aléatoire au sein d'une unité végétale homogène ;

- toutes les espèces présentent globalement des fréquences et/ou des contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi.

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif AP3 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

Station MV1110

La station MV1110 constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 14 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Tableau 14 : Analyse des poignées de végétation du dispositif MV1110

MV1110										
Habitat : 35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Agrostis capillaris</i> L.	40	40	36	44	44	7,33	7,33	6,67	8,00	8,00
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	44	44	52	48	48	14,83	14,83	21,50	15,50	15,50
<i>Arnica montana</i> L.	20	20	20	20	20	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	4	4	0	4	4	0,67	0,67	0,00	0,67	0,67
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	64	60	60	60	60	14,17	13,50	13,50	14,17	14,17
<i>Festuca rubra</i> L.	92	92	96	88	88	22,00	22,00	22,67	20,00	20,00
<i>Galium saxatile</i> L.	12	16	20	8	8	0,50	0,67	0,83	0,33	0,33
<i>Hieracium</i> sp.	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott	4	4	4	0	0	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	12	16	16	12	12	4,00	6,67	4,67	4,00	4,00
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.	4	4	4	8	8	0,67	0,67	0,67	1,33	1,33
<i>Nardus stricta</i> L.	88	84	80	88	88	21,83	21,17	17,67	24,00	24,00
<i>Rhinanthus minor</i> L.	40	36	32	44	44	6,00	4,67	4,00	6,17	6,17
<i>Rumex acetosa</i> L.	12	12	12	12	12	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
<i>Stellaria graminea</i> L.	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Trifolium pratense</i> L.	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Trifolium repens</i> L.	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Veronica officinalis</i> L.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Viola lutea</i> Huds.	8	8	8	8	8	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste présente tout au long des 5 années de suivi, dans des proportions strictement similaires aussi bien en termes de F% et B%. L'espèce se maintient au cours des 5 années également au sein des relevés phytosociologiques (coefficient de 2 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9) ;
- les espèces dominant le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 20 %) se composent d'espèces graminéennes qui sont présentes de manière constante au sein de l'habitat (*Nardus stricta*, *Festuca rubra* ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi hormis pour *Danthonia decumbens* non détectée dans les poignées en 2011 alors qu'elle présente un coefficient d'abondance-dominance de 1 dans le relevé phytosociologique (cf. annexe 1) et *Luzula luzuloides* non prélevée en 2012 et 2013 alors qu'elle a été notée, dans les relevés phytosociologiques, avec une abondance-dominance de 1 pour ces deux années ;
 - o toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi ;
 - o 50 % des espèces voient leur fréquence strictement identique d'une année sur l'autre, dont certaines présentent une fréquence d'apparition élevée dans les poignées (*Epikeros pyrenaicus*, *Rumex acetosa*).

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif MV1110 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

Station MV1111

La **station MV1111** constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 15 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Tableau 15 : Analyse des poignées de végétation du dispositif MV1111

MV1111										
Habitat : 35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Achillea millefolium</i> L.	8	4	4	8	8	0,83	0,17	0,67	0,83	0,83
<i>Agrostis capillaris</i> L.	68	80	72	68	68	17,33	20,00	18,67	16,00	16,00
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	8	8	8	8	8	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	4	4	4	4	4	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	4	4	4	4	4	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	8	8	8	12	12	0,83	0,83	0,83	1,50	1,50
<i>Festuca rubra</i> L.	100	100	100	100	100	31,50	32,00	32,00	33,33	33,33
<i>Galium saxatile</i> L.	24	20	24	24	24	2,00	1,33	2,00	1,50	1,50
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	20	24	20	16	16	1,83	1,50	1,83	1,17	1,17
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	4	4	4	8	8	0,17	0,17	0,17	0,33	0,33
<i>Nardus stricta</i> L.	80	72	76	76	76	24,67	20,00	22,00	23,33	23,33
<i>Poa pratensis</i> L.	8	8	8	8	8	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
<i>Ranunculus acris</i> L.	32	32	36	28	28	4,83	4,83	5,00	4,17	4,17
<i>Stellaria graminea</i> L.	28	32	36	28	28	4,17	4,83	5,00	4,17	4,17
<i>Trifolium pratense</i> L.	24	36	28	28	28	3,17	5,33	3,83	4,33	4,33
<i>Trifolium repens</i> L.	48	52	48	48	48	7,00	7,67	6,50	7,00	7,00
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	8	8	12	8	8	0,33	0,33	0,50	0,33	0,33
<i>Viola lutea</i> Huds.	8	8	8	12	12	0,83	0,83	0,83	1,50	1,50

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont globalement stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste absente tout au long des 5 années de suivi, ce qui a également été observé au cours des 5 années au sein des relevés phytosociologiques (cf. tableau 9) ;
- les espèces dominant le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 50 %) se composent d'espèces graminéennes qui sont présentes de manière constante au sein de l'habitat (*Nardus stricta*, *Festuca rubra* et *Agrostis capillaris*) ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi ;
 - o toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi ;
 - o 28 % des espèces voient leur fréquence strictement identique d'une année sur l'autre, dont certaines présentent une fréquence d'apparition élevée dans les poignées, notamment *Festuca rubra*.

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif MV1111 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

A noter aussi que ces résultats illustrent ici le fait que même si les pratiques agricoles sont réputées favorables aujourd'hui (pâturage uniquement, pas de fertilisation ni chaulage), l'Arnica ne revient pas spontanément au sein des pelouses d'altitude. En effet, ce secteur était anciennement fertilisé avec les eaux d'épuration de la station du Markstein. Le passé agricole (ici en termes de fertilisation passée) joue donc bien un rôle essentiel pour les populations d'Arnica, ce qui confirme les études bibliographiques analysées précédemment qui montrent un impact très long de la fertilisation sur les communautés herbacées (cf. 3.4.2.).

Station AP1

La **station AP1** constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 16 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Tableau 16 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP1

AP1										
Habitat : 35.1 x 36.3161 - Lande pelouse à Ericacées (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	12	12	12	16	16	3,33	3,33	3,33	4	4
<i>Arnica montana</i> L.	44	48	48	44	44	11,2	12,5	13,2	11,2	11,2
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	8	8	8	8	8	4	4	4	4	4
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	20	20	20	20	20	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	24	20	24	20	20	3,67	3,5	2,5	3,5	3,5
<i>Festuca rubra</i> L.	4	4	0	4	4	3,33	3,33	0	3,33	3,33
<i>Galium saxatile</i> L.	20	20	20	24	24	3,5	3,5	3,5	4,17	4,17
<i>Hieracium</i> sp.	8	8	8	8	8	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott	4	8	4	4	4	0,17	0,33	0,17	0,17	0,17
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	8	8	8	8	8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	40	36	44	36	36	7,5	6,83	8,67	6,83	6,83
<i>Nardus stricta</i> L.	96	96	96	96	96	40,2	40,2	40,8	40,2	40,2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	16	16	12	16	16	2,17	2,17	2	2,17	2,17
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	80	80	80	80	80	14	13,5	14,5	13,5	13,5
<i>Vaccinium vitis-idae</i> a L.	52	52	52	48	48	5,83	5,83	5,83	5,67	5,67

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont globalement stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste présente tout au long des 5 années de suivi, dans des proportions strictement similaires aussi bien en termes de F% et B%. L'espèce se maintient au cours des 5 années également au sein des relevés phytosociologiques (coefficients de 1 et 2 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9) ;
- l'espèce qui domine le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 50 %) correspond à *Nardus stricta* qui structure nettement la communauté végétale ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :

- toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi, hormis *Festuca rubra* non prélevée en 2011 alors qu'elle est notée avec une abondance de 2 dans le relevé phytosociologique réalisé la même année (annexe 1) ;
- toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi ;
- 33 % des espèces voient leur fréquence strictement identique d'une année sur l'autre, dont certaines présentent une fréquence d'apparition élevée dans les poignées, notamment *Vaccinium myrtillus*.

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif AP1 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

Station AP2

La **station AP2** constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 17 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont globalement stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica n'a pas été détectée dans les poignées de végétation au cours des 5 années de suivi, sachant qu'elle est bien présente au cours des 5 années au sein des relevés phytosociologiques (coefficients de 2 et 3 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9). Cette « absence » dans les poignées au cours du temps peut s'expliquer par l'aspect aléatoire des prélèvements des 25 poignées et par le caractère localisé des populations d'Arnica (stations recouvrantes généralement localisées par plusieurs rosettes localement). Ainsi, malgré la présence de l'espèce au sein de la station, l'Arnica n'a pas été contactée au cours du suivi par le biais des poignées (cas de figure similaire noté sur la station de suivi SCHHA5) ;
- les 2 espèces qui dominent le couvert herbacé en termes de contribution spécifique ($B\% > 30\%$) correspondent à *Nardus stricta* et *Festuca rubra*, deux graminées qui structurent nettement la communauté végétale ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi ;
 - toutes les espèces présentent des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi ;
 - 14 % des espèces voient leur fréquence strictement identique d'une année sur l'autre (*Vaccinium myrtillus* et *Trifolium pratense*).

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif AP2 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les

conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

Tableau 17 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP2

AP2										
Habitat : 35.1 x 36.3161 - Prairie d'altitude remarquable (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	8	8	8	8	4	0,83	0,83	0,83	0,83	0,67
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	40	44	32	36	40	5,67	5,67	3,67	2,67	4,00
<i>Carex pilulifera</i> L.	40	36	40	40	40	3,67	3,50	3,67	3,67	3,67
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	24	24	28	24	24	5,33	5,33	6,00	5,33	5,33
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	24	28	16	16	16	3,00	3,67	1,67	1,67	1,67
<i>Festuca rubra</i> L.	88	92	88	92	88	33,33	33,33	34,00	38,00	35,33
<i>Galium saxatile</i> L.	8	8	8	8	12	0,83	0,83	0,83	0,83	1,50
<i>Hieracium</i> sp.	24	28	16	20	24	3,00	4,17	2,17	2,33	3,00
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	28	28	28	36	36	4,17	4,17	4,17	5,50	5,50
<i>Nardus stricta</i> L.	96	96	92	96	96	38,67	38,00	38,67	39,33	39,33
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.	20	16	16	16	16	2,83	2,17	2,17	2,17	2,17
<i>Trifolium pratense</i> L.	8	8	8	8	8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	8	8	8	8	8	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	28	24	28	24	24	1,67	1,00	1,17	1,00	1,00

Station AP4

La **station AP4** constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 18 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont globalement stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica reste présente tout au long des 5 années de suivi, dans des proportions strictement similaires aussi bien en termes de F% et B%. L'espèce se maintient au cours des 5 années également au sein des relevés phytosociologiques (coefficient de 2 pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9) ;
- les espèces qui dominent le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 20 %) correspondent à *Deschampsia cespitosa* et *Festuca rubra* qui structurent la communauté végétale ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :
 - o toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi ;
 - o toutes les espèces présentent des fréquences et contributions globalement similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi.

Tableau 18 : Analyse des poignées de végétation du dispositif AP4

AP4										
Habitat : 35.1 x 36.3161 - Lande pelouse d'altitude (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	8	8	12	8	8	3,33	3,33	5,33	3,33	3,33
<i>Arnica montana</i> L.	20	20	16	20	16	12,00	12,00	10,67	12,00	9,33
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	64	68	52	68	68	26,33	26,33	20,83	29,00	33,67
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	24	28	32	24	20	4,17	4,83	4,50	4,17	3,50
<i>Festuca rubra</i> L.	88	92	92	92	80	21,50	21,00	20,83	22,83	21,83
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	16	12	16	20	20	4,00	3,33	4,00	4,67	4,67
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	16	20	16	16	16	1,67	2,33	1,67	1,67	1,67
<i>Nardus stricta</i> L.	16	12	16	12	12	10,00	6,00	10,00	6,00	6,00
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	12	12	8	8	4	3,50	3,50	1,50	1,50	1,33
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	20	20	24	20	12	3,50	3,50	3,67	3,50	2,67
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	52	56	56	52	48	11,67	15,00	18,83	12,17	12,00
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	8	12	8	12	12	1,33	2,00	1,33	2,00	2,00

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif AP4 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

Station SCHHA5

La station SCHHA5 constitue l'une des références concernant les chaumes d'altitude, dans le cas du dispositif de poignées.

Le tableau 19 présente les résultats concernant les 5 années de suivi de ce dispositif de poignées, avec précision des espèces présentes, de leur fréquence annuelle au sein du jeu de 25 poignées (fréquence moyenne) et de leur contribution spécifique en %.

Il ressort de cette analyse que les fréquences et contributions spécifiques sont globalement stables au cours des 5 années de suivi. En effet, les informations suivantes peuvent être mises en lumière :

- l'Arnica n'a pas été détectée dans les poignées de végétation au cours des 5 années de suivi, sachant qu'elle est bien présente au cours des 5 années au sein des relevés phytosociologiques (coefficient + pour l'Arnica au cours des 5 années – cf. tableau 9). Cette « absence » dans les poignées au cours du temps peut s'expliquer par l'aspect aléatoire des prélèvements des 25 poignées et par le caractère localisé des populations d'Arnica (stations recouvrantes généralement localisées par plusieurs rosettes localement). Ainsi, malgré la présence de l'espèce au sein de la station, l'Arnica n'a pas été contactée au cours du suivi par le biais des poignées (cas de figure similaire noté sur la station de suivi AP2) ;
- les 2 espèces qui dominent le couvert herbacé en termes de contribution spécifique (B% > 25 %) correspondent à *Nardus stricta* et *Deschampsia cespitosa*, deux graminées qui structurent la communauté végétale ;
- les fréquences et contributions spécifiques sont jugées stables d'une année sur l'autre et au cours des 5 années de suivi :

- toutes les espèces ont été revues d'une année sur l'autre au cours des 5 années de suivi, hormis *Campanula rotundifolia* et *Carex pilulifera* absentes des poignées de 2013 alors qu'elles apparaissent dans le relevé phytosociologique avec un coefficient de + la même année. Il apparaît ainsi évident que la faible expression de ces deux espèces dans la communauté végétale explique leur faible taux de contact dans les poignées qui sont, rappelons le, une méthode de sondage aléatoire au sein d'une unité végétale homogène ;
- toutes les espèces présentent globalement des fréquences et contributions similaires d'une année sur l'autre et au cours du suivi ;
- 14 % des espèces voient leur fréquence strictement identique d'une année sur l'autre (*Epikeros pyrenaicus* et *Leontodon pyrenaicus*).

Tableau 19 : Analyse des poignées de végétation du dispositif SCHHA5

SCHHA5										
Habitat : 31.213 - Lande pelouse d'altitude (zone conventionnée)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
	F%					B%				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	4	4	4	8	8	0,17	0,17	0,17	0,33	0,33
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	4	4	4	4	0	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00
<i>Carex pilulifera</i> L.	4	4	4	4	0	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	68	76	72	72	76	25,50	28,83	25,67	28,17	31,50
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	8	8	8	8	8	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
<i>Galium saxatile</i> L.	16	12	16	12	8	1,67	1,50	1,67	1,50	1,33
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	4	4	4	4	4	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<i>Lotus corniculatus</i> L.	8	4	4	8	4	0,33	0,17	0,17	0,33	0,17
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott	12	12	16	12	8	2,83	2,83	3,50	2,83	2,67
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	16	16	16	20	20	3,50	3,50	3,50	4,17	4,17
<i>Nardus stricta</i> L.	64	64	60	60	56	26,83	25,50	22,83	22,17	21,50
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	8	8	8	4	4	0,83	0,83	0,83	0,17	0,17
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	4	4	8	4	4	0,17	0,17	0,33	0,17	0,17
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	96	96	96	96	96	37,17	35,33	40,33	39,17	36,50

En conclusion, l'analyse des 25 poignées de végétation du dispositif SCHHA5 montre une stabilité de la végétation au cours des 5 années de suivi, aussi bien en termes de fréquence d'apparition des espèces qu'en termes de contribution spécifique. Ce résultat conforte les conclusions de l'analyse de l'indice de Jaccard du relevé phytosociologique associé (cf. 6.1.2.).

6.2.2 Dispositif de suivi par l'évaluation diachronique des densités d'Arnica (Mi1)

Cartographie des densités de floraison d'Arnica en 2010

La cartographie des densités de floraison de l'Arnica a été réalisée en 2010 à l'échelle de la zone d'étude. Cette cartographie a été réalisée juste avant la cueillette afin de garantir une cohérence avec les conditions de terrain des cueilleurs (stade phénologique identique pour la plante).

Cette densité de floraison a été estimée sur une échelle présentant 6 classes de % de floraison :

- absence de floraison : absence de floraison de l'Arnica ;
- floraison quasi-nulle : floraison de quelques pieds d'Arnica ;
- floraison rare : floraison de moins de 5 % des pieds d'Arnica ;
- floraison faible : floraison de 5 à 10 % des pieds d'Arnica ;
- floraison moyenne : floraison de 10 à 25 % des pieds d'Arnica ;
- floraison élevée : floraison de 25 à 50 % des pieds d'Arnica.

L'évaluation de la floraison d'Arnica a permis de construire une cartographie des densités (figure 5) ainsi que la fiche d'auto-évaluation présentée en figure 18.

Ces travaux d'évaluation des densités de floraison ont aussi contribué à la construction de la fiche d'auto-évaluation des populations d'Arnica (cf. 6.5.), afin d'illustrer par des photographies ces différentes classes de densités de floraison.

Comparaison avec la cartographie des densités d'Arnica de 2005

En 2005, une carte des densités d'Arnica a été établie par T. Missenard sur la base d'observations de terrain (figure 5). Cette démarche de suivi des densités a été menée en 2010 (figure 5) afin de comparer les résultats sur une période de 5 années.

L'analyse cartographique entre ces deux années et entre deux observateurs différents apporte les informations suivantes :

- il existe des différences entre les seuils adoptés pour la définition des classes de densités de floraison. En effet, les observations de 2010 ont été effectuées sur la base de 5 classes distinctes (floraisons quasi-nulle, rare, faible, moyenne et élevée) contre 3 en 2005 (rare, faible à moyenne et élevée). Cette différence s'explique par le fait que les prospections réalisées en 2010 ont affiné les classes par rapport aux premières investigations de 2005. Ces différences restent donc d'ordre purement méthodologique, avec la définition de classes de densités supplémentaires en 2010 afin d'affiner la construction des cartes de densités de floraison ;
- des différences apparaissent dans les densités entre les 2 années de prospections. Ces différences trouvent plusieurs explications :
 - la méthodologie employée en 2005 n'est pas détaillée avec précision dans le rapport de Missenard. En effet, il reste difficile de savoir à l'heure actuelle comment l'évaluation des densités des floraisons a été effectuée à l'époque (quels sont les

critères définis pour prendre en considération les densités ? comment ont été prises en compte les rosettes ?) ;

- pour les deux dates, l'observateur de terrain était différent, ce qui peut conduire à une appréhension différente du milieu naturel et donc à une interprétation personnelle des densités de floraisons ;
 - la date de réalisation des investigations de terrain peut également influencer les évaluations des densités de floraison. Les dates de terrain de 2005 ne sont pas connues alors que pour 2010, les évaluations ont été menées le 6 juillet, au démarrage de la cueillette ;
 - la floraison de l'Arnica est corrélée aux conditions climatiques, ce qui peut participer à des évaluations de densités différentes d'une année sur l'autre et d'un site à l'autre ;
- il existe une certaine corrélation entre les secteurs où la floraison d'Arnica est la plus importante en termes de densités entre les 2 années.

Comparaison avec la cartographie des densités d'Arnica de 2013

Une cartographie des densités d'Arnica a également été réalisée le 6 juillet 2013, selon le même protocole que celui adopté en 2010. La réalisation d'une campagne complémentaire de densités a permis de juger des modalités de densités définies en 2010. Après cette seconde période de terrain, il convient de conclure :

- que les classes de densités définies en 2010 semblent pertinentes et que la fiche d'auto-évaluation, notamment concernant son apport photographique, peut être utilisée par un observateur non spécialiste, à partir du moment où il sait reconnaître l'Arnica ;
- que l'établissement de cette carte des densités de l'Arnica peut être réalisé lors d'une journée de terrain, en amont de la cueillette afin d'avoir des conditions de floraison proches des modalités de cueillette.

La comparaison des cartographies des densités de 2010 et 2013 met en évidence de très faibles différences (figure 6). En effet, seuls deux secteurs montrent des variations en termes de densité de floraison :

- un secteur apparaît avec une floraison moyenne en 2010 qui a été définie en tant que floraison élevée en 2013 ;
- un second secteur apparaît avec une floraison élevée en 2010 qui a été définie en tant que floraison moyenne en 2013.

Hormis ces deux cas de figure montrant des densités de floraison différentes, le reste de la zone étudiée se caractérise par des classes de densités stables entre les années 2010 et 2013.

A noter que la cartographie des densités établie en 2013 servira de référence concernant l'établissement des cotisations à payer aux communes par les cueilleurs et les laboratoires pharmaceutiques. En effet, cette cartographie permet de définir les parcelles communales sur lesquelles a été identifiée l'Arnica en 2013.

Figure 5 : Comparaison cartographique des densités entre 2005 (d'après Missenard, 2005) et 2010

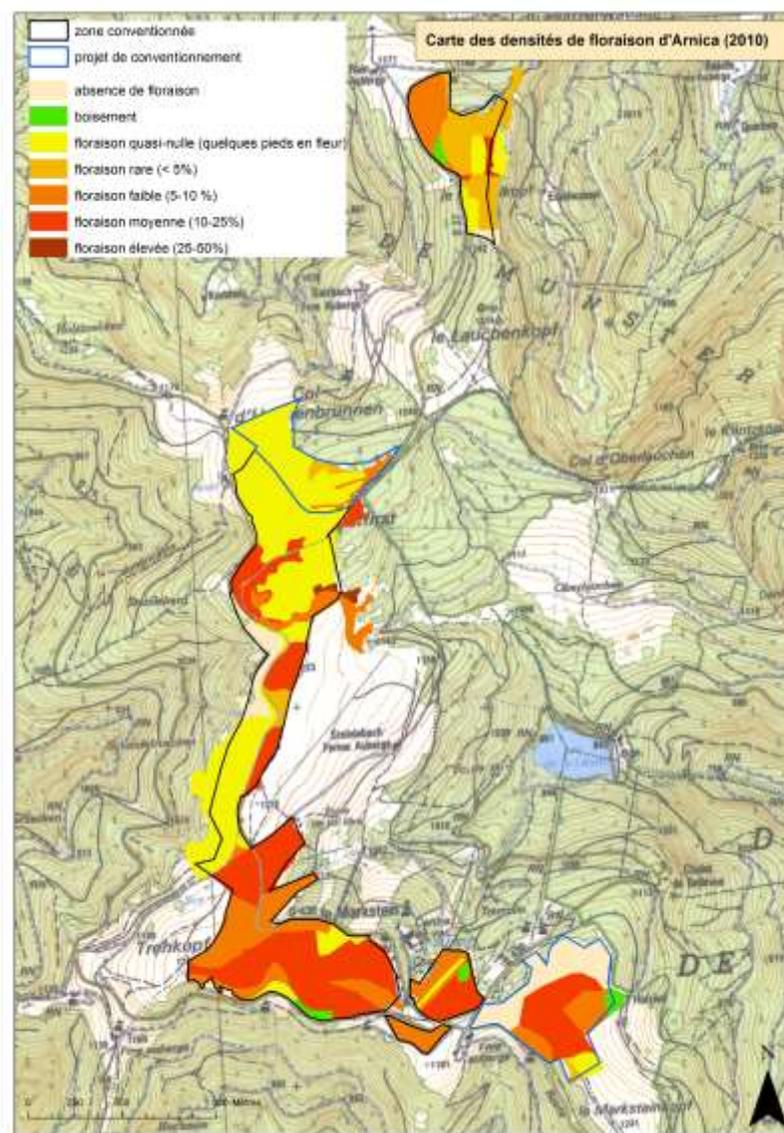
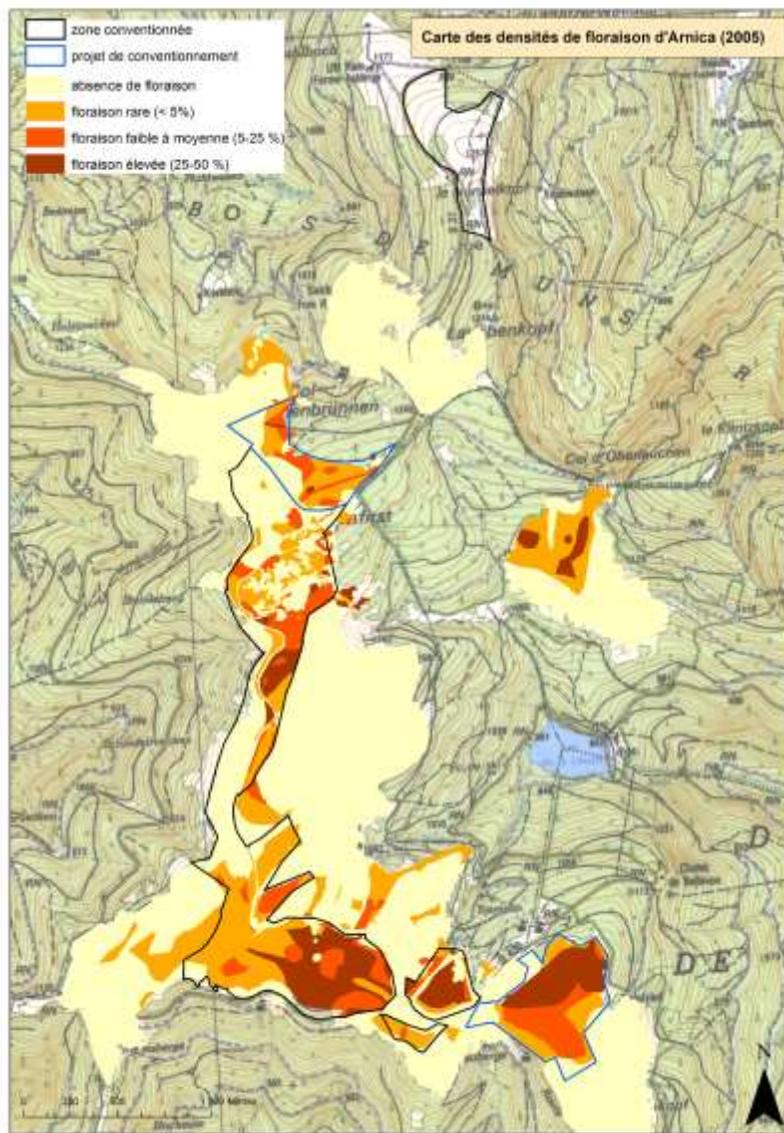
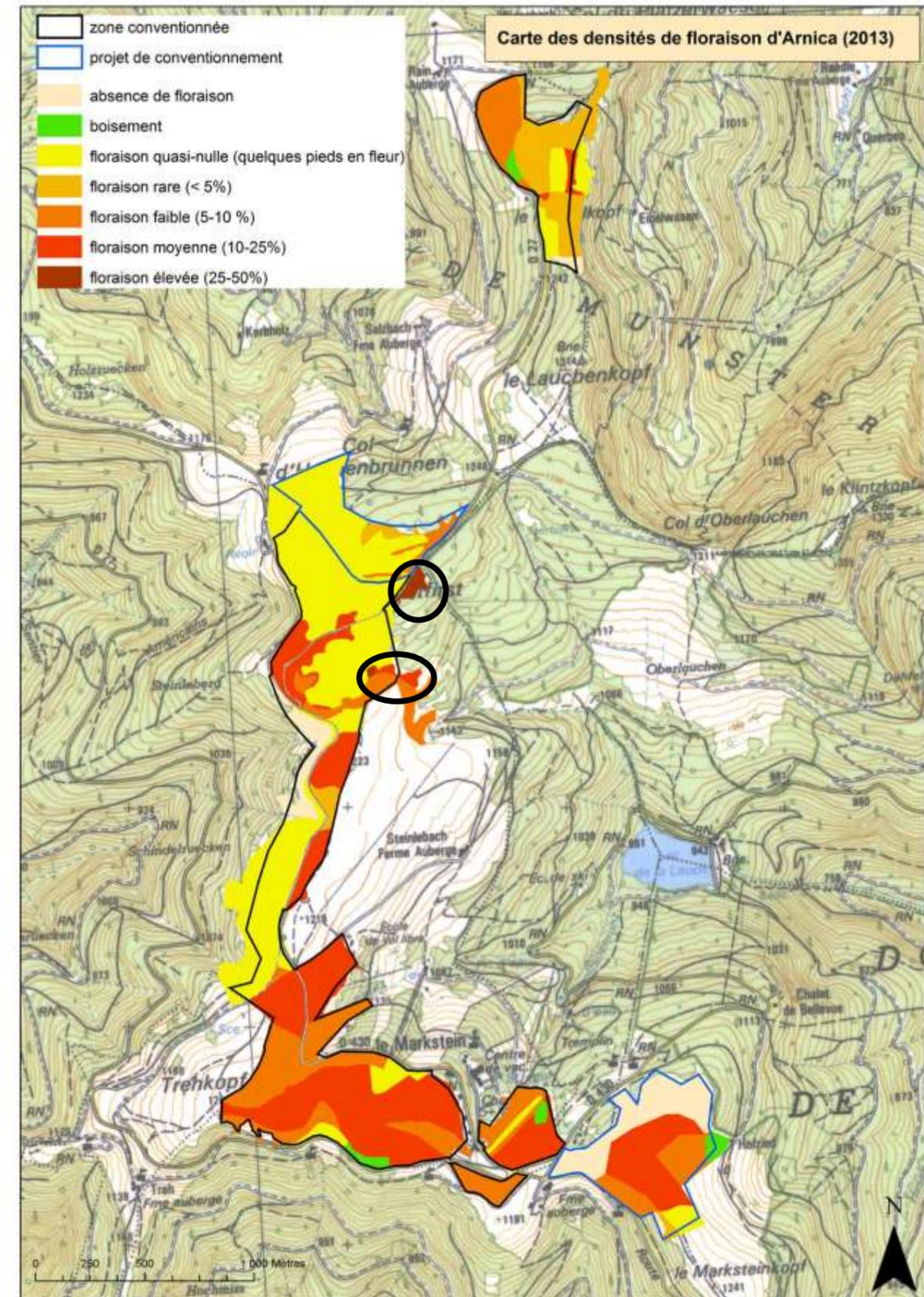
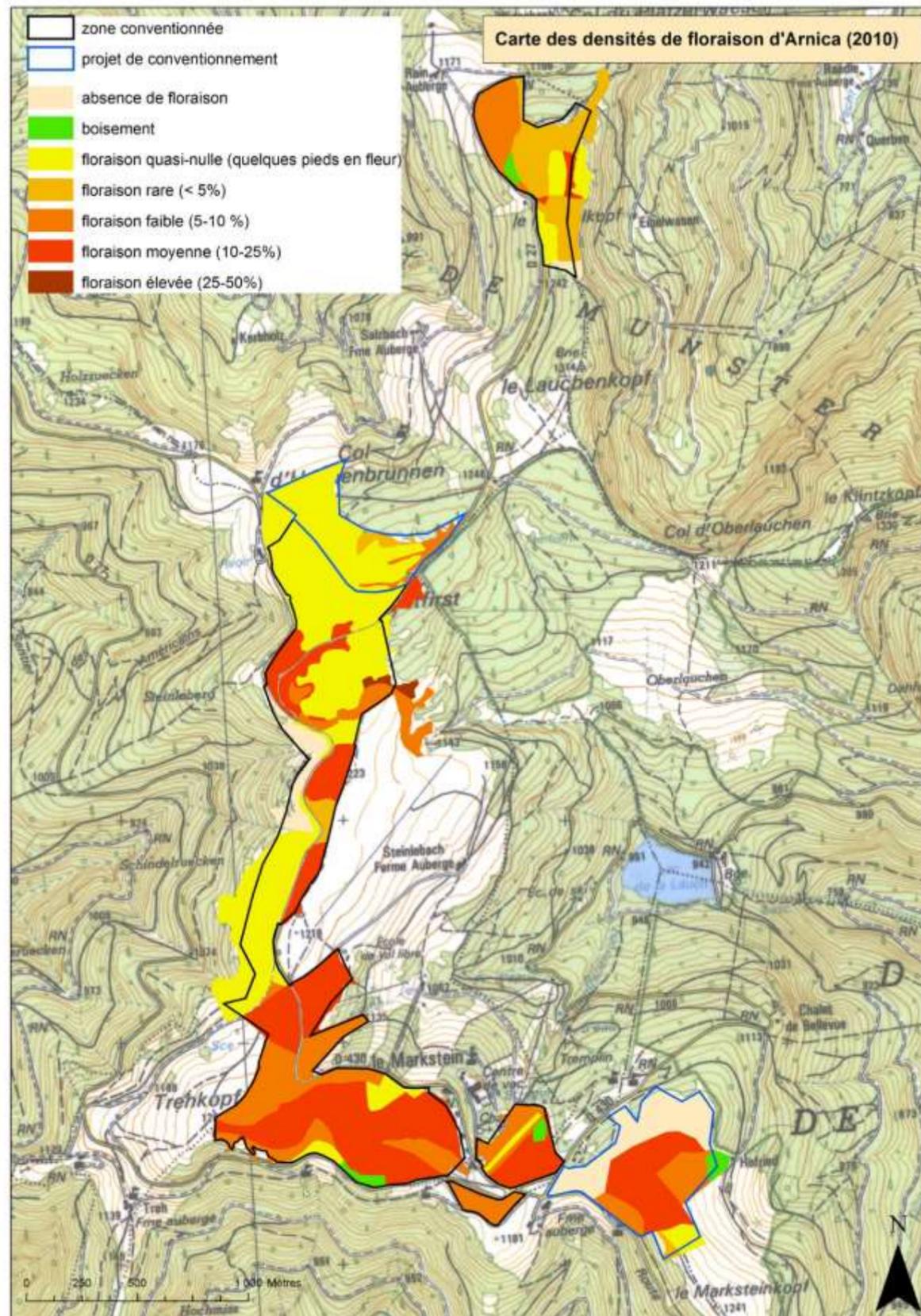


Figure 6 : Comparaison cartographique des densités entre 2010 et 2013



6.2.3 Synthèse de l'approche démographique

A l'issue de l'approche démographique de l'Arnica, il convient de dresser un bilan des éléments de réponse apportés par les 5 années de suivi :

- **Après 5 années, les 10 stations suivies par la méthode des poignées de végétation apportent les conclusions suivantes :**
 - **l'Arnica présente une stabilité tant en termes de présence que d'abondance dans le couvert végétal**
 - **les compositions floristiques des stations suivies n'ont pas été modifiées et sont jugées stables au cours du temps et d'une année sur l'autre, tant en termes qualitatif (espèces présentes) que quantitatif (contributions spécifiques).**
- **La cartographie des densités de floraison d'Arnica apporte des informations intéressantes pour un faible investissement en temps de travail (1 journée sur site). Elle peut par ailleurs être réalisée par un non spécialiste.**
- **Entre 2010 et 2013, peu de différences ont été notées en termes de densités de floraison. Ainsi, pour ces deux années, la distribution spatiale des floraisons de la plante au niveau de la zone d'étude apparaît relativement stable. Des observations identiques ont d'ailleurs été notées en Roumanie par Michler (2007).**

6.3 Approche expérimentale : impact de la cueillette sur l'Arnica

6.3.1 Installation du nouveau dispositif expérimental de cueillette

L'objectif de ce suivi est de simuler différentes pressions de cueillette de la plante entière d'Arnica et de suivre leur incidence sur les traits biologiques de l'espèce par l'analyse des rosettes de feuilles (nombre), des tiges fleuries (nombre, hauteur et présence de capitules secondaires) et des caractéristiques des feuilles (hauteur et largeur).



Suite à des problèmes de cueillette non maîtrisée et de dégradation dans les carrés expérimentaux initiaux du Breitfirst, cette approche expérimentale sur l'impact de la cueillette a dû être réinitiée sur un autre secteur en août 2011 (commune de Linthal). L'approche repose sur 5 dispositifs (numérotés de D1 à D5) se composant chacun de 6 carrés permanents de 2 m x 1 m.

*Zone expérimentale concernant la cueillette (Linthal)
(photo ESOPE)*

Au sein des différents carrés permanents de 2 m², un certain nombre de mesures a été réalisé sur la végétation et plus particulièrement sur l'Arnica. Ont ainsi été réalisées les investigations suivantes :

- réalisation d'un relevé phytosociologique complet par carré permanent (total de 30 relevés phytosociologiques) ;
- mesures de certains traits biologiques de l'Arnica sur chaque carré permanent avec :
 - comptage du nombre de rosettes d'Arnica ;
 - comptage des tiges fleuries d'Arnica avec mesure de la hauteur de chaque plant fleuri et identification du nombre de capitules secondaires / pied fleuri ;
 - mesure de la hauteur et de la largeur de 30 feuilles d'Arnica sélectionnées aléatoirement dans le carré permanent.



*Carré permanent de 2 m x 1 m positionné au niveau d'un dispositif expérimental cueillette
(photo ESOPE)*

Le dispositif cueillette mis en place en 2011 a été suivi de 2012 à 2015. Tous les ans, plusieurs expérimentations ont été menées sur les 30 carrés permanents positionnés en 2011, à savoir :

- cueillette de l'Arnica⁷ sur les 5 dispositifs (30 carrés permanents) pendant la période de cueillette sur la zone conventionnée, suivant plusieurs modalités de cueillette, avec 6 répétitions pour chaque modalité :
 - o absence de cueillette (D1) ;
 - o 25 % de cueillette (D2) ;
 - o 50 % de cueillette (D3) ;
 - o 75 % de cueillette (D4) ;
 - o 100 % de cueillette (D5).
- comptage, par carré permanent, tous les ans, du nombre de tiges fleuries avec mesure de leur hauteur, précision du nombre de capitules secondaires (fleuris ou proches de la floraison) afin de permettre un suivi des tiges fleuries annuellement.

Le protocole mis en place en 2011 dans le cadre de la constitution de l'état de référence a été reproduit à l'identique en 2015 afin de permettre une analyse de l'impact de la cueillette effectuée sur 5 années (2011 à 2015).

6.3.2 Résultats

Le protocole mis en place a pour objectif d'évaluer l'incidence de la cueillette sur les populations d'Arnica en appréhendant plusieurs pressions de cueillette. Les investigations ont porté sur l'analyse :

- annuelle des pieds fleuris (nombre de pieds fleuris, taille des pieds fleuris et nombre de capitules secondaires) ;
- quinquennale du nombre de rosettes ainsi que des largeur et longueur de chacune des feuilles composant les rosettes.

6.3.2.1 Evolution du nombre de pieds fleuris

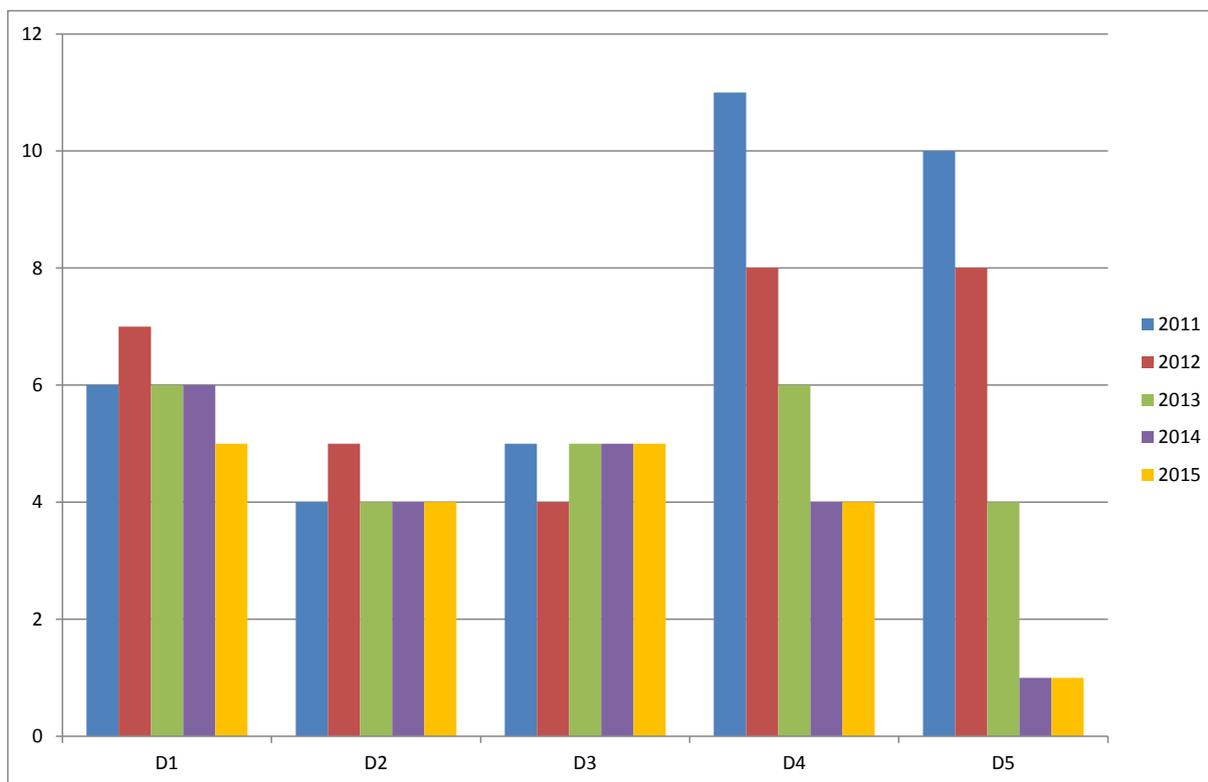
Tous les ans, entre 2011 et 2015, les mesures de terrain ont permis d'appréhender les pieds fleuris d'Arnica au sein des 5 dispositifs de cueillette (D1 à D5).

La figure 7 montre l'évolution du nombre de pieds fleuris au cours du temps en fonction des 5 modalités de cueillette. Il apparaît que pour les dispositifs D1 à D3, le nombre de pieds d'Arnica fleuri est globalement stable. En revanche, pour D4 et D5 (> 75 % de cueillette) le nombre de pieds fleuris baisse très nettement avec le temps, passant de 11 à 4 en 5 ans pour une modalité de cueillette de 75 % et de 12 à 1 pour une cueillette de 100 %.

Il apparaît ainsi qu'une cueillette > 50 % des pieds fleuris aurait comme incidence une régression du nombre de pieds fleuris au sein des dispositifs expérimentaux.

⁷ Cueillette de la **tige complète** avec bout de rhizome, comme pratiqué sur le Markstein : aucune récolte de *capitule seul* n'a été réalisée.

Figure 7 : Evolution du nombre de pieds fleuris au cours du temps



Nombre de pieds fleuris :

	D1	D2	D3	D4	D5
2011	6	4	5	11	10
2012	7	5	4	8	8
2013	6	4	5	6	4
2014	6	4	5	4	1
2015	5	4	5	4	1

D1 : absence de cueillette ; D2 : 25 % de cueillette ; D3 : 50 % de cueillette
D4 : 75 % de cueillette et D5 : 100 % de cueillette

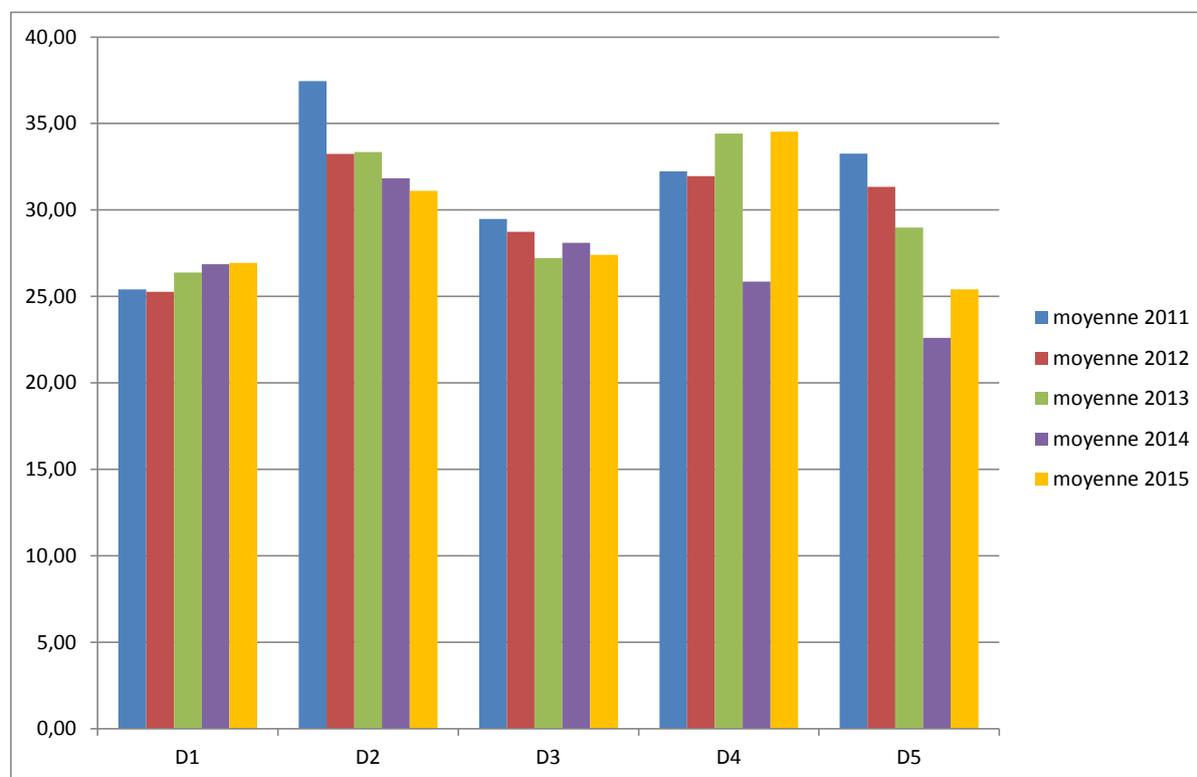
6.3.2.2 Evolution de la taille des pieds fleuris

Tous les ans, entre 2011 et 2015, les mesures de terrain ont permis d'appréhender la taille des pieds fleuris d'Arnica au sein des 5 dispositifs de cueillette (D1 à D5). Un pied fleuri correspond à une tige d'Arnica et son inflorescence terminale (ou capitule principal) en floraison.

La figure 8 montre l'évolution de la taille des pieds fleuris au cours du temps en fonction des 5 modalités de cueillette. Aucune différence probante ne se dégage de ces résultats.

La taille des pieds fleuris ne semble pas influencée par la pression de cueillette au sein des dispositifs expérimentaux (d'un point de vue statistique, les évolutions ne sont en tout cas pas significatives).

Figure 8 : Evolution de la taille des pieds fleuris au cours du temps



Hauteur des pieds fleuris (en cm) :

	D1	D2	D3	D4	D5
moyenne 2011	25,40	37,45	29,48	32,23	33,25
moyenne 2012	25,27	33,24	28,73	31,95	31,34
moyenne 2013	26,38	33,35	27,22	34,42	28,98
moyenne 2014	26,87	31,83	28,10	25,85	22,60
moyenne 2015	26,94	31,10	27,40	34,53	25,40

D1 : absence de cueillette ; D2 : 25 % de cueillette ; D3 : 50 % de cueillette
D4 : 75 % de cueillette et D5 : 100 % de cueillette

6.3.2.3 Evolution du nombre de capitules secondaires

En plus du capitule principal fleuri, tous les ans, entre 2011 et 2015, les mesures de terrain ont permis d'appréhender le nombre de capitules secondaires (fleuris ou proches de la floraison) d'Arnica au sein des 5 dispositifs de cueillette (D1 à D5). Le schéma ci-dessous illustre les éléments comptabilisés :



Capitule principal (pied fleuri)

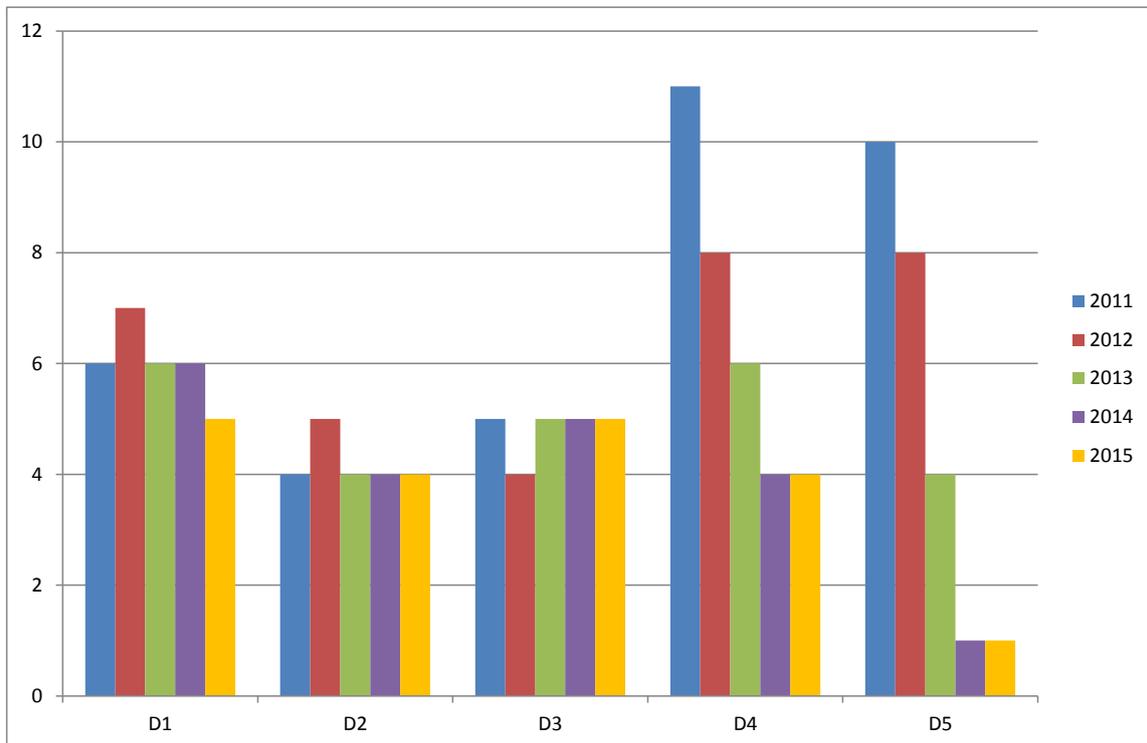
Capitules secondaires
(en bourgeon sur la
photographie)

Capitules d'Arnica montana (photo ESOPE)

La figure 9 montre l'évolution de du nombre de capitules secondaires au cours du temps en fonction des 5 modalités de cueillette. Il apparaît que pour les dispositifs D1 à D3, le nombre de capitules secondaires d'Arnica (fleuri ou en voie de floraison) est globalement stable. En revanche, pour D4 et D5 (> 75 % de cueillette) le nombre de capitules secondaires baisse très nettement avec le temps, passant de 8 à 4 en 5 ans pour une modalité de cueillette de 75 % et de 8 à 1 pour une cueillette de 100 %. Ce résultat est à mettre en relation directe avec la baisse du nombre de pieds fleuris dans les dispositifs présentant une cueillette > 50 % des pieds fleuris.

Il apparaît ainsi qu'une cueillette > 50 % des pieds fleuris aurait comme incidence une régression du nombre de capitules secondaires au niveau des pieds fleuris au sein des dispositifs expérimentaux.

Figure 9 : Evolution du nombre de capitules secondaires au cours du temps



Nombre de capitules secondaires :

	D1	D2	D3	D4	D5
2011	6	4	5	11	10
2012	7	5	4	8	8
2013	6	4	5	6	4
2014	6	4	5	4	1
2015	5	4	5	4	1

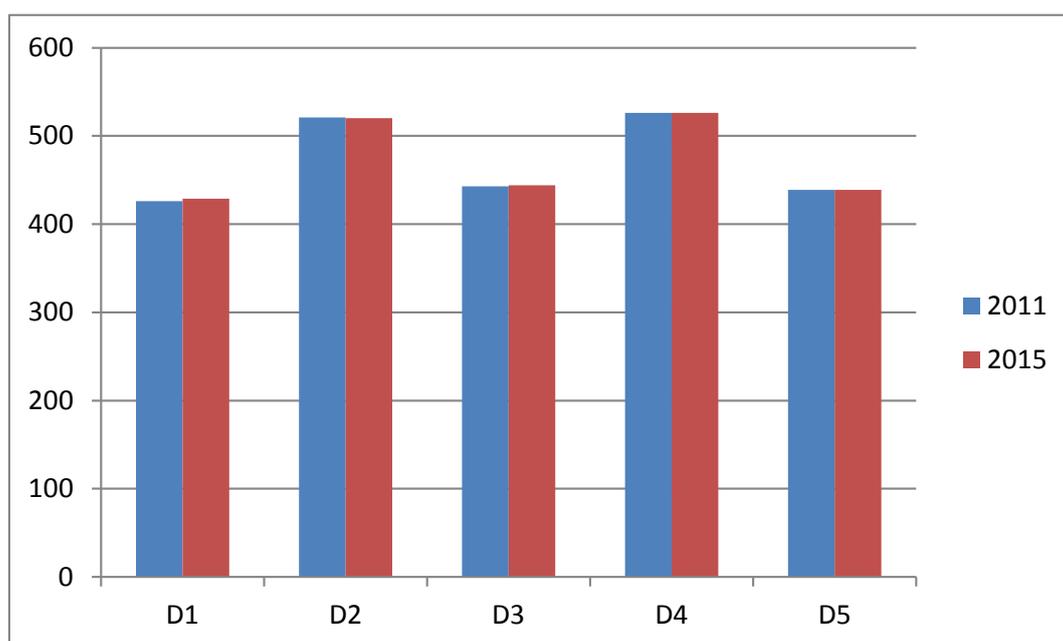
D1 : absence de cueillette ; D2 : 25 % de cueillette ; D3 : 50 % de cueillette
 D4 : 75 % de cueillette et D5 : 100 % de cueillette

6.3.2.4 Evolution du nombre de rosettes

En 2011 et 2015, les mesures de terrain ont permis d'appréhender le nombre de rosettes d'Arnica au sein des 5 dispositifs de cueillette (D1 à D5).

La figure 10 montre l'évolution du nombre de rosettes au cours du temps en fonction des 5 modalités de cueillette. Il ressort des investigations de terrain qu'aucune différence significative n'est notée entre 2011 et 2015 concernant le nombre de rosettes.

Figure 10 : Evolution du nombre de rosettes d'Arnica entre 2011 et 2015



Nombre de rosettes :

	D1	D2	D3	D4	D5
2011	426	521	443	526	439
2015	429	520	444	526	439

D1 : absence de cueillette ; D2 : 25 % de cueillette ; D3 : 50 % de cueillette
D4 : 75 % de cueillette et D5 : 100 % de cueillette

6.3.2.5 Evolution de la taille des feuilles composant les rosettes

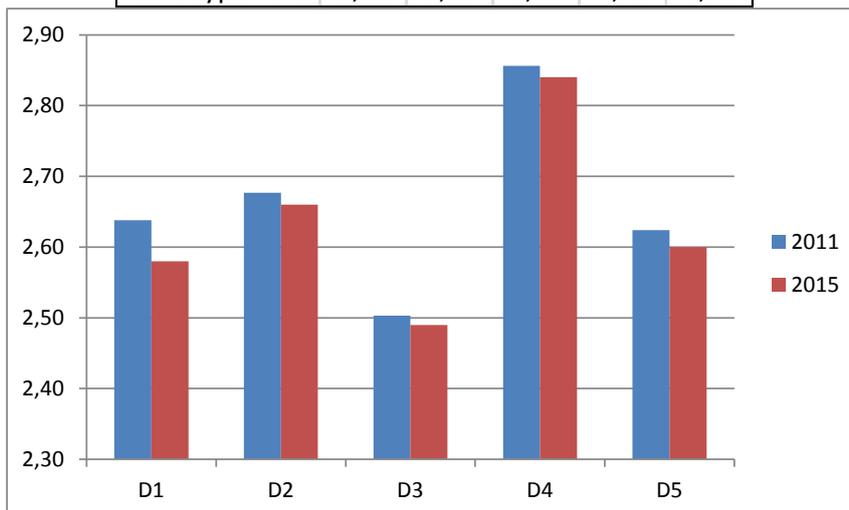
En 2011 et 2015, les mesures de terrain ont permis d'appréhender la taille des feuilles composant les rosettes d'Arnica au sein des 5 dispositifs de cueillette (D1 à D5). Ce critère a été appréhendé au travers de la mesure de la largeur et de la longueur de 30 feuilles composant les rosettes sélectionnées de manière aléatoire.

La figure 11 montre l'évolution de la taille des feuilles composant les rosettes au cours du temps en fonction des 5 modalités de cueillette. Il ressort des investigations de terrain qu'aucune différence significative n'est notée entre 2011 et 2015 concernant ce critère biologique.

Figure 11 : Evolution de la largeur et de la longueur des feuilles composant les rosettes d'Arnica entre 2011 et 2015

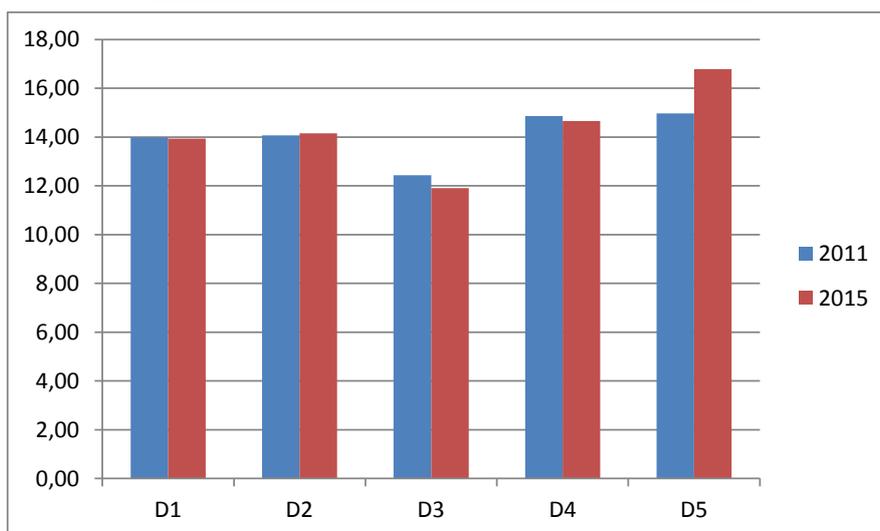
Largeur des feuilles composant les rosettes (cm) / échantillon de 30 feuilles :

	D1	D2	D3	D4	D5
2011	2,64	2,68	2,50	2,86	2,62
Ecart-type 2011	0,72	0,73	0,95	1,53	0,78
2015	2,58	2,66	2,49	2,84	2,60
Ecart-type 2015	0,68	0,65	0,89	1,48	0,79



Longueur des feuilles composant les rosettes (cm) / échantillon de 30 feuilles :

	D1	D2	D3	D4	D5
2011	13,98	14,07	12,43	14,86	14,97
Ecart-type 2011	2,93	3,79	4,01	4,19	4,87
2015	13,94	14,15	11,90	14,65	16,78
Ecart-type 2015	1,99	3,40	3,40	3,98	4,58



D1 : absence de cueillette ; D2 : 25 % de cueillette ; D3 : 50 % de cueillette
 D4 : 75 % de cueillette et D5 : 100 % de cueillette

6.3.3 Synthèse de l'approche expérimentale sur l'impact de la cueillette sur l'Arnica

Les expérimentations menées entre 2011 et 2015 concernant la cueillette d'Arnica apportent les informations suivantes :

- une cueillette > 50 % des pieds fleuris *sur un même secteur* entraîne une régression du nombre de pieds fleuris.
Il est intéressant d'observer que ce seuil de cueillette de 50 % des pieds fleuris d'Arnica correspond aux modalités de cueillette adoptées en Roumanie ;
- la hauteur moyenne des pieds fleuris ne semble pas influencée par la pression de cueillette au sein des dispositifs expérimentaux ;
- une cueillette > 50 % des pieds fleuris aurait comme incidence une régression du nombre de capitules secondaires au niveau des pieds fleuris ;
- la cueillette ne semble pas avoir d'impact sur les rosettes : aucune différence significative n'est notée entre 2011 et 2015 (nombre de rosettes, largeur et longueur des feuilles composant ces rosettes).

Ces résultats sont issus d'une expérimentation pluri-annuelle menée rigoureusement sur les mêmes populations au sein d'un périmètre bien délimité. Dans le cas du Markstein, il est important de noter qu'**il est impossible de certifier que des pressions de cueillette sont supérieures à 50 % de la ressource et ce de manière récurrente sur une même population.**

6.4 Approche climatique

6.4.1 Contexte

Les résultats des études menées sur la végétation des pelouses d'altitude et de l'Arnica au niveau du Markstein concluent à la stabilité des paramètres étudiés pour les 40 stations suivies de 2008 à 2013. Etant donné qu'aucune différence floristique statistiquement validée n'a été mise en lumière au cours de ce suivi, l'analyse climatique apparaît désormais, *a priori*, anecdotique.

Cette approche aura toutefois comme objectif d'apporter des informations sur les conditions climatiques observées au cours des 5 années d'étude et de mettre en perspective les tonnages prélevés annuellement avec ces données climatiques, d'autant que la majorité des intervenants indiquaient que l'Arnica avait tendance à être abondante (en termes de floraison) après des hivers avec beaucoup de neige et quand les conditions d'enneigement persistaient jusqu'au mois de mai.

6.4.2 Données climatiques prises en compte

Les données prises en compte correspondent aux données quotidiennes produites à la station météorologique la plus proche de la zone d'étude, à savoir la station 68247003 MARKSTEIN CRETE située à 1184 m d'altitude. Cette station se situe à proximité du magasin SPECK Sports, ce qui permet de bénéficier de données précises au niveau de la zone d'étude, ce qui est rarement le cas.

Les données utiles à l'appréhension des aspects climatologiques pouvant avoir une incidence sur le cycle biologique de l'Arnica ont été retenues pour la période du 1^{er} juillet 2008 au 1^{er} juillet 2013. Parmi les différents types de données produites par les stations météorologiques de Météo France, certaines ne sont pas générées pour toutes les stations ; n'ont ainsi été prises en compte que les données disponibles pour la station du MARKSTEIN CRETE.

Ont été considérées dans le cadre de cette étude :

- la **hauteur de précipitation** (RR) qui correspond à la hauteur de pluie (ou de fusion de la neige) recueillie entre 6h00 le jour J et 6h00 le jour suivant (J+1) et exprimée en mm ;
- la **température moyenne sous-abri** (TM) qui correspond à la moyenne des 24 valeurs horaires de 01h00 le jour J à 00h00 du jour suivant (J+1) de la température de l'air relevée sous abri, exprimée en degré Celsius ;
- la **durée de gel** (DG) recueillie pendant 24 h, qui correspond à la durée pendant laquelle la température sous abri est nulle ou inférieure à 0 °C. La durée de gel est exprimée en mn ;
- l'**épaisseur totale de neige** mesurée à 06h00 (NEIGETOT06), exprimée en cm. A noter que ce paramètre n'est disponible au niveau de la station qu'à partir du 26 novembre 2008 (il n'était auparavant pas enregistré).

Parmi ces données, certaines sont toutefois manquantes au niveau de cette station⁸, sur la période prise en considération :

- 80 données concernant la TM ;
- 34 données pour la DG ;
- 221 données pour la NEIGETOT06.

⁸ Données non prélevées par la station et en conséquence non disponibles

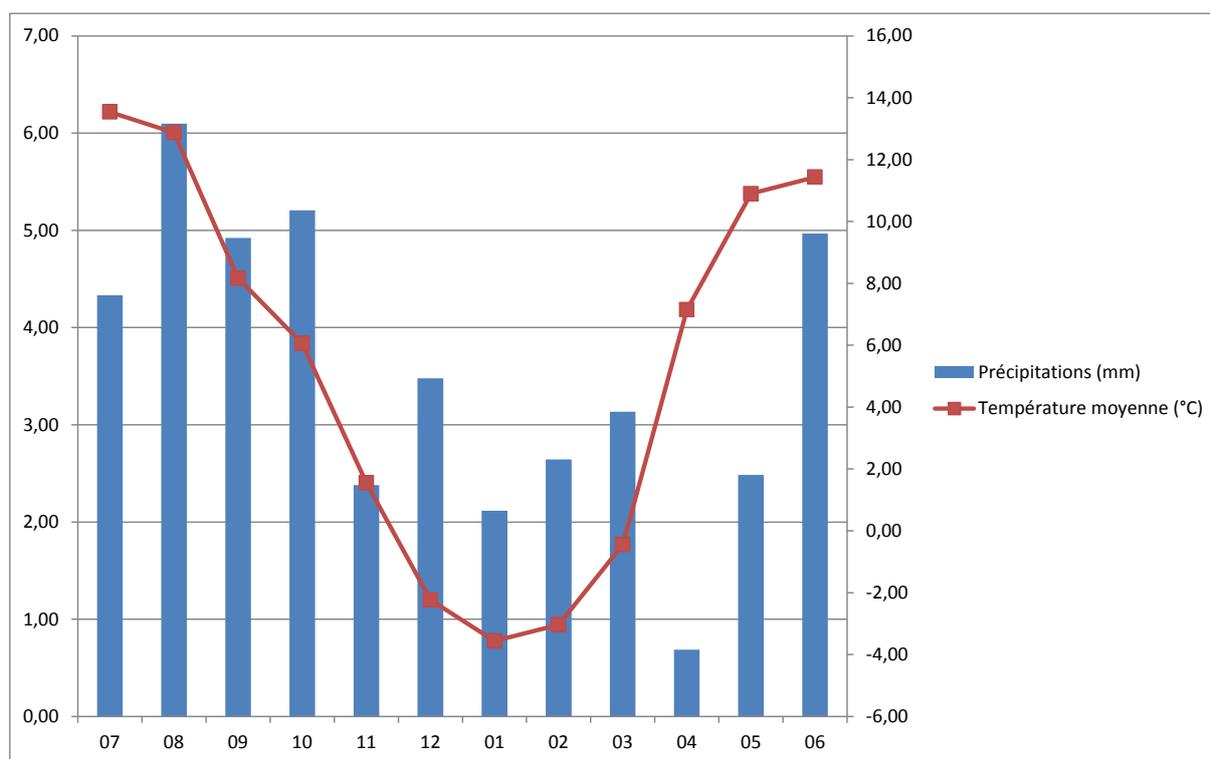
6.4.3 Résultats annuels

Période du 1^{er} juillet 2008 – 1^{er} juillet 2009

Cette première période climatique pourra être mise en perspective avec la cueillette de juillet 2009, en considérant une année complète sur la base d'un cycle biologique végétal.

La figure 12 illustre les principaux aspects climatiques liés à la période de référence (juillet 2008-juillet 2009). Ce graphique montre l'évolution des précipitations (RR) et des températures moyennes (TM).

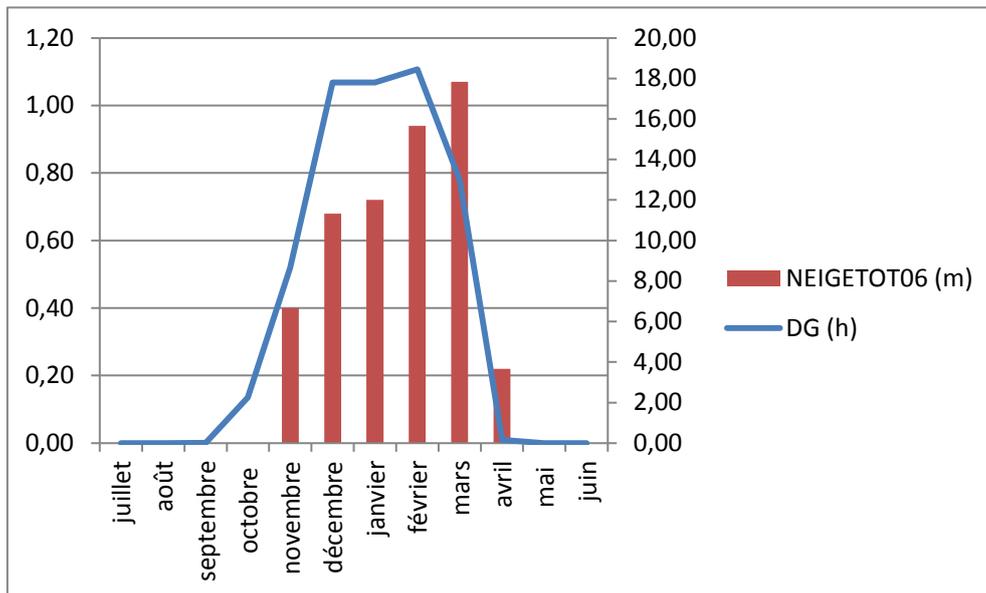
Figure 12 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2008 à juillet 2009



Pour compléter le propos, les deux autres descripteurs climatiques sont détaillés en figure 13, avec précision des éléments suivants :

- le premier épisode de gel a été noté le 17/09/2008 pendant 12 mn et le dernier épisode de gel le 24/04/2009 pendant 268 mn ;
- le premier épisode neigeux a été enregistré le 26/11/2008 (mais il est possible que des précipitations neigeuses aient été d'actualité auparavant, cette date correspondant à la première mesure de ce paramètre) pour une hauteur de 44 cm et le dernier épisode noté correspond au 29/04/2009 avec 1 cm de neige mentionné.

Figure 13 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2008 à juillet 2009



1^{er} juillet 2009 – 1^{er} juillet 2010

Cette seconde période climatique pourra être mise en perspective avec la cueillette de juillet 2010, en considérant une année complète sur la base d'un cycle biologique végétal.

La figure 14 illustre les principaux aspects climatiques liés à la période de référence (juillet 2009-juillet 2010). Ce graphique montre l'évolution des précipitations (RR) et des températures moyennes (TM).

Pour compléter le propos, les deux autres descripteurs climatiques sont détaillés en figure 15, avec précision des éléments suivants :

- le premier épisode de gel a été noté le 14/10/2009 pendant 972 mn et le dernier épisode de gel le 7/05/2010 pendant 161 mn ;
- le premier épisode neigeux a été enregistré le 3/11/2009 pour une hauteur de 1 cm et le dernier épisode noté correspond au 4/05/2010 avec 1 cm de neige mentionné.

Figure 14 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2009 à juillet 2010

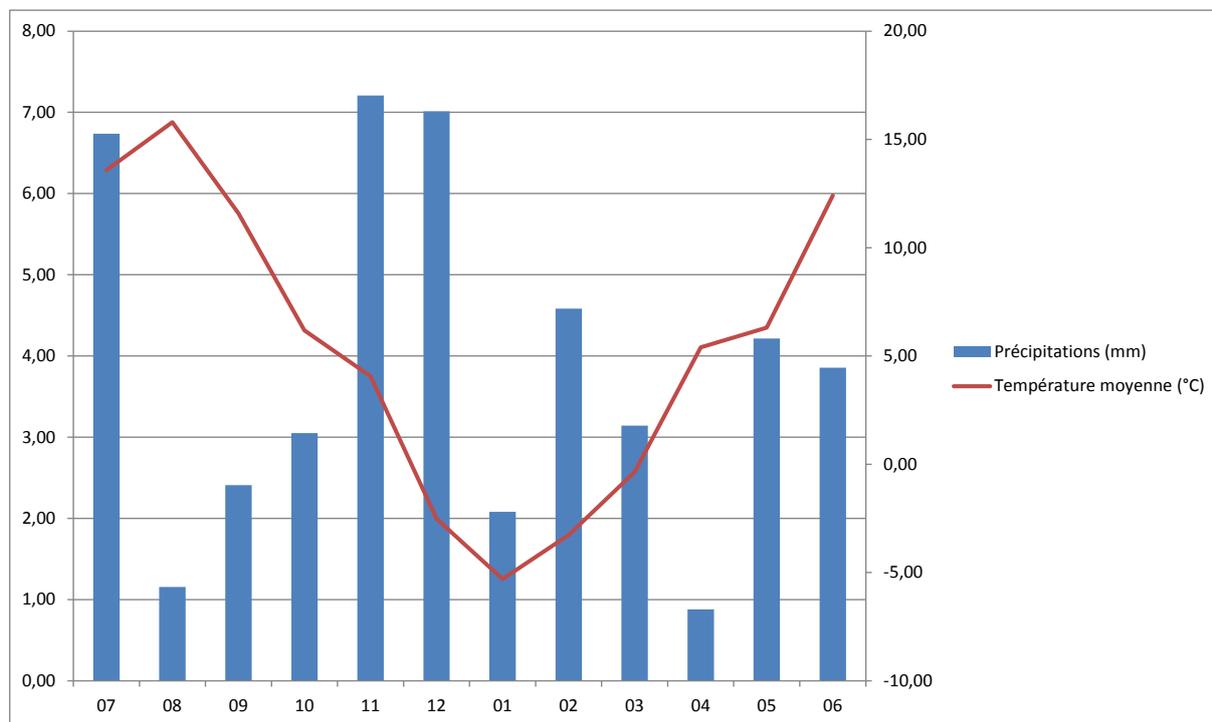
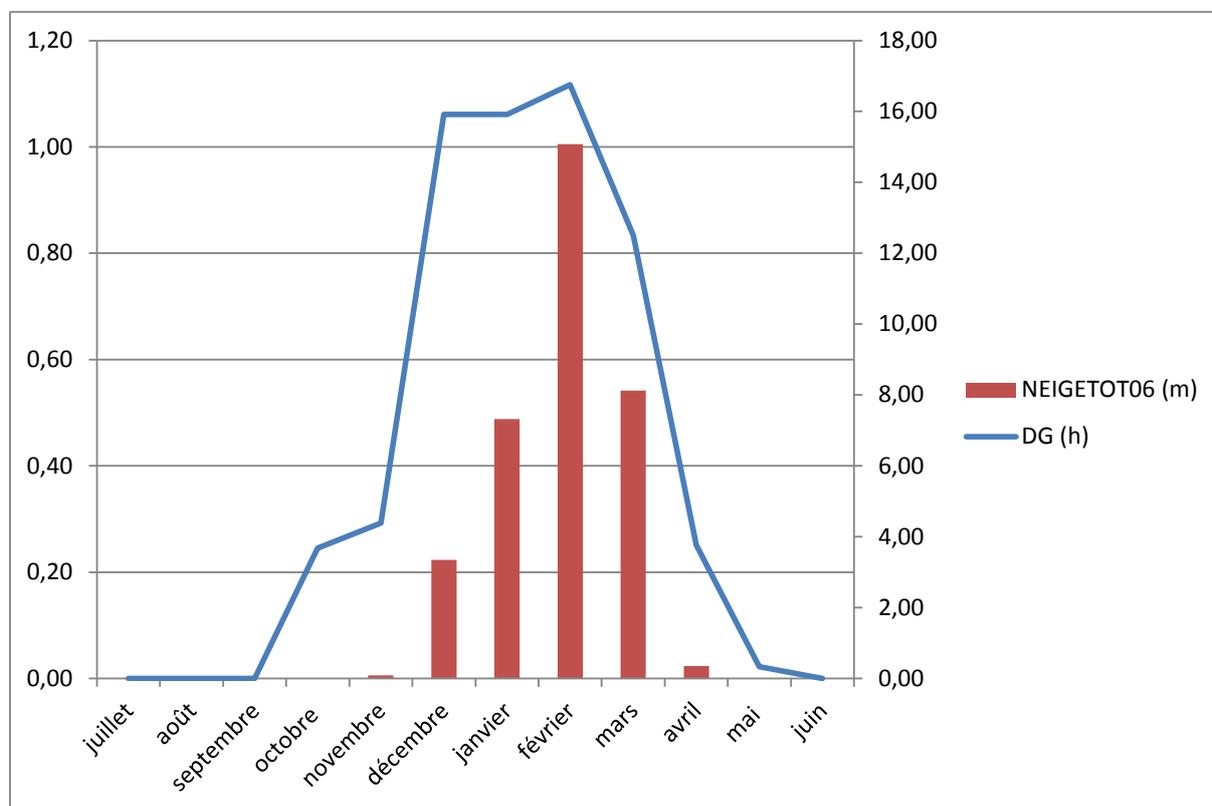


Figure 15 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2009 à juillet 2010



1^{er} juillet 2010 – 1^{er} juillet 2011

Cette troisième période climatique pourra être mise en perspective avec la cueillette de juillet 2011, en considérant une année complète sur la base d'un cycle biologique végétal.

La figure 16 illustre les principaux aspects climatiques liés à la période de référence (juillet 2010-juillet 2011). Ce graphique montre l'évolution des précipitations (RR) et des températures moyennes (TM).

Pour compléter le propos, les deux autres descripteurs climatiques sont détaillés en figure 17, avec précision des éléments suivants :

- le premier épisode de gel a été noté le 18/10/2010 pendant 474 mn et le dernier épisode de gel le 4/05/2011 pendant 284 mn ;
- le premier épisode neigeux a été enregistré le 20/10/2010 pour une hauteur de 3 cm et le dernier épisode noté correspond au 8/03/2011 avec 3 cm de neige mentionnés.

Figure 16 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2010 à juillet 2011

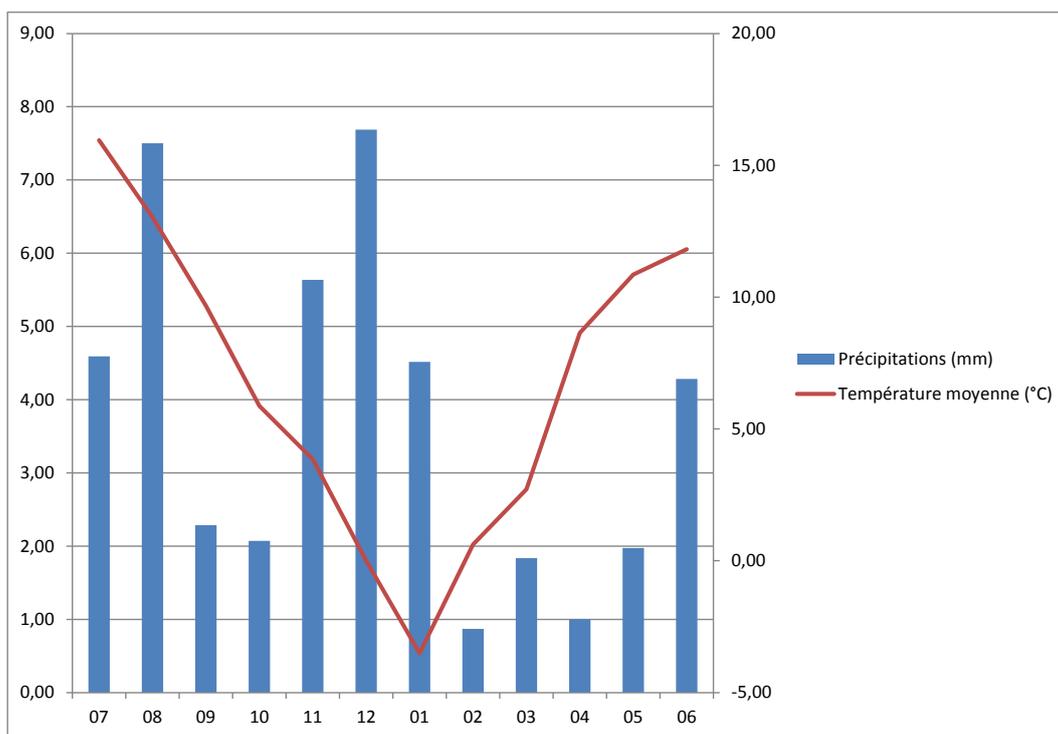
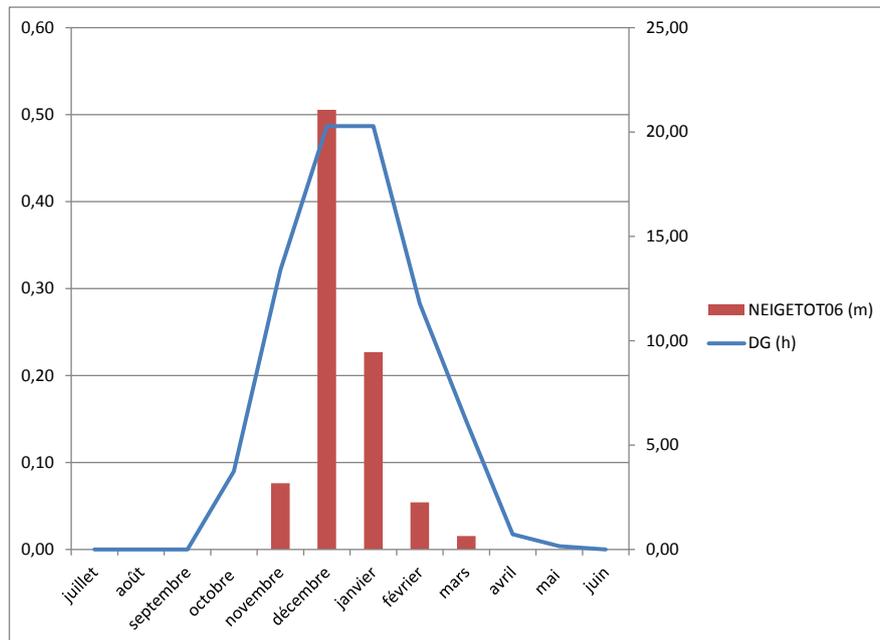


Figure 17 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2010 à juillet 2011



1^{er} juillet 2011 – 1^{er} juillet 2012

Cette quatrième période climatique pourra être mise en perspective avec la cueillette de juillet 2012, en considérant une année complète sur la base d'un cycle biologique végétal.

La figure 18 illustre les principaux aspects climatiques liés à la période de référence (juillet 2011-juillet 2012). Ce graphique montre l'évolution des précipitations (RR) et des températures moyennes (TM).

Pour compléter le propos, les deux autres descripteurs climatiques sont détaillés en figure 19, avec précision des éléments suivants :

- le premier épisode de gel a été noté le 19/10/2011 pendant 354 mn et le dernier épisode de gel le 17/05/2012 pendant 278 mn ;
- le premier épisode neigeux a été enregistré le 4/12/2011 pour une hauteur de 1 cm et le dernier épisode noté correspond au 16/05/2012 avec 3 cm de neige mentionnés.

Figure 18 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2011 à juillet 2012

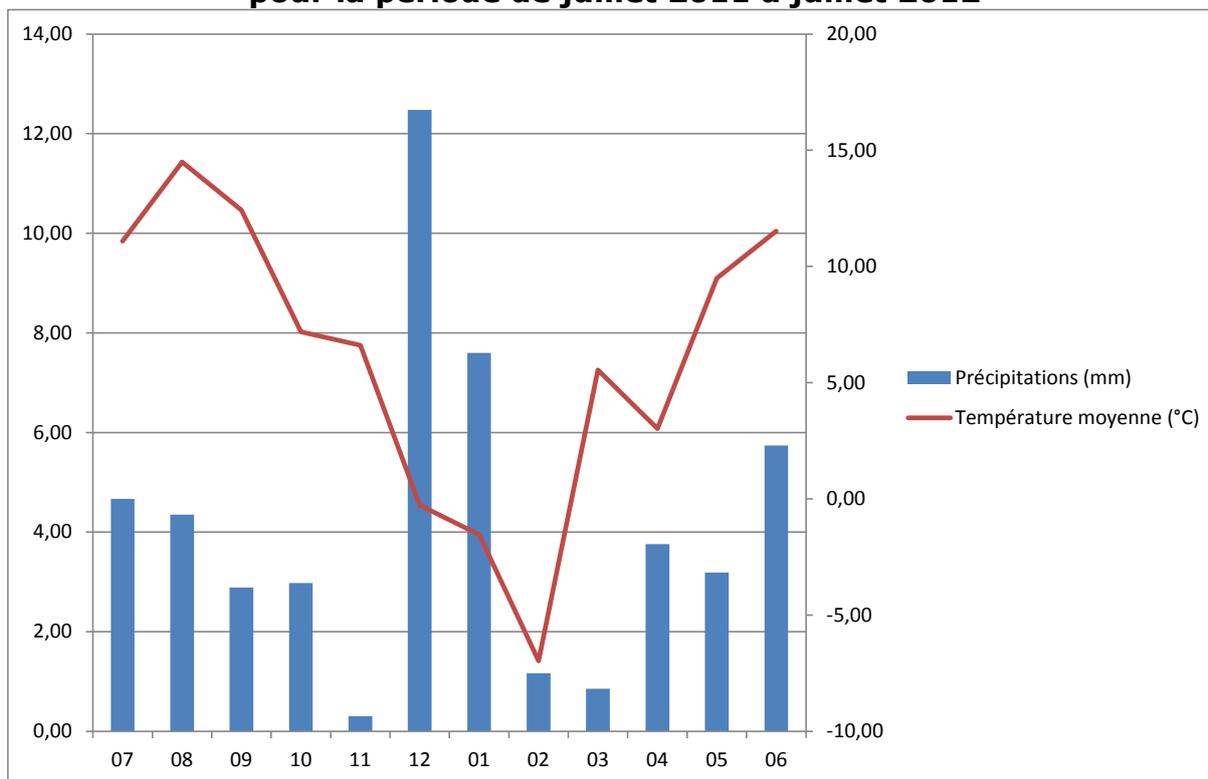
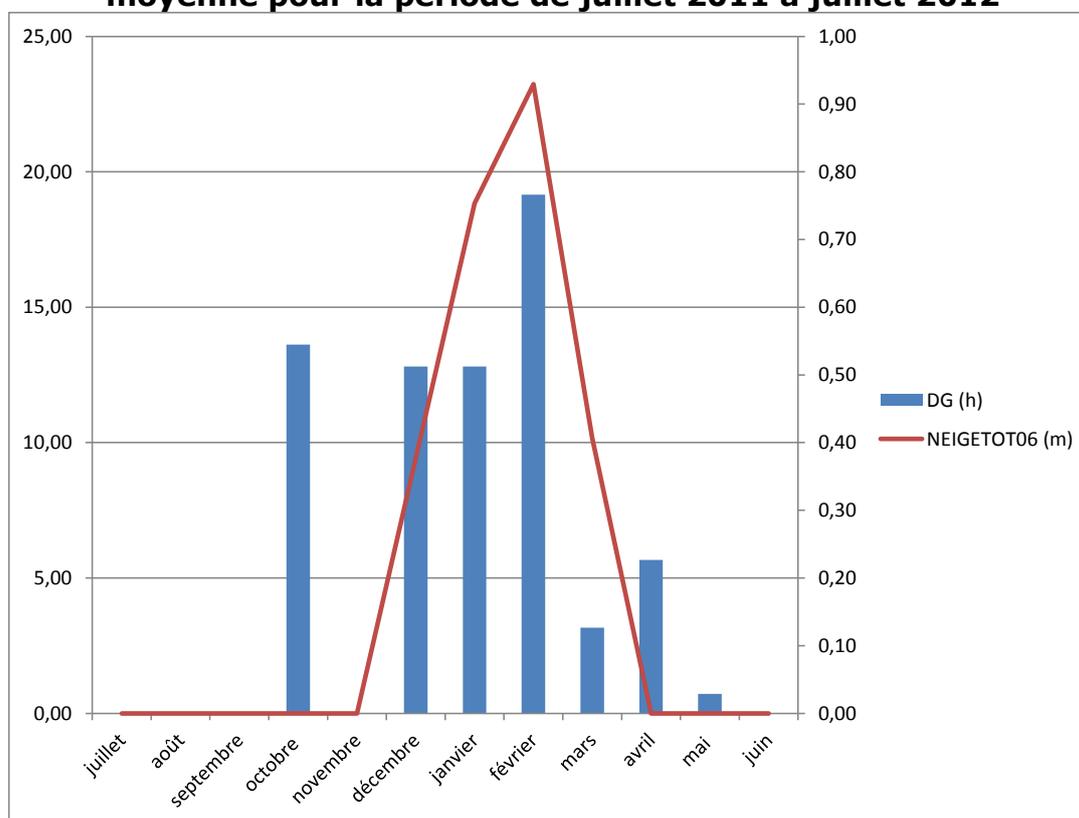


Figure 19 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2011 à juillet 2012



1^{er} juillet 2012 – 1^{er} juillet 2013

Cette cinquième période climatique pourra être mise en perspective avec la cueillette de juillet 2013, en considérant une année complète sur la base d'un cycle biologique végétal.

La figure 20 illustre les principaux aspects climatiques liés à la période de référence (juillet 2012-juillet 2013). Ce graphique montre l'évolution des précipitations (RR) et des températures moyennes (TM).

Pour compléter le propos, les deux autres descripteurs climatiques sont détaillés en figure 21, avec précision des éléments suivants :

- le premier épisode de gel a été noté le 15/10/2012 pendant 774 mn et le dernier épisode de gel le 26/05/2013 pendant 296 mn ;
- le premier épisode neigeux a été enregistré le 6/11/2012 pour une hauteur de 3 cm et le dernier épisode noté correspond au 24/05/2013 avec 1 cm de neige mentionné.

Figure 20 : Température mensuelle moyenne et précipitations moyennes pour la période de juillet 2012 à juillet 2013

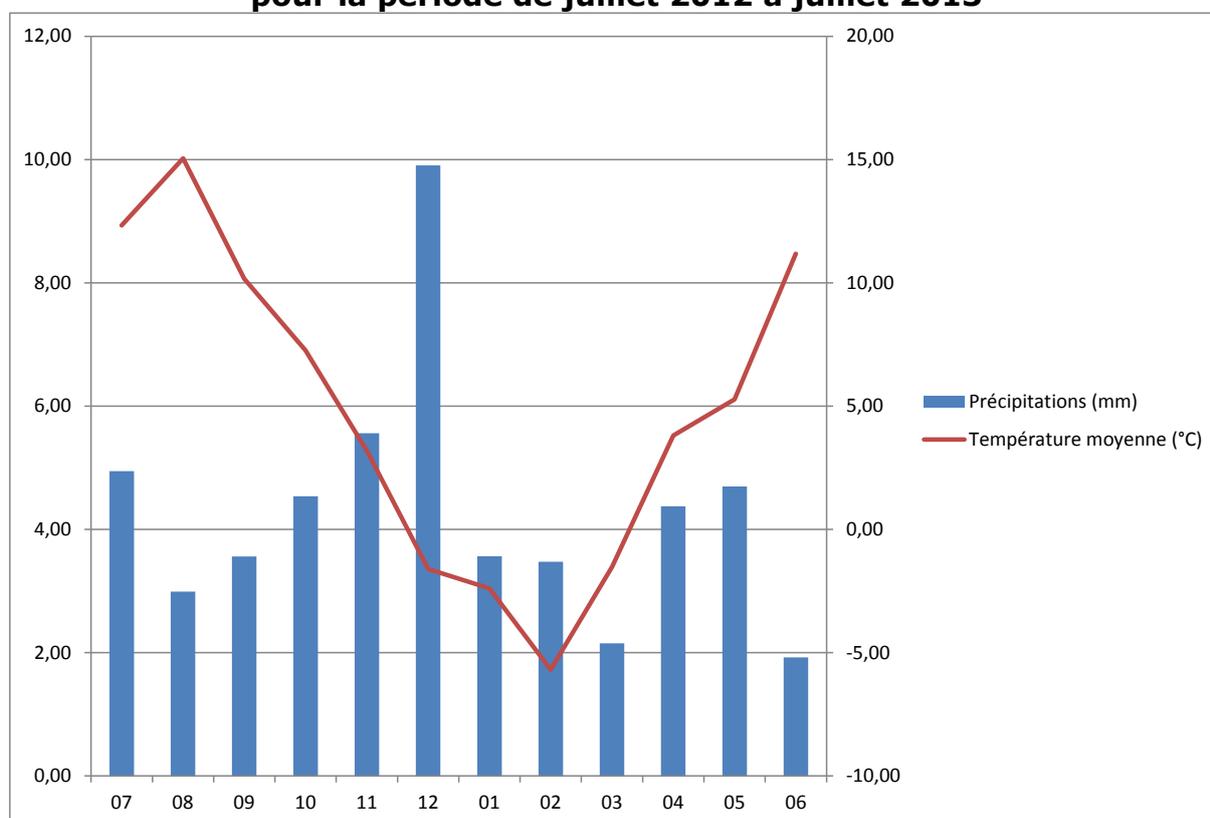
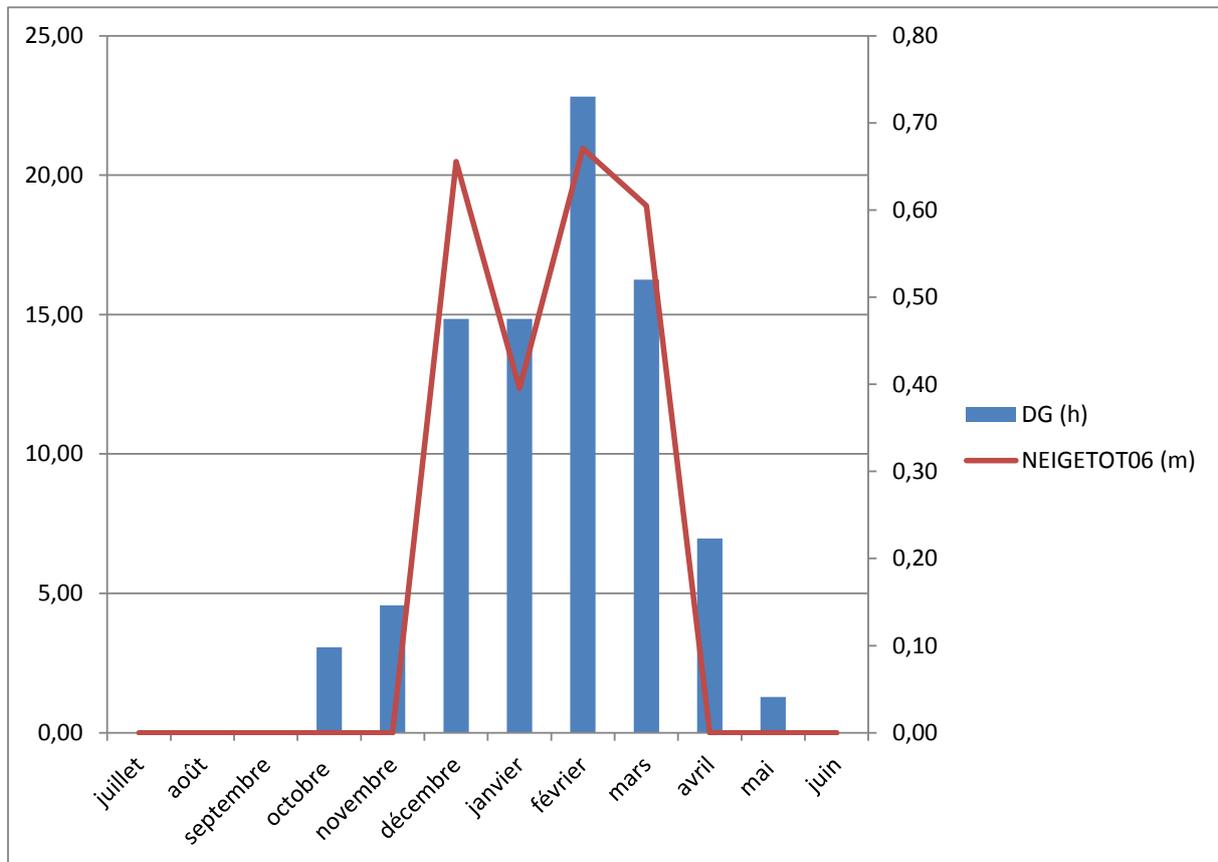


Figure 21 : Durées de gel moyennes et épaisseur totale de neige moyenne pour la période de juillet 2012 à juillet 2013



6.4.4 Premières analyses des résultats et hypothèses

Le graphique page suivante présente une partie de toutes ces données : les tonnages des récoltes de plantes entières fraîches (indiquées en juin de chaque année) sont mis en perspective avec les données climatiques étudiées ici : températures moyennes de chaque mois, durée de gel, précipitations et manteau neigeux.

5 ans sont beaucoup trop courts pour disposer de suffisamment de données et pour étudier la répétition d'événements climatiques, toutefois lors de l'année faste de récolte en 2011, on constate plusieurs faits climatiques qui se combinent :

- une faible couverture neigeuse lors de l'hiver 2010 – 2011 avec non seulement une épaisseur faible en moyenne par rapport aux autres années, mais également une faible durée d'enneigement ;
- en rouge il semble également que le printemps de cette année ait été particulièrement chaud avec peu de précipitations.

De manière à mieux mettre en perspective ces constats et à tester des premières hypothèses de travail, nous avons produit le tableau en pages ci-après où apparaissent plusieurs variables climatiques en fonction des années.

Données climatiques et récoltes d'Arnica sur la zone conventionnée du Markstein entre 2008 et 2013



Tableau 20 : Récoltes d'Arnica et données climatiques sur le Markstein

Années de récolte	Nombre de jours avec couverture neigeuse > 10 cm de l'hiver précédent l'année de récolte	Somme des températures sur avril - juin de l'année de récolte (°C)	Somme des précipitations sur avril - juin de l'année de récolte (mm)	Durée de gel dans le mois de mai ⁹ de l'année de récolte (en heure)	Quantité de plante entière d'Arnica récoltée (en t. de plante fraîche)	Quantité de capitule d'Arnica cueilli (en kg, frais)
2009	137	895	247	0,0	7,818	580
2010	111	730	273	10,3	10,371	1066
2011	62	950	220	4,9	4,834	188
2012	109	743	390	22,4	10,397	846
2013	138	579	334	39,9	8,926	431
MOYENNE	111	780	293	15,5	8,469	622

A la vue de ce tableau, on peut remarquer :

- lors de la mauvaise année de récolte en 2011 :

- Le nombre de jours avec de la neige durant l'hiver 2010-2011 (ici avec manteau de neige > 10 cm) est faible (62 jours au lieu de 111 en moyenne sur 2009 – 2013)
- On constate également que le printemps est chaud (somme des températures sur les 3 mois précédents la récolte et après la neige = 950 °C au lieu de 780 en moyenne) et peu pluvieux (somme de précipitations sur ces mêmes mois = 220 mm au lieu de 293 en moyenne)

- lors des « bonnes » années de récolte en 2010 et 2012 :

- la durée de la couverture neigeuse est moyenne (environ 110 jours de manteau neigeux > 10 cm lors des hivers précédents ces années de récolte)
- les températures du printemps sont également moyennes (somme des températures à 730 et 743 sur les mois d'avril à juin sur 2010 et 2012)
- les précipitations durant les 3 mois précédents les récoltes de ces années sont moyennes (en 2010 : 273 mm au lieu de 293 en moyenne) à très bonnes (39 mm pour 2012)

- lors des années moyennes en 2009 et 2013 :

- la couverture neigeuse est bonne, même supérieure à la moyenne (137 jours au lieu de 111 en moyenne)
- un printemps chaud en 2009 avec relativement peu de précipitation
- au contraire un printemps plutôt froid en 2013 avec beaucoup de pluie

Voici donc plusieurs cas de figures étudiés mais qui ne peuvent pas faire l'objet, avec ce peu de recul, de conclusions statistiquement valides.

⁹ Absence de gel en juin lors de cette période (des épisodes tardifs de gel ont déjà été constatés d'autres années)

Les hypothèses de travail étudiées ici mériteront d'être vérifiées les années futures mais il semble qu'effectivement, comme l'ont constaté les acteurs de terrain, les années combinant faible couverture neigeuse + printemps sec et chaud ne sont pas favorables à la production.

6.5 Approche complémentaire d'auto-évaluation

L'objectif de cette démarche est d'aboutir à la réalisation d'une cartographie annuelle des populations d'Arnica à l'échelle du site par les acteurs locaux (appropriation de la préservation de la ressource végétale), à différentes phases clés pour la phénologie de l'espèce (rosette, floraison, ...).

La mise en place de l'approche d'auto-évaluation a été testée sur le terrain par les cueilleurs en juillet 2010. Pour permettre cette auto-évaluation, une première fiche a été établie (figure 22) et transmise aux personnes en charge de la cueillette sur la zone conventionnée. Sur la base des 7 retours centralisés par Vosges Développement, une analyse a été réalisée.

A la lumière de ces retours, il apparaît que :

- 1 fiche n'est pas exploitable, la carte des parcelles évaluées n'étant pas fournie ;
- pour les autres fiches, les constats suivants ont été mis en évidence :
 - le découpage précis des parcelles évaluées n'est pas toujours renseigné ;
 - les observateurs ne sont pas forcément d'accord entre eux sur certains secteurs qu'ils ont évalué indépendamment ;
 - la grille d'évaluation des rosettes au sol ne semble pas pertinente et facile à renseigner malgré des dessins indicatifs ;
 - la plante est toujours mentionnée en floraison, voire parfois en fin de floraison : il semble que cette mesure ne soit pas pertinente, les cueilleurs étant sur le terrain en période optimale de floraison ;
 - la densité de floraison avec différentes classe de % reste difficile à appréhender pour un cueilleur, sans plus de précision sur la fiche d'évaluation.

De plus, si l'on s'attache à visualiser ces résultats au plan cartographique (figure 24), il s'avère que des limites nettes sont mises rapidement en évidence :

- le découpage exact des parcelles décrites n'étant pas toujours bien renseigné, la plupart des évaluations ne peuvent se faire que dans le cadre d'un passage à une donnée stationnelle (point représentant la zone évaluée) ;
- l'ensemble de la zone d'étude est loin d'être couverte par ce système d'auto-évaluation, l'ensemble de la zone conventionnée n'étant en effet pas forcément exploitée dans le cadre de la cueillette ;
- le résultat cartographique illustre plutôt une répartition des stations de cueillette à l'échelle de la zone conventionnée, pour l'année 2010.

Il ressort de ce premier essai d'auto-évaluation que la première version de la fiche n'est pas pertinente au regard des résultats attendus. Il convient donc de retravailler cette fiche pour la rendre plus simple et plus opérationnelle pour les cueilleurs. C'est dans cet objectif qu'une seconde version a été proposée en mai 2011 (figure 23). Dans sa seconde mouture, la fiche propose que le cueilleur se base sur des cas illustrés de la densité de floraison, à savoir des photographies prises sur le site. Ainsi, il sera plus aisé à l'avenir de trancher quant à la densité de floraison, sans prise en compte des rosettes.

Figure 22 : Première version de la fiche d'auto-évaluation de la densité de l'Arnica

Date de l'observation :

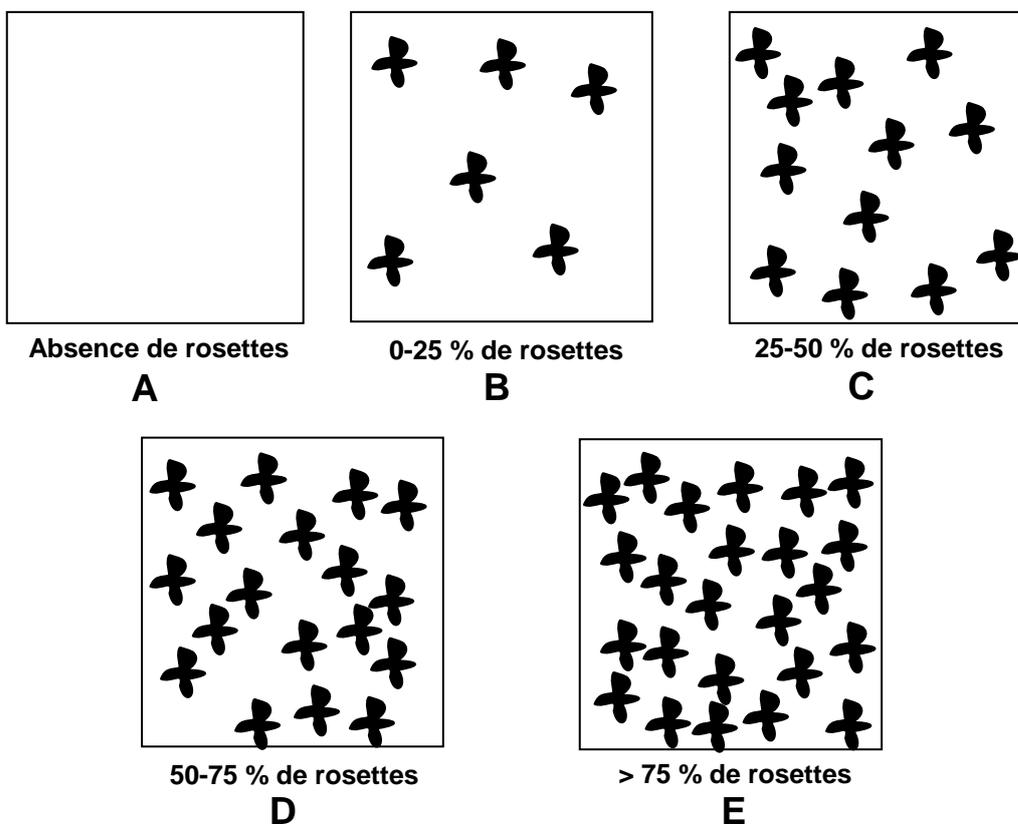
Auteur(s) de l'observation :

Conditions météorologiques :

Code de localisation sur la carte :

A partir des observations de terrain, découper la parcelle agricole étudiée en fonction des densités homogènes de rosettes d'Arnica (recouvrement au sol). Pour chaque découpage effectué, identifier le figure rencontré (A à E).

Remplir 1 fiche par découpage opéré.



Etat physiologique de l'Arnica (sur la base de l'état de la majorité des pieds observés) :

	Absence de floraison de la plante
	Plante en bouton
	Plante en pleine floraison
	Plante en fin de floraison (fleur fânée)

Densité de floraison :

	Absence de floraison de la plante
	0-25 % de pieds fleuris
	25-50 % de pieds fleuris
	50-75 % de pieds fleuris
	> 75 % des pied fleuris

Autre(s) remarque(s) :

Figure 23 : Seconde version de la fiche d'auto-évaluation de la densité de l'Arnica

Date de l'observation :

Auteur(s) de l'observation :

Conditions météorologiques :

Code de localisation sur la carte :

Découper la parcelle en fonction des densités homogènes de fleurs, remplir 1 fiche par découpage en identifiant la situation rencontrée (A à F).

1. Pour la floraison :



Absence de floraison (A)



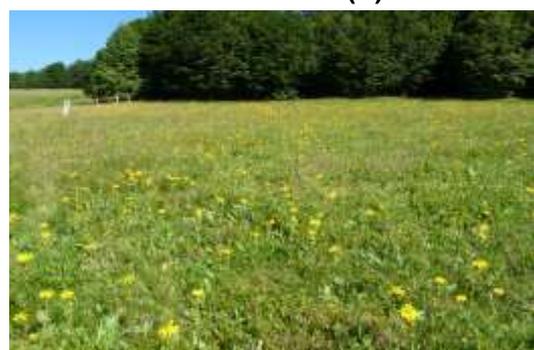
Floraison quasi-nulle (B)



Floraison rare (C)



Floraison faible (D)



Floraison moyenne (E)



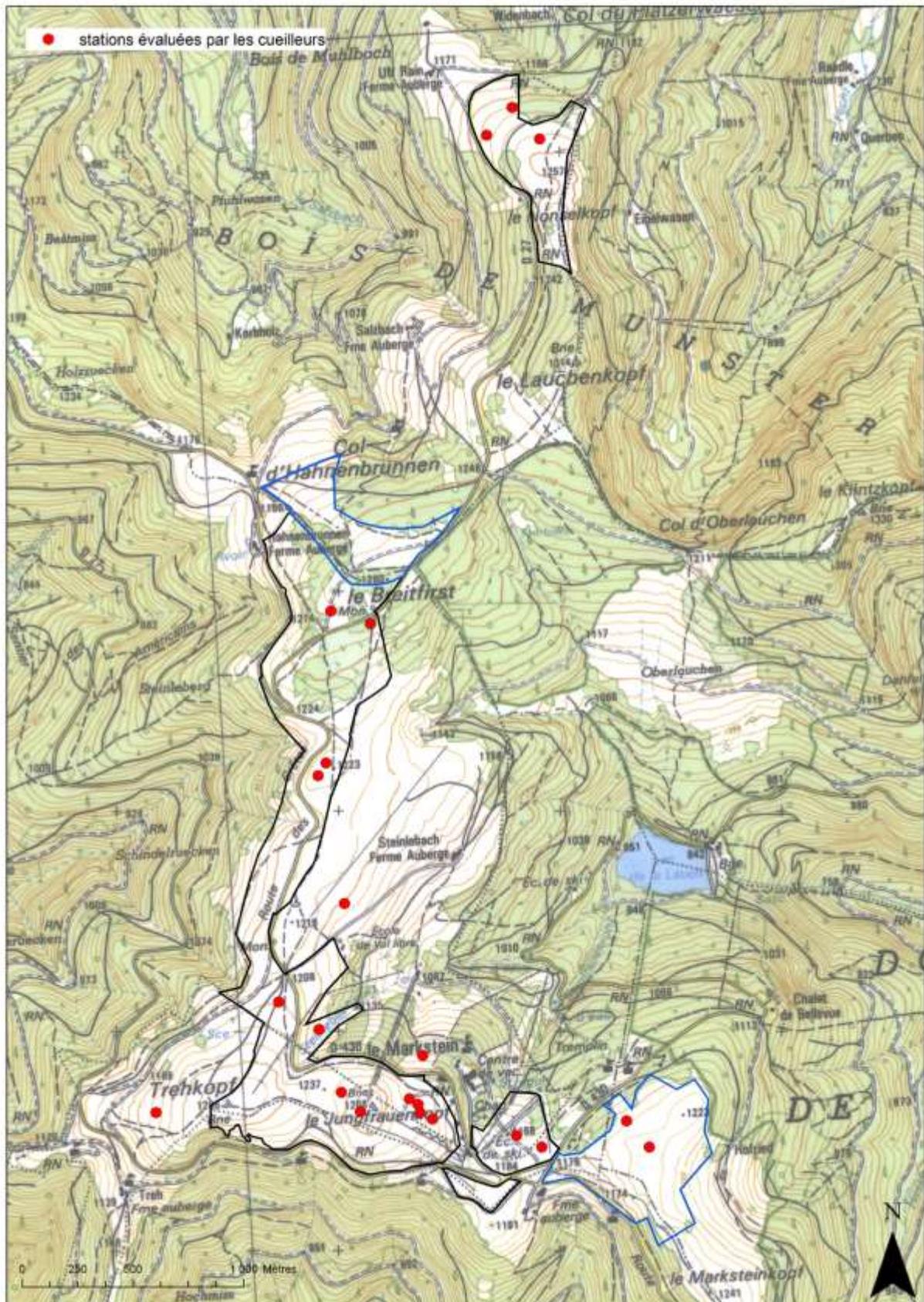
Floraison élevée (F)

2. Stade de développement (majorité des pieds observés) :

<input type="checkbox"/>	Absence de floraison de la plante
<input type="checkbox"/>	Plante en bouton
<input type="checkbox"/>	Plante en pleine floraison
<input type="checkbox"/>	Plante en fin de floraison (fleur fânée)

Autre(s) remarque(s) :

Figure 24 : Transcription cartographique des résultats de 2010 pour la fiche d'auto-évaluation de la densité de l'Arnica



7 Conclusions et perspectives

Les différentes étapes de l'étude ont abouti aux conclusions suivantes :

- L'analyse bibliographique sur l'Arnica a apporté des éléments de connaissance sur les aspects suivants :
 - les traits biologiques de l'espèce (banque de graine, reproduction, floraison, génétique) et son habitat
 - les effets des pratiques agricoles
 - les effets liés aux changements climatiques et aux dépôts atmosphériques

→ cette analyse bibliographique mériterait d'être poursuivie dans les années futures afin d'enrichir progressivement les réflexions concernant la préservation de la ressource Arnica sur le Markstein. Des essais de culture de l'Arnica pourraient également apporter de nouveaux éclairages dans les réflexions menées annuellement dans le souci de préserver la ressource végétale. En effet, les essais de culture pourraient permettre d'améliorer la compréhension du fonctionnement de la plante en milieu contrôlé (et par extension en milieu naturel).

- Les 40 stations suivies présentent une richesse spécifique stable au cours des 5 années de suivi, les évolutions constatées pouvant être attribuées à la phénologie des espèces végétales, naturellement différente d'une année sur l'autre.
- Au sein de la zone conventionnée, les stations suivies présentent également une composition floristique stable au cours des 5 années de suivi

→ un suivi plus léger pourra à l'avenir être organisé, sur un pas de temps plus long, afin de faire un bilan régulier de l'évolution des 40 stations.

L'observatoire des espaces ouverts de la montagne vosgienne, mis en place par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges pour le suivi global des hautes chaumes et l'évaluation des MAE, pourrait être mobilisé dans cet objectif, quitte à être légèrement renforcé au niveau de la zone conventionnée.

- Les résultats de l'étude synchronique confirment les éléments synthétisés en bibliographie concernant l'impact des pratiques agricoles sur la flore herbacée typique des chaumes d'altitude, à savoir :
 - l'intensification des pratiques agricoles sur les prairies d'altitude a pour conséquence une diminution de la richesse spécifique des habitats herbacés, accompagnée :
 - d'une régression des espèces les plus sensibles (généralement espèces typiques des sols pauvres en éléments nutritifs)
 - d'un développement d'espèces plus compétitives (notamment des graminées) et d'espèces caractéristiques des sols eutrophes, ces espèces n'étant généralement pas typiques des habitats prairiaux d'altitude
 - la fermeture progressive des pelouses d'altitude par le développement des Ericacées (absence de gestion agricole par exemple) entraîne une diminution de la richesse spécifique de l'habitat

- Après 5 années de suivi il apparaît que pour les 40 stations de suivi, l'Arnica présente une stabilité tant en termes de présence que d'abondance
- Après 5 années de suivi, les 10 stations suivies par la méthode des poignées de végétation apportent les conclusions suivantes :
 - l'Arnica présente une stabilité tant en termes de présence que d'abondance dans le couvert végétal
 - les compositions floristiques des stations suivies n'ont pas varié dans le temps et sont jugées stables d'une année sur l'autre, tant en termes qualitatif (espèces présentes) que quantitatif (contributions spécifiques), sauf en dehors de la zone conventionnée. Ainsi le conventionnement et la mise en place des MAE représentent un réel intérêt pour le maintien des pelouses d'altitude, la préservation de leur état de conservation et de manière directe des populations d'Arnica

→ un suivi plus léger pourra à l'avenir être organisé, sur un pas de temps plus long, afin de faire un bilan régulier de l'évolution des stations de suivi accueillant l'espèce

- La cartographie des densités de floraison d'Arnica apporte des informations intéressantes pour un faible investissement en temps de travail (1 journée/an sur site). Elle peut par ailleurs être réalisée par un non spécialiste.
- Entre 2010 et 2013, peu de différences ont été notées en termes de densités de floraison. Ainsi, pour ces 2 années, la distribution spatiale des floraisons de la plante au niveau de la zone d'étude apparaît relativement stable

→ une cartographie annuelle, en amont de la cueillette, de la densité de floraison semble réalisable afin d'avoir un aperçu des potentialités de cueillette et des secteurs les plus riches en floraison

- Entre 2011 et 2015, les résultats suivants sont observés suite à l'étude de l'impact de différentes pressions de cueillette de l'Arnica :
 - une cueillette > 50 % des pieds fleuris de l'Arnica a comme incidence une régression du nombre de pieds fleuris de l'espèce au sein des dispositifs expérimentaux ainsi qu'une régression du nombre de capitules secondaires au niveau des pieds fleuris (liée à la baisse du nombre de pieds fleuris). A noter que ce seuil de 50 % des pieds fleuris correspond aux modalités de cueillette adoptées en Roumanie (Michler, 2007)
 - la taille des pieds fleuris (hauteur), le nombre de rosettes ainsi que la largeur et la longueur des feuilles composant les rosettes ne présentent aucune différence significative au sein des carrés expérimentaux soumis à 5 pressions de cueillette différentes

→ une pression de cueillette annuelle modérée (< 50 % des pieds fleuris) semble permettre le maintien des floraisons de l'Arnica d'après les résultats obtenus au sein des carrés expérimentaux.

Pour terminer, il semblerait pertinent d'appréhender les populations d'Arnica selon un angle plus quantitatif avec par exemple un essai de mise en place d'un protocole permettant d'estimer les quantités disponibles annuellement de plantes fleuries. Cet aspect serait pleinement complémentaire à la cartographie des densités et permettrait une meilleure gestion des quantités « disponibles » pour la cueillette. De plus, un suivi plus fin des quantités d'Arnica après cueillette permettrait l'établissement d'un retour d'expérience, basé sur les quantités prélevées et les plantes fleuries restant sur site après le passage des cueilleurs.

Pour conclure, il convient surtout d'insister sur la fragilité des pelouses d'altitude concernant les évolutions attendues dans le cadre des changements climatiques. Une gestion conservatoire des habitats d'altitude représente probablement la meilleure approche pour préserver les populations végétales autochtones, et par extension la valeur économique de certaines espèces telles l'Arnica. La gestion doit minimiser les effets négatifs des changements climatiques par la mise en œuvre de modalités agricoles restrictives ; la convention mise en place sur le Markstein en juin 2007 va ainsi dans le bon sens et doit perdurer sur le long terme.

8 Bibliographie

- Annot L., 2000. Premiers éléments d'évaluation d'*Arnica montana* L. dans ses rapports avec la végétation du Breitfirst. Premier rapport intermédiaire. WELEDA. Université de Metz. 45 p.
- Annot L., 2002. Les groupements végétaux des herbages d'altitude soumis aux activités agricoles des Hautes Chaumes des Vosges. Caractérisation phytosociologique, état de conservation, définition de bioindicateurs végétaux : cas particulier d'*Arnica montana* L. Rapport de synthèse. WELEDA, Parc naturel régional des Ballons des Vosges. Université de Metz. 45 p.
- Bajaj Y.P.S., 1995. Biotechnology in Agriculture and Forestry 33. Medicinal and aromatic plants. Volume 8. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 53-55.
- Bajon R., 2000. *Arnica montana* L.. In Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2006. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, site Web. <http://www.mnhn.fr/cbnbp>.
- Bobbink R., Braun S., Nordin A., Power S., Schütz K., Strengbom J., Weijters M. & Tomassen H., 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. RIVM Report 680359002. Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Noordwijkerhout. 246 p.
- Bruelheide H. & Scheidel U., 1999. Slug herbivory as a limiting factor for the geographical range of *Arnica montana*. *Journal of Ecology*, 87. 839-848.
- Buse J., Boch S., Hilgers J. & Griebeler E.M., 2015. Conservation of threatened habitat types under future climate change. Lessons from plant-distribution models and current extinction trends in southern Germany. *Journal for Nature Conservation*, 27. 18-25.
- Caporn S.J.M., Ashenden T.W. & Lee J.A., 2000. The effect of exposure to NO₂ and SO₂ on frost hardiness in *Calluna vulgaris*. *Environmental and Experimental Botany*, 43. 111-119.
- Carbiener, R., 1966. La végétation des Hautes-Vosges dans ses rapports avec les climats locaux, les sols et la géomorphologie. (Comparaison à la végétation subalpine et autres massifs montagneux à climat « allochtone » d'Europe occidentale). Thèse de Doctorat d'Etat Es Sciences, Faculté des Sciences de Paris, Centre d'Orsay I. 1-112.
- Carly S., Dupré C., Gaudnik C., Dorland E., Dise N., Gowing D., Bleeker A., Alard D., Bobbink R., Fowler D., Vandvik V., Corcket E., Mountford J.O., Aarrestad P.A., Muller S. & Diekmann M., 2011. Changes in species composition of European acid grasslands observed along a gradient of nitrogen deposition. *Journal of Vegetation Science*, 22(2).207-215.
- Cirebea M., Rotar I., Vidican R., Pacurar F., Plesa A. & Ranta O., 2015. Changes in phyto-diversity on *Festuca rubra* L. – *Agrostis capillaris* L. grasslands. *Bulletin UASVM Agriculture*, 72 (2). 374-377.
- Dähler W., 1992a. Long-term influence of fertilization in a *Nardetum* – the management of great quantities of data from permanent plots. *Vegetatio*, 103. 135-140.
- Dähler W., 1992b. Long-term influence of fertilization in a *Nardetum* – results from the test plots of Ludi, W on the Schynige platte. *Vegetatio*, 103. 141-150.
- De Graaf M.C.C., Bobbink R., Verbeek P.J.M. & Roelofs J.G.M., 1997. Aluminium toxicity and tolerance in three heathland species. *Water Air Soil Poll.*, 98. 229-239.
- De Graaf M.C.C., Bobbink R., Roelofs J.G.M. & Verbeek P.J.M., 1998. Differential effects of ammonium and nitrate on three heathland species. *Plant Ecol.*, 135. 185-196.
- Dorland E., Hart M.A.C., Vermeer M.L. & Bobbink R., 2005. Assessing the success of wet heath restoration by combined sod cutting and liming. *Applied Vegetation Science*, 8. 209-218.
- Dueck T.A. & Elderson J., 1992. Influence of NH₃ and SO₂ on the growth and competitive ability of *Arnica montana* L. and *Viola canina* L. *New Phytol.*, 122. 507-514.
- Dupré C., Carly J.S., Ranke T., Bleekers A., Peppler-Lisbach C., Gowing D.J.G., Dise N.B., Dorland E., Bobbink R. & Diekmann M., 2010. Change in species richness and composition in European acidic grasslands over the past 70 years : the contribution of cumulative atmospheric nitrogen deposition. *Global Change Biology*. 344-357.
- Ellenberger A., 1998. Assuming responsibility for a protected plant : Weleda's endeavour to secure the firm's supply of *Arnica montana*. In "First International symposium on the conservation of medicinal plants in trade in Europe". TRAFFIC Europe, Kew, UK. 127-130.
- Fennema F., 1990. Effects of exposure to atmospheric SO₂, NH₃ and (NH₄)₂SO₄ on survival and extinction of *Arnica montana* L. and *Viola canina* L. RIN Report 90/14, Research Institute for Nature Management, Arnhem.
- Fennema F., 1992. SO₂ and NH₃ deposition as possible causes for the extinction of *Arnica montana* L. *Water, Air and Soil Pollution*, 62. 325-336.

- Gaudnik C., Corcket E., Clément B., Delmas C.E.L., Gombert-Courvoisier S., Muller S., Stevens C.J. & Alard D., 2011. Detecting the footprint of changing atmospheric nitrogen deposition loads on acid grasslands in the context of climate change. *Global Change Biology*, 17. 3351-3365.
- Grabherr G., Gottfried M. & Pauli H., 1994. Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369. 448.
- Haines-Young R., Barr C.J., Firbank L.G., Furse M., Howard D.C., McGowan G., Petit S., Smart S.M. & Watkins J.W., 2003. Changing landscapes, habitats and vegetation diversity across Great Britain. *Journal of Environmental Management.*, 67. 267-281.
- Hegg O., 1984. Long-term influence of fertilization on some species of the *Nardetum* at the Schynige platte above Interlaken. *Ang. Bot.*, 58. 141-145.
- Hegg O., 1992. Long-term influence of fertilization on some species of the *Nardetum* – the experimental field of Ludi Werner on Schynige Platte. *Vegetatio*, 103. 133.
- Hegg O., Feller U., Dähler W. & Scherrer C., 1992. Long-term influence of fertilization in a *Nardetum* – phytosociology of the pasture and nutrient contents in leaves. *Vegetatio*, 103. 151-158
- Heijne B., Van Dam D., Heil G.W. & Bobbink R., 1996. Acidification effects on vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) infection, growth and nutrient uptake of established heathland herb species. *Plant and soil*, 179. 197-206.
- Hejcmán M., Klauđisová M., Štursa J., Pavlů V., Schellberg J., Hejcmánová P., Hák J., Rauch O. & Vacek S., 2007a. Revisiting a 37 years abandoned fertilizer experiment on *Nardus* grassland in the Czech Republic. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118, n°1-4. 231-236.
- Hejcmán M., Klauđisová M., Schellberg J. & Honsová D., 2007b. The Rengen Grassland : Plant species composition after 64 years of fertilizer application. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122. 259-266.
- Issler E., 1928-1929. Les associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante. Les garides et les Landes. Documents sociologiques. Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar 20. 47-159.
- Kahmen S. & Poschold P., 1998. Untersuchung zu Schutzmöglichkeiten von Arnika (*Arnica montana* L.) durch Pflegemaßnahmen. *Jahrbuch Naturschutz in Hessen*, 3. 225-232.
- Kahmen S. & Poschold P., 2000. Population size, plant performance, and genetic variation in the rare plant *Arnica montana* L. in the Rhön, Germany. *Basic Appl. Ecol*, 1. 43-51.
- Kleijn D., Bekker R.M., Bobbink R., De Graaf M.C.C., Roelofs J.G.M., 2008. In search for the key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands : a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology*, 45. 680-687.
- Laydu-Mange N., 1992. Approche de l'écologie de l'*Arnica montana* L. : facteurs climatiques, édaphiques et biotiques. Université de Lausanne, Faculté des Sciences. Institut de Botanique systématique et de Géobotanique. 78 p.
- Luitjen S.H., Oostermeijer J.G.B., van Leeuwen N.C. & den Nijs H.C.M., 1996. Reproductive success and clonal genetic structure of the rare *Arnica montana* (*Compositae*) in The Netherlands. *Plant Systematics and Evolution*, 201 (1-4). 15-30.
- Luitjen S.H., Dierick A., Gerard J., Oostermeijer B., Raijmann L.E.L. & Den Nijs H.J.C.M., 2000. Population size, Genetic variation, and Reproduction Success in a Rapidly Declining, Self-Incompatible Perennial (*Arnica montana*) in The Netherlands. *Conservation Biology*, 14(6). 1776-1787.
- Luitjen S.H., Kéry M., Oostermeijer J.G.B. & Den Nijs H.J.C.M., 2002. Demographic consequences of inbreeding and outbreeding in *Arnica montana* : a field experiment. *Journal of Ecology*, 90. 593-603.
- Maurice T., 2011. Variabilité génétique et biologie de l'espèce *Arnica montana* dans un contexte de fragmentation des populations et de réchauffement climatique. Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes (LIEBE). Laboratoire de Biologie des Populations, Musée National d'Histoire Naturelle, Luxembourg. Thèse. 175 p.
- Maurice T., Collig G., Muller S. & Matthies D., 2012. Habitat characteristics, stage structure and reproduction of colline and montane populations of the threatened species *Arnica montana*. *Plant Ecology*, vol 213, n°5. 831-842.
- Michler B., 2007. Conservation of Eastern European Medicinal Plants. *Arnica montana* in Romania. Cas Study Gârda Sus. Management plan. WWF. WELEDA. 83 p.
- Misra A., 2009. Studies on biochemical and physiological aspects in relation to phyto-medicinal qualities and efficacy of the active ingredients during the handling, cultivation and harvesting of the medicinal plants. Review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3 (13). 1140-1146.

- Missenard T., 2005. Etude des peuplements d'*Arnica* des Hautes Vosges en vue de leur conservation. DEA de Sciences Agronomiques. WELEDA, Parc naturel régional des Ballons des Vosges, Musée National d'Histoire Naturelle du Luxembourg. Université de Metz, ENSAIA. 34 p.
- Muller S., 1988. Esquisse phytosociologique des herbages de la Haute vallée de la Moselle. Leur évolution après abandon. Colloque phytosociologique XVI « Phytosociologie et pastoralisme », Paris. 516-528.
- ODONAT (Coord.), 2003. Les listes rouges de la nature menacée en Alsace. Collection Conservation, Strasbourg. 479 p.
- Pacurar F.S., Rotar I., Bodgan A.D., Vidican R.M. & Dale L.M., 2012. The influence of mineral and organic long-term fertilization upon the floristic composition of *Festuca rubra* L.-*Agrostis capillaris* L. grassland in Apuseni mountains, Romania. Journal of Food, Agriculture & Environment, vol 10 (1). 866-879.
- Page C., 2007. Evaluation et suivi de l'état de conservation et de l'effet des Mesures Agri-Environnementales sur les Haute-Chaumes. Stage de Master 1, Parcours Ecologie Aménagement ; Option Conservation et Restauration des Ecosystèmes. Parc naturel régional des Ballons des Vosges, Université Paul Verlaine - UFR Sciences Fondamentales et Appliquées - Metz. 71 p.
- Petgel D.M., 1988. Germination in declining and common herbaceous plants co-occurring in acid peaty heathland. Acta Bot. Neerl., 37. 215-223.
- Petgel D.M., 1994. Habitat characteristics and the effect of various nutrient solutions on growth and mineral nutrition of *Arnica montana* L. grown on natural soil. Vegetatio, 114. 109-121.
- Pompe S., Hanspach J., Badeck F., Klotz S., Thuiller W. & Kühn I., 2008. Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. Biology Letters, 4(5). 564-567.
- Radušeiné J. & Labokas J., 2007. Population performance of *Arnica montana* L. in different habitats. Crop wild relative conservation and use. 378-388.
- Rajaniemi T.K., 2002. Why does fertilization reduce plant species diversity ? Testing three competition-based hypotheses. Journal of Ecology, 90. 316-324.
- Scheidel U. & Bruelheide H., 1999. Selective slug grazing on montane meadow plants. Journal of Ecology, 87. 828-838.
- Rotar I., Pacurar F., Stoie A., Garda N. & Dale L., 2010. The evolution of *Arnica montana* L. grasslands depending on the performed management (Apuseni mountains, Romania). Lucrari Stiintifica, volume 23, seria Agronomie. 5 p.
- Scheidel U., Röhl S. & Bruelheide H., 2003. Altitudinal gradients of generalist and specialist herbivory on three montane Asteraceae. Acta Oecologica, 24. 275-283.
- Schellberg J., Mösele B.M., Kühbauch W., Rademacher I.F., 1999. Long-term effects of fertiliser on soil nutrient concentration on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel Mountains, Germany. Grass Forage Sci., 54. 195-207.
- Spiegelberger T., Hegg O., Matthies D., Hedlund K. & Schaffner U., 2006. Long-term effects of short-term perturbation in a subalpine grassland. Ecology, 87(8). 1939-1944.
- Spiegelberger T., Deléglise C., DeDanieli S. & Bernard-Brunet C., 2010. Resilience of acid subalpine grassland to short-term liming and fertilisation. Agriculture, Ecosystems & Environment, 137(1-2). 158-162.
- Stevens C., Dupré C., Gaudnik C., Dorland E., Dise N., Gowing D., Bleeker A., Alard D., Bobbink R., Fowler D., Vandvik V., Corcket E., Mountford J.O., Aarrestad P.A., Muller S. & Diekmann M., 2011. Changes in species composition of European acid grasslands observed along a gradient of nitrogen deposition. Journal of Vegetation Science, 22(2). 207-215.
- Stevens C., Dise N.B., Mountford J.O. & Gowing D.J., 2004. Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands. Science, 203(5665). 1876-1879.
- Stoie A. & Rotar I., 2008. Comparative study regarding the oligotrophic character of habitats with *Arnica montana* from the two geomorphological units of Gârda de Sus community. Bulletin UASVM, Agriculture, 65(1). 283-288.
- Strykstra R.J., Petgel D.M. & Bergsma A., 1998. Dispersal distance and achene quality of the rare anemochorous species *Arnica montana* L. Implications for conservation. Acta Botanica Neerlandica, 47. 45-46.
- Tenz R., Elmer R., Huguenin-Elie O. & Lüscher A., 2010. Effets de la fumure sur une pelouse à Nard raide. Recherche Agronomique Suisse, 1 (5). 176-183.
- Thompson K., Bakker J.P. & Bekker R.M., 1996. Soil Seed Banks of North-West Europe : Methodology, Density and Longevity. Cambridge University Press, Cambridge.
- Van Dam D., Van Dobben H.F., Ter Braak C.F.J. & De Wit T., 1986. Air pollution as a possible cause for the decline of some phanerogamic species in The Netherlands. Vegetatio, 65. 47-52.

- Van den Berg L.J.L., Vergeer P. & Roelofs J.G.M., 2003. Heathland restoration in The Netherlands : Effects of turf cutting depth on germination of *Arnica montana*. *Applied Vegetation Science*, 6. 117-124.
- Van der Eerden L.J., Dueck T.A., Elderson J., Van Dobben H.F., Berdowski J.J.M., Latuhihin M., 1989. Effects of the NH₃ and (NH₄)₂SO₄ deposition on terrestrial semi-natural vegetation on nutrient-poor sandy soils. Report IPO/RIN.
- Van der Eerden L.J., Dueck T.A., Elderson J., Van Dobben H.F., Berdowski J.J.M., Latuhihin M. & Prins A.H., 1990. Effects of the NH₃ and (NH₄)₂SO₄ deposition on terrestrial semi-natural vegetation on nutrient-poor soils. Report 90/06 (IPO) and 90/20 (RIN). Dutch Priority Programmen on Acidification.
- Van der Eerden L.J.M., Dueck T.A., Berdowski J.J.M., Greven H. & Van Dobben, H.F., 1991. Influence of NH₃ and (NH₄)₂SO₂ on heathland vegetation. *Acta Bot. Neerl.*, 40. 281-297
- Van der Eerden L.J., 1992. Fertilizing effects of atmospheric ammonia on semi-natural vegetations. Thèse. Université d'Amsterdam.
- Zieverink M., Walczak C. & Schmidt P.A., 2009. Seed germination ecology of rare ant threatened species of mountain meadows. *Forstarchiv*, 80 (5). 280-288.

9 Annexes

Annexe 2 : Résultats des poignées de végétation réalisées en 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013

Année 2009 :

MV1112

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Achillea millefolium</i> L.					+																					
<i>Agrostis capillaris</i> L.		1	1					+	+	1					+		+	1		1					1	
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.	1		+	1					2				1			1			1	1	1					
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	2	4	1	+	3	+	4	2	2	3	3	3	2	6		3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
<i>Bromus hordeaceus</i> L.				+																						+
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.				+				1																		
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	1	3	2	2	6				2			1		6								+			4
<i>Festuca rubra</i> L.	+	+								+	+	1	+	+		+	1			1	1	1	1	+	1	+
<i>Lolium perenne</i> L.		+	1	1	+		+		1	1	2				+					1	2	+			1	
<i>Phleum pratense</i> L.								2									1									
<i>Ranunculus acris</i> L.	+		+	2		+		+	+					+				+		+						
<i>Rumex acetosa</i> L.													1	+					1					1		+
<i>Taraxacum section vulgaria</i>	+	+	+				1	1		+	1	1		+	2							2	3		1	
<i>Trifolium pratense</i> L.				+																						
<i>Trifolium repens</i> L.			+	1	+	+	1		+	+	1	1				+	1	1	1	1	+		1		1	
<i>Veronica chamaedrys</i> L.							+							+							+					

SCHAA3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Agrostis capillaris</i> L.			+											1												
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.									1				1													1
<i>Arnica montana</i> L.										1		+	3							1						1
<i>Carex pilulifera</i> L.				+																1	+					
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.					3	3	2		4	3	2	+				3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	1				1	+	1	+	1										2	+	+					
<i>Festuca rubra</i> L.	2	3	6	2	2	1	+	+	2	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
<i>Galium saxatile</i> L.		+	+	+			+								+											
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan									+	+				+						1						
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott							5																			
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.																					2			2		
<i>Nardus stricta</i> L.		2																								
<i>Poa pratensis</i> L.	+				+																			+		
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.					+							1	1	1	+	1	2	+						+		
<i>Ranunculus acris</i> L.				3																						
<i>Solidago virgaurea</i> L.																				+						
<i>Trifolium repens</i> L.	2	1		+	+	2		4	2	1	1	2	2	2	+	1		2		+	1	2	+	+	3	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.			+	+	+				+	+			1		+											
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	1		1		+	+		+	+			+		1						2						

AP3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
Anthoxanthum odoratum L.	1						1			1		2		1						1						
Arnica montana L.											4									3		1				1
Carex pilulifera L.																								+		
Danthonia decumbens (L.) DC.						2							+				1	1								
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.				1																						
Epikeros pyrenaicus (L.) Raf.				1			1													+		2				
Festuca rubra L.								2					+	1	2	5	2		+		2		2			
Galium saxatile L.																						1				
Hieracium sp.															1											
Leontodon pyrenaicus Gouan					2																					
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej.	1							1	2					1					1	1		1				
Nardus stricta L.	5	5	5	5	3	4	2	3	2	6	5	2	4	3	2	1	3	4	4	2	2	2	4	6	1	
Potentilla erecta (L.) Räsch.							+															1				
Solidago virgaurea L.																										3
Vaccinium myrtillus L.							1	+			+		1	+		+			1	+						1
Vaccinium vitis-idaea L.			1	+			3	+																		
Veronica officinalis L.																					+					

MV1110

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
Agrostis capillaris L.	1	1	1		1	2		1		1		1						1					1			
Anthoxanthum odoratum L.	5				2		1	1		1		1	+	5	1			2				2	2			
Arnica montana L.							2	1										1		+	1					
Cerastium fontanum Baumg.											+															
Danthonia decumbens (L.) DC.																							1			
Epikeros pyrenaicus (L.) Raf.		1	1	1	1	2	+		1	2	2	2		1		3		1	1	1				1	1	
Festuca rubra L.	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2		2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	
Galium saxatile L.		+												+											+	
Hieracium sp.									1																	
Luzula luzuloides (Lam.) Dandy & Wilmott																									3	
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej.	4	1																				1				
Meum athamanticum Jacq.			1																							
Nardus stricta L.	+	2	2	2	2	1		1	1	2	+	1		1	6	1	1	3	2	1	1	+	1	1	1	
Rhinanthus minor L.	+	+			1		1	1	+	2	+												1		2	
Rumex acetosa L.													+	1								1				
Stellaria graminea L.							1																			
Trifolium pratense L.																					1					
Trifolium repens L.							1																			
Veronica officinalis L.																			+							
Viola lutea Huds.				1							+															

MV1111

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.																					+		1		
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	2	5	2	1	2	2	1	1	2			1	1	1			1	1	1				1	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.										1	4														
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.												+													
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.								1																	
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.								+															1		
<i>Festuca rubra</i> L.	2	1	+	3	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	1	1	3	1	2	1	2	2
<i>Galium saxatile</i> L.		+		+			+	+			1														1
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan							+	1	+		+														1
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.					+																				
<i>Nardus stricta</i> L.	3	3						2	2	1	1	2	1	2	1	3	3	1	1	1	4	2	1	2	1
<i>Poa pratensis</i> L.															+		+								
<i>Ranunculus acris</i> L.				+									1	1	1			1	1		1			1	
<i>Stellaria graminea</i> L.				+		1		1				1		1					1			1			
<i>Trifolium pratense</i> L.		+		1	+													+	2				1		
<i>Trifolium repens</i> L.		+	1		1					+	1	1	1	1					1	1			1		1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.		+																		+					
<i>Viola lutea</i> Huds.												+												1	

AP2

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.									1											+					
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.		2	+			+	+	+					+	+								2		1	2
<i>Carex pilulifera</i> L.			1		+	1	1	+					1			+	+	+					+		
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.					2	1	2	1		1									1						
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.				1					1	+	+													1	1
<i>Festuca rubra</i> L.	5			2	2	1	1	2	1	1	4	2	4	2	1	2	4	3	4	4	1	1	2	1	
<i>Galium saxatile</i> L.		1								+															
<i>Hieracium</i> sp.		1	1		+	1																	+	1	
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.				+		1	1	1	1			1								1					
<i>Nardus stricta</i> L.	1	2	4	2	2	1	2	2	2	2	4	1	3	5	4	2	2	2	2	1	5	2	3	2	2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.				1					1											+		1	1		
<i>Trifolium pratense</i> L.				2																+					
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.							+	+																	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.			+	+		+	+					+							+						1

AP1

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			1												3						1				
<i>Arnica montana</i> L.		1		3		+		1	4	2	1	2				+			2		+				
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	5	1																							
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.								1						1		1		1			1				
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.						+	1							1										2	+
<i>Festuca rubra</i> L.																							5		
<i>Galium saxatile</i> L.		+	1		2		1					1													
<i>Hieracium</i> sp.							+							1											
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																				+					
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.					+								2												
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.				1		1		1	2	1		1			1					2				+	1
<i>Nardus stricta</i> L.	2	4	2	2	2	3	2	+	2	3	2	2	2	2	1	2	3	4	4	1	3	5	1	4	4
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.		1									1			1									+		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		1	+		2	1	2			1	1	+	+	1	+	2	3	1	+	3	+	+		+	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	1					1	1						2	+	+	1			+	+	1	+		+	+

SCH04

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				+	5	1	5	1	3	1	2	2	1	3	4	2	2	2		5	1	1	1	3	5	3
<i>Arnica montana</i> L.									+				4		1						1					
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.		2							1	2	2				1	2						3				
<i>Galium saxatile</i> L.								+																		
<i>Hieracium</i> sp.																										+
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan									1																	
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.						3																				
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.				+	1									1												
<i>Nardus stricta</i> L.	1	4	1	1	1	1	5	1	1	2	2	1	1			+	2				1	+	1	3	1	1
<i>Poa pratensis</i> L.															+											
<i>Stellaria graminea</i> L.														+										+		
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.									2						2	2		1								2
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	5	+	5	+				2	+	+	+		1	2	+	2	+	5	1	4	4	1				+

SCHHA5

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			+																							
<i>Campanula rotundifolia</i> L.													+													
<i>Carex pilulifera</i> L.								+																		
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.			1	2	1	2	3	4	4	1	1	4	1	5			+		3	1	3	2				
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.							1											1								
<i>Galium saxatile</i> L.				1			+	1																		+
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan																3										
<i>Lotus corniculatus</i> L.		+																						+		
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott		+	3														1									
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.								+	1		3	1														
<i>Nardus stricta</i> L.	1	1						1		4	1				6	+	2	4	2	5	3	1	1	3	5	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.									+																1	
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.																		+								
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	5	5	2	3	5	3	3	1		1	1	1	5	1	+	3	3	1	1	+	+	3	5	2	1	

AP4

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.								2			3															
<i>Arnica montana</i> L.				4					3			2							6	3						
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	6	2	3	1	4	+	6	2		2		+	4			1					2	1	1	4		
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.			1	1	1	2											+				1					
<i>Festuca rubra</i> L.	2	1	+	1	2		+	1	+	3	4	2	1	+	1	1	1	+	2	3	3	2	1			
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.		1														1		3							1	
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.			1												+	1		+								
<i>Nardus stricta</i> L.						3							5		1											6
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.				+											2									3		
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.					1			2		+					1	1										
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	+			+					4			+	+	3			5	1		+	1	1	+		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.																			1				1			

Année 2010 :

MV1112

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Achillea millefolium</i> L.																									+	
<i>Agrostis capillaris</i> L.				+	1					+	1			+				+	1				1		1	
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.	1		1		2						1	1			1	1								1	+	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	2	3	3	2	2	2	3	1	3	3	2	2	2	4	3	2			4	1	+	6	3	+	3	1
<i>Bromus hordeaceus</i> L.																										+
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.				1																					+	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1	2						4						+			3	6	1	4	6			2	2	3
<i>Festuca rubra</i> L.	+	+	1			+	+	+	1	1	1	1	1		+	+			+	+		+				
<i>Lolium perenne</i> L.	1			1	2					1	2	+	+					+	+					1	+	1
<i>Phleum pratense</i> L.				2						1																
<i>Ranunculus acris</i> L.		+			+						+					+					+	+	+	2		+
<i>Rumex acetosa</i> L.	1				1		+													+		+	1			
<i>Taraxacum section vulgaria</i>	1			1	3	+	1	+					2	1	2	+	+		1						+	+
<i>Trifolium pratense</i> L.																										+
<i>Trifolium repens</i> L.		+	1		+		1	2	1	+			1	1	+						+		1	1	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.											+										+	+				

SCHAA3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Taxon																										
<i>Agrostis capillaris</i> L.						1		+												+						
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.																1									1	
<i>Arnica montana</i> L.				3		1				1					+		1									
<i>Carex pilulifera</i> L.						1										+										
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	1	2		3		2				2	2	2	2	3	2	+		3	4			3				
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	2	+		+		+																	1	1	1	
<i>Festuca rubra</i> L.	1	+	3	1	1	1	3	3	2	3	2	2	1	1	1	6	1	1	3	1	2	+	2	2		
<i>Galium saxatile</i> L.				+			+									+			+		+	+				
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan						+	1												+						+	
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																							5			
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.									2																	
<i>Nardus stricta</i> L.							2													2						
<i>Poa pratensis</i> L.												+													+	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.				+	1				+			2	+	1	1						1					
<i>Ranunculus acris</i> L.																							3			
<i>Solidago virgaurea</i> L.	+																									
<i>Trifolium repens</i> L.		4	+	2	2	+	1	3	+	+	2			2	2	2		1	1	1	1	+		2	2	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.				+												1	+	+	+				+			
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	2			+	1										+					+			1	+	1	+

AP3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			1		1	2						1									1		1			
<i>Arnica montana</i> L.								1				3								4						
<i>Carex pilulifera</i> L.														+												
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.		2					+								1		1									
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.																										1
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	1	1					2					+														
<i>Festuca rubra</i> L.				2		+	1				+		2	2	+	2				5		2				
<i>Galium saxatile</i> L.												1														
<i>Hieracium</i> sp.																						1				
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	2																									
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.			1	2			1				1		1		1		1	1								
<i>Nardus stricta</i> L.	3	4	3	2	5	4	3	2	6	5	4	2	2	4	4	3	5	4	1	2	2	6	5	2	5	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.								1																		+
<i>Solidago virgaurea</i> L.																										
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.				+			1				1	+			1	+				+	+				1	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.				+						1															3	+
<i>Veronica officinalis</i> L.												+														

MV1110

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Agrostis capillaris</i> L.					1			1				1	1				1			1	1		2	1	1	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			5	1	+	1	2		1			2							2	2		1			5	
<i>Arnica montana</i> L.												1			1			+			1	2				
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.								+																		
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.																					1					
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.				1	2	2		2	1		3		1	1	1	1	1	1	1	1			+	2		
<i>Festuca rubra</i> L.	2	1	1	2	1	2	1	2	2		2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	
<i>Galium saxatile</i> L.		+	+					+									+									
<i>Hieracium</i> sp.					1																					
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																	3									
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	4						1	4																	1	
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.													1													
<i>Nardus stricta</i> L.				1	1	+	1	2		1	6	1	1	2	3	1	1	2	2	2	+	1		1	2	+
<i>Rhinanthus minor</i> L.				1	+	2		+						+				1			1	1				+
<i>Rumex acetosa</i> L.					+					1						1										
<i>Stellaria graminea</i> L.																							1			
<i>Trifolium pratense</i> L.																			1							
<i>Trifolium repens</i> L.																							1			
<i>Veronica officinalis</i> L.													+													
<i>Viola lutea</i> Huds.									+																1	

MV1111

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.															+										
<i>Agrostis capillaris</i> L.	2	1		2		2	1		2		1	1	4	1	1	1		1	1	1	2	1	2	2	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			4	1																					
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.										+															
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	1																								
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	+			1																					
<i>Festuca rubra</i> L.	1	2	1	2	1	3	5	3	2	2	1	1	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	3	2
<i>Galium saxatile</i> L.	+	+		+			+			1															
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan			+			1			+												+		+		+
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.							+																		
<i>Nardus stricta</i> L.	2	2	1	1	1			3		2	1	2		1	1	2	3	1	3	1		1			2
<i>Poa pratensis</i> L.							+				+														
<i>Ranunculus acris</i> L.											1	1		1		1	1	1		1					+
<i>Stellaria graminea</i> L.								1			1							1			1	1	1	+	1
<i>Trifolium pratense</i> L.	1				1			+	+					2						2	+		+		1
<i>Trifolium repens</i> L.	+		+		1			1	1	1	1	1	1		1			1			1	1	1		
<i>Veronica chamaedrys</i> L.																			+	+					
<i>Viola lutea</i> Huds.					1					+															

AP2

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				1												+									
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.			+	+			1		+	+	1	2						+	2		+		1		
<i>Carex pilulifera</i> L.	+		1			+		+	1					+				1			+	1			
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	2		1		1															1	1	2			
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	1				+		1				1						+			1			1		
<i>Festuca rubra</i> L.	2	2	1	1	2	3	1	1	2		4	1	1	4	1	4	4	2		1	2	1	1	4	5
<i>Galium saxatile</i> L.																				1	+				
<i>Hieracium</i> sp.	+		1				1		1		1								1				1		
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.		+		1							1									1	1	1		1	
<i>Nardus stricta</i> L.	2	2	2	4	2	5	2	4	4	1	2	2	2	2	5	2	2	3	2	2	2	1	2	1	1
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.	1		1										1												+
<i>Trifolium pratense</i> L.	2																								+
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.																					+	+			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		+	+		+	+			+													+			

AP1

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.										1						1	3								
<i>Arnica montana</i> L.	3	1	1				2			2			+	2	+				2		+	4		1	
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.		1		5																					
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.			1		1											1			1			1			
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.								2			1		1				1							+	
<i>Festuca rubra</i> L.													5												
<i>Galium saxatile</i> L.		+							1											1				2	1
<i>Hieracium</i> sp.					1														+						
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott							+			+															
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.																					2			+	
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	1								+					1	1		1	2		1			2		1
<i>Nardus stricta</i> L.	2	2	4	3	2	3	4	4	4	4	5	1	2	2	3	1	1	3	2	2	2	2	+	2	2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.		1	1	1									+												
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		1	1	1	1	3	+	+	+	+	+			1	1	+	+	3	2	+	+	2		2	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.					1	+	+	+	+	+				1		1	+	+			2	1			1

SCH04

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1	+	2	5	1	2	3	1	1	3		3	2		2	5	2	3	4	5		1	1		1
<i>Arnica montana</i> L.								1									1					4	+		
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.			2		3	2							2				1				2		1		
<i>Galium saxatile</i> L.	+																								
<i>Hieracium</i> sp.							+																		
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan																							1		
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.																									3
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.		+																1							1
<i>Nardus stricta</i> L.	5	1	2		1	2	1	+	1	3	1	1	2		+	1		1		1	4	1	1	1	1
<i>Poa pratensis</i> L.																				+					
<i>Stellaria graminea</i> L.									+										+						
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.							2							1	2		2						2		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	5	+	1	1	+	+	4	4			5	2	+	5	2	+	+	1	2		+	+	+	5	

SCHHA5

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.												+													
<i>Campanula rotundifolia</i> L.																						+			
<i>Carex pilulifera</i> L.	+																								
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	4	2	1		+	1	1	5	4	4	2		3	1	3	2				2	1		3	1	3
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.											1						1								
<i>Galium saxatile</i> L.		1							1																+
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan																		3							
<i>Lotus corniculatus</i> L.																							+		
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott					1																	+		3	
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	+	3							1	1															
<i>Nardus stricta</i> L.	1	1	6	2		4						1	2	5	3	1	4	+	3	1		1	3		
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.									+										1						
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.					+																				
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	3	1	+	3	5	1	1		1	3	5	1	+	+	3	1	3	2	3	5	5	+	2	3

AP4

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			2																			3			
<i>Arnica montana</i> L.				3	3			6	2																4
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	2	4	2	2		1	4		+	6	3		1	3			1	+		1		2	1	6	
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.			2		1						1		1					1	+					1	
<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	+	1	+	2	2	+	4		1	1	3	1	1	+	3	2	1	1	1	3	+	+	
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	1															3					1				
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.											1		1	+	+						1				
<i>Nardus stricta</i> L.												5							3		1				
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.						3											2							+	
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	1		2														1				1	+			
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	2			4	+	+	+					+	1	+	1	3	1	+	5				4		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.													1	1		1									

Année 2011 :

MV1112

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.															+										
<i>Agrostis capillaris</i> L.	+									1	+		1		1	+		+	1	1		1			
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.				1	1	1						1	1	1		1			+	1	2				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	4	3	2	+	3	3	2	6	3	2	2		2	3	3	2	2	2	3	4	1	2	2	+	+
<i>Bromus hordeaceus</i> L.										+											+				
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.				+													1							+	
<i>Dactylis glomerata</i> L.			2	2	1				+		6	1	2						1	3	3	2	6		
<i>Festuca rubra</i> L.		+	+	+	+	+	+	1	1	1		+		1		1	1	1	+		+				
<i>Lolium perenne</i> L.	+	2	1	+				+	1	+			+	1		2		2	+	1		1	1		
<i>Phleum pratense</i> L.																2		1							
<i>Ranunculus acris</i> L.			2	+	+								+	+						+	+	+	2	+	
<i>Rumex acetosa</i> L.			1		1	+							1	1											
<i>Taraxacum section vulgaria</i>	1	1	3	2	1			2		+	1		+		1					+	+				
<i>Trifolium pratense</i> L.																					+				
<i>Trifolium repens</i> L.	1	+	1	+	1			1	1	1			1	+	+			1		+		+	1	+	
<i>Veronica chamaedrys</i> L.							+								+										+

SCHAA3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Agrostis capillaris</i> L.					+	1																			
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.		1																		1					
<i>Arnica montana</i> L.			1		1	1	1			1									3	+					
<i>Carex pilulifera</i> L.			1			1			+																+
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	3	2		2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	1	2			3		+		4	2		
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	+	1	+			+		+				1	2								1		+	+	
<i>Festuca rubra</i> L.	1	2	1	3	1	3	1	2	3	1	1	1	2	1	1	2	3	1	3	1	2	1	+	+	6
<i>Galium saxatile</i> L.				+													+		+					+	+
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan		+	1		+	1																	+		
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																									5
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.										2															
<i>Nardus stricta</i> L.				2																					
<i>Poa pratensis</i> L.													+			+						+			
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.					1		2			1		1	1					+	+	1					
<i>Ranunculus acris</i> L.																		2							
<i>Solidago virgaurea</i> L.															+										
<i>Trifolium repens</i> L.	2	2	+	1	2	+	+	+	1	2	1	+	1		2	+	2	+	2	+	2	2	1	4	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.												+	+						+	1		+		1	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+	+			1					+					2		1				1	+		+	

AP3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.					2	1							1	1	1					1					1	
<i>Arnica montana</i> L.							1	4			1			3												
<i>Carex pilulifera</i> L.												+														
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.																	1	+	1				2			
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.																									1	
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.							2				2			+							1	1				
<i>Festuca rubra</i> L.				5	+	2			2			2			2	+		1	2					2		
<i>Galium saxatile</i> L.									1																	
<i>Hieracium</i> sp.						1									1											
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan																						2				
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	1								1							1	1	1		1				2		
<i>Nardus stricta</i> L.	5	6	5	1	4	2	2	2	2	2	2	4	5	2	2	4	4	3	3	3	3	3	4	2	5	5
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.							1				+	1														
<i>Solidago virgaurea</i> L.																										
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.						+	+		1					+	+	1		1	+					+		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.			1							3														+	+	
<i>Veronica officinalis</i> L.														+												

MV1110

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Agrostis capillaris</i> L.		1	2		1				1					1				1	1		1	1				
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.		5		1	5			+	2	5		2					1	2		5			1	2	1	
<i>Arnica montana</i> L.					1			+				1						1					2			
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.																				+						
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.																										
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.				2	2			1	1	2			1		1	3	1	1		2		1		+	1	1
<i>Festuca rubra</i> L.	2		1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Galium saxatile</i> L.		+					+					+					+				+					
<i>Hieracium</i> sp.																									1	
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																3										
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	4									1			1									1				
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.														1												
<i>Nardus stricta</i> L.		+	1	+	1		3	2	1	1		1	1	2	1	1	1	1	1	2		2	2		2	1
<i>Rhinanthus minor</i> L.		+		2	1				+					+						+		1				1
<i>Rumex acetosa</i> L.									+			1						1								
<i>Stellaria graminea</i> L.																								1		
<i>Trifolium pratense</i> L.										1																
<i>Trifolium repens</i> L.																								1		
<i>Veronica officinalis</i> L.																				+						
<i>Viola lutea</i> Huds.																					+			1		

MV1111

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.									1																
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	5	1	1	1	1	2				1		1		1	2	2	1		2	2	1	2		1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.																					1				4
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.																				+					
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.																			1						
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.													1						+						
<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	2	1	2	1	3	3	2	2	2	1	1	2	1	1	3	2	2	2	3	2	2	1	5
<i>Galium saxatile</i> L.										1						+		+	1	+					+
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan			+							1											1		+	+	
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.																									+
<i>Nardus stricta</i> L.	2		2	1	1	1		3	2	1	2	1	1	3	1	3		2	2	1		3		1	
<i>Poa pratensis</i> L.								+								+									
<i>Ranunculus acris</i> L.	1			1		1	+				1		1	1	1			+							
<i>Stellaria graminea</i> L.			1	1	1	1	+		1							1		+						1	
<i>Trifolium pratense</i> L.								1	+			1	2				+	1						+	
<i>Trifolium repens</i> L.	1	+		1	1	1				1		1				1	+			1				1	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.				+		+																	+		
<i>Viola lutea</i> Huds.												1								+					

AP2

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.								+															1		
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	2				2				+					+				+			+	+		+	
<i>Carex pilulifera</i> L.						+			+			+		1		1	1	+		+	1				+
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.			1						1			1		1		2		1							2
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.		+	1							+														1	
<i>Festuca rubra</i> L.	2	1	4	1	4	4		2	4	1	3	5	1	1	1			3	1	2	2	1	2	4	2
<i>Galium saxatile</i> L.	1		+																						
<i>Hieracium</i> sp.	1													1			1								+
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.			1	1					1							1							1	+	1
<i>Nardus stricta</i> L.	2	4	2	1	2	2	2		2	2	5	2	1	2	5	1	4	2	5	4	3	2		1	2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.				+	1																		1	1	
<i>Trifolium pratense</i> L.				+																				2	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.									+							+									
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		+										+		+		+	+	+						+	

AP1

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			3							1							1								
<i>Arnica montana</i> L.	+		3	4				2	+	+		2	1	1		1		2					3		
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.														1							5				
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.							1	1	1										1			1			
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	1	1									1				+					+				+	
<i>Festuca rubra</i> L.																									
<i>Galium saxatile</i> L.														+		1	1	1							2
<i>Hieracium</i> sp.							1													+					
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott									+																
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.					2																				+
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	1	1	1	2		2						1			1	1		1		1			1		1
<i>Nardus stricta</i> L.	2	1	2	+	2	1	2	4	2	3	5	2	3	2	4	2	4	2	3	4		4	2	2	3
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.							1						1	1											
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	+			+	3	1	+	2	+	+	1	1	1	1		+	+	2	1		1		2	3
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	1	+			2	+	+	+	1	1	+				+	1				+	1				

SCH04

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.		2	2	5	3	2	1	1	1		1	3	2	5	1	2	1	+	5			4	1	5	3
<i>Arnica montana</i> L.											+		1		1		4								
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	2	2	2					3			1		1			2									
<i>Galium saxatile</i> L.																							+		
<i>Hieracium</i> sp.																									
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan											1														
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.									3																
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.					1			1										+							
<i>Nardus stricta</i> L.	4	2	2	1	1	+	1	1	1	1	1	3		1	+	2	1	1			1		5	+	1
<i>Poa pratensis</i> L.																							+		
<i>Stellaria graminea</i> L.					+							+													
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.						2					2		2								1				
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	+	+		1	2	4	1		5	+		+		4	+		5	1	5	5	2		1	2

SCHHA5

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.																							+		
<i>Campanula rotundifolia</i> L.			+																						
<i>Carex pilulifera</i> L.			+																						
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	1	4		1	+	5	2	1	4		+	2		1		3			3	3	4		1	2	1
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.								1										1							
<i>Galium saxatile</i> L.																+				+	1			1	
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan															3										
<i>Lotus corniculatus</i> L.				+																					
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott				+		1					1												3		
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.				+		3			1													1			
<i>Nardus stricta</i> L.		1	1	1	2			5		3	2	1	6	4	+		1	4	2			1			
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.											1											+			
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.						+					+														
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	5	1	5	1	3	1	3	+	1	2	3	3	+	1	3	3	5	1	1	3		5	2	3	5

AP4

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				3				3								2									
<i>Arnica montana</i> L.		3										3			6						4				
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.				3	4					4		2	1		2	4	+	2	1	6	1	1			
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	+			1					+		1				2		1		1						+
<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	+	3	1	2	1	3	1	1	1	2	3	2	+	+	1	2	+	+		1	3		1
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.								3			1			1								1			
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.			+		1				+													1			
<i>Nardus stricta</i> L.							5											3				1		6	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.			2																	+					
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	2	1	+					+									1					1			
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	5	3		+	+	+		1	5		+	1	2				+	4					1		5
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.								1															1		

Année 2012 :

MV1112

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.																									+
<i>Agrostis capillaris</i> L.				+			1	+		1	1	1	+		1					+				1	
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.					1	1		1				2		1		1		1			1		1	+	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	3	6	4	2	2	2	3	3	4	3	2		3	2	2	3	2	3	2	2	+	2	1	3
<i>Bromus hordeaceus</i> L.															+										+
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	+																				1				
<i>Dactylis glomerata</i> L.	2				+	1				1			6					1	2			6	3	3	2
<i>Festuca rubra</i> L.		+	+		1	+	1	1	1	+				+	1	1	2	+	+		1		+		
<i>Lolium perenne</i> L.	1	2		+	+		+			+		1	+		1	2			1		2			1	+
<i>Phleum pratense</i> L.								1													2				
<i>Ranunculus acris</i> L.	2		+				+				+	+							+			+	+	+	
<i>Rumex acetosa</i> L.			+			1				1									1						
<i>Taraxacum section vulgaria</i>	1		1	2	1								+	2			1	1		1			+	+	+
<i>Trifolium pratense</i> L.																									+
<i>Trifolium repens</i> L.	1	+		1	1		1	1	1		1	+		+	1		+		+			+	+	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.			+				+																+		

SCHAA3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Agrostis capillaris</i> L.																		+			1		+		
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.		1								1															
<i>Arnica montana</i> L.						1				+						1		3							1
<i>Carex pilulifera</i> L.				+		1						+				1									
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.			2	2	1	2		2	3	+	2		2	3	3	2					4		2	2	3
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	1	1	+		2	+			+							+			1				+	1	
<i>Festuca rubra</i> L.	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	6	2	1	1	1	3	3	+	1	1	3	+	2	1
<i>Galium saxatile</i> L.							+					+						+	+	+			+		
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan		+				1										1				+	+				
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																			5						
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.			2	2																					
<i>Nardus stricta</i> L.																		2					2		
<i>Poa pratensis</i> L.		+						+																	+
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.					+					1	1		2	+	1			+		1				1	
<i>Ranunculus acris</i> L.							2																		
<i>Solidago virgaurea</i> L.						+																			
<i>Trifolium repens</i> L.	2	2	1	+		+	+	2	2	2	2			2	1	+	1	+		2	1	1	4	+	1
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.										1		+							+	+		+		+	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	1	+			2	2		+		+										+	1	+			

AP3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				1		1		1		1				2								1			
<i>Arnica montana</i> L.								3	4																
<i>Carex pilulifera</i> L.																				+					
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.			+				1											1	+						2
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.															1										
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.								+		1		1													
<i>Festuca rubra</i> L.			1		2	2					2			+		5	2	1	2			+			
<i>Galium saxatile</i> L.					1																				
<i>Hieracium</i> sp.						1																			
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan												2													
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.			1		1		1			1	2								1			1			1
<i>Nardus stricta</i> L.	5	2	3	5	2	2	4	2	2	3	2	3	6	4	5	1	3	3	4	6	4	5	6	5	4
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.			+																						
<i>Solidago virgaurea</i> L.																									
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		1	1			+		+	+		+							+	1			1			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	1	3									+				+										
<i>Veronica officinalis</i> L.								+																	

MV1110

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	1	1				1		1		2	1			1				1				1	1	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	5	2		1					1		2	2		1			1			2	5	1		+	
<i>Arnica montana</i> L.			1						1	1									+			2			
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.							+																		
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.												1													
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.			1	1	3	2	1		2	2		1		1	1		2	1	1			+		2	
<i>Festuca rubra</i> L.		1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1		2	1		1	2	1	2	1	1	1	2	2
<i>Galium saxatile</i> L.																						+			+
<i>Hieracium</i> sp.					1																				
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																									
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.																				1			1		4
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.															1				1						
<i>Nardus stricta</i> L.	+	1	2	1	1	2	1	1	+	1	+	2	6	1	2	6	+	2	2	1			2	1	
<i>Rhinanthus minor</i> L.	+		1	1		+		1	2		1				+		2		+					+	
<i>Rumex acetosa</i> L.								1						1											+
<i>Stellaria graminea</i> L.																							1		
<i>Trifolium pratense</i> L.																			1						
<i>Trifolium repens</i> L.																							1		
<i>Veronica officinalis</i> L.				+																					
<i>Viola lutea</i> Huds.								+															1		

MV1111

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.					+													1							
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	1			1	1	1		2	1		1	2	1		1	1		2	2		1	4	1	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.																				1					4
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.															+										
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.																						1			
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.								1			1												+		
<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	3	1	3	2	5	1	2	2	1	1	3	5	2	2	1	2	3	2	2	2	1	1	1
<i>Galium saxatile</i> L.							+							+	1					+		+		+	
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan									+	+									1						+
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.							+							+											
<i>Nardus stricta</i> L.	1	1	3	4	1	3		1		2	1	1			2	1	2	2		1	3	2		3	1
<i>Poa pratensis</i> L.			+									+													
<i>Ranunculus acris</i> L.	1	1		1								1	+				1				1				
<i>Stellaria graminea</i> L.		1						1	1		1	+				1		1							
<i>Trifolium pratense</i> L.	2		+					1	+		1		1												1
<i>Trifolium repens</i> L.		1			1			1	1		1	1			1	1	1						1	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.			+			+																			
<i>Viola lutea</i> Huds.								1			1				+										

AP2

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.								+				1													
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.			+				+		+	+		+	+			+							+		2
<i>Carex pilulifera</i> L.			1	+	+	+				1	+		+							+			1	1	
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.						1							1						1	2			1	2	
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.																		+	1		1	+			
<i>Festuca rubra</i> L.	1	1	2	2	4	3	4	4	4		2	1	2	1	4	4	4	4	5	1	2	2	2	1	1
<i>Galium saxatile</i> L.																				+					1
<i>Hieracium</i> sp.				+						1										+			1		1
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.							1	1				1	1		1	1			1		+			1	
<i>Nardus stricta</i> L.	5	5	3	3	2	2	1	2	1	4	4	2	2	5	1	1	2	1	2	2		4	2	1	2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.				1								1			+						1				
<i>Trifolium pratense</i> L.															+						2				
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.													+												+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.						+			+													+	+	+	+

AP1

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.										1			1		3							1			
<i>Arnica montana</i> L.		2	+	2	2	1						3	+				1		4			+		1	
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.																				5				1	
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	1		1										1			1									1
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.							1	2							1							1	+		
<i>Festuca rubra</i> L.										5															
<i>Galium saxatile</i> L.					1					1							1				1		2	+	
<i>Hieracium</i> sp.	1																								+
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott				+																					
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.																		2					+		
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.		1			1			+	2			1			1		1		2			1			
<i>Nardus stricta</i> L.	2	2	2	4	2	3	5	4	1	4	1	2	3	3	1	4	2	2	+		4	2	2	2	3
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.	1					1					+													1	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	1	2	+	+	1	+	+	3	+			+	3	+	1		+			+	1	2	1	2
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	+	1	+			+	+	+					1		+		1	2		1	1				

SCH04

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1	2	2	1	1		1	1	2	1	2	3	5	5	5	4	+	1	2		3	3		2	5
<i>Arnica montana</i> L.				1						+	1														
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	2		3	2		3	2	1	1										2					2	
<i>Galium saxatile</i> L.																		+							
<i>Hieracium</i> sp.																									
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan										1															
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	3																								
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	1																+				1				
<i>Nardus stricta</i> L.	1	2	+	1	+	4	1	1	2	1		3		1	1		1	5	2		1	1	1	2	+
<i>Poa pratensis</i> L.																+									
<i>Stellaria graminea</i> L.												+										+			
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.		2							2	2										1					
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	2	1	4	+	4	1	+	+	+		1				2	5		+	5	1	2	5	+	1

SCHHA5

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				+																				+	
<i>Campanula rotundifolia</i> L.					+																				
<i>Carex pilulifera</i> L.																						+			
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	5	2		1		+	1		2	2	1	4		4	3	3	4		3	1	4	1		1	
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.									1				1												
<i>Galium saxatile</i> L.		1										1					+								
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan						3																			
<i>Lotus corniculatus</i> L.										+															+
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott						1																		3	+
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.											3	1		1			1				+				
<i>Nardus stricta</i> L.			1		+	2	5	1		1	1		4		3			6	2	4	1		1		1
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.												+													
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.						+																			
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	3	5	5	3	3	+	5	3	3	1		1	1	+	3	1	+	1	1	1	5	5	2	5

AP4

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.																		2			3				
<i>Arnica montana</i> L.						6				3					3							2			
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	2	3	6				1	4	2			+	4	2				1	2	1	4		+	6	4
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.		1			+						1	1							2						
<i>Festuca rubra</i> L.	2	1		1	1	1	+	3	1	+	2	2	1	3	1	+	1	+	3	2	3	4			1
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	1					3		1					1					1							
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.		1				+										+	1								
<i>Nardus stricta</i> L.				5								3					1								
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.																	2								
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.															2	1	1					+			1
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	+		+	5	1	1		4	+	+		1		3				1	+					
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.						1	1												1						

Année 2013 :

MV1112

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Achillea millefolium</i> L.									+																	
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	+				1			+					1			1	+	+	1				+		
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm.	1			1	1	+				1	1	1	1		1					2	1					
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	2	4	+	2	2	1	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	4	2	3	6		+	2	
<i>Bromus hordeaceus</i> L.						+								+												
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.									1																+	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1	6	3	1	3			2			2				1								6	2	+	
<i>Festuca rubra</i> L.	1	+		+	+		+	+		1		1	1	1	+	2	1				+	+			1	
<i>Lolium perenne</i> L.	+	+				1	2	1		2	+		2	1						+	1			+	1	+
<i>Phleum pratense</i> L.									2									1								
<i>Ranunculus acris</i> L.	+		+	+		+		+										+		+		+			2	
<i>Rumex acetosa</i> L.					1										1			1					+			
<i>Taraxacum section vulgaria</i>				+	1	+	1		1		+				1	1			1		2		+		2	
<i>Trifolium pratense</i> L.						+																				
<i>Trifolium repens</i> L.	1		+			+	+	+			+	1		1		+	1	1	1	1	+	+		1	1	
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+		+																				+			

SCHAA3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Agrostis capillaris</i> L.			+			1						+													
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.														1					1						
<i>Arnica montana</i> L.						3			1				+		1		1								
<i>Carex pilulifera</i> L.										+				+	1		1								
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	3						3	2	3		2		2	+	2	2	2	2		1	3	4		2	2
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.			1				1						+	+	+		+	1	2	+		1			
<i>Festuca rubra</i> L.	1	3	+	3	1	1	2	1	6	1	3	+	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2
<i>Galium saxatile</i> L.		+	+	+						+	+														+
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan						+									1		1	+			+				
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott				5																					
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.														2										2	
<i>Nardus stricta</i> L.			2								2														
<i>Poa pratensis</i> L.									+								+						+		
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	+			+	1	1	1			1			1											+	2
<i>Ranunculus acris</i> L.																									2
<i>Solidago virgaurea</i> L.																				+					
<i>Trifolium repens</i> L.	2	1		+	2	1	+	1		2	1	4	2	1	+	2	+	2		2	1	2	+		+
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.				+	+		+	+	+				1										+		
<i>Veronica chamaedrys</i> L.				+		1				+									+	2	+	+	1		2

AP3

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			2							1				1					1	1				1	
<i>Arnica montana</i> L.														3							4				
<i>Carex pilulifera</i> L.									+																
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	1							+		2								1				+			
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.				1																					
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.					1									+						1					
<i>Festuca rubra</i> L.		+				5	1	2					+			2	2	2		2		1			
<i>Galium saxatile</i> L.																1									
<i>Hieracium</i> sp.																					1				
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan					2																				
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	1						1				1	1				1	2		1			1			
<i>Nardus stricta</i> L.	6	4	4	6	5	3	1	3	4	4	5	5	4	2	2	2	2	3	3	2	2	3	5	5	6
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.																+									
<i>Solidago virgaurea</i> L.																									
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.							1					1	+	1		+	+		+	+	1				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.				+											3		+							1	
<i>Veronica officinalis</i> L.														+											

MV1110

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Agrostis capillaris</i> L.				1			1	1	2	1	1		1	1		1	1								1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1	1		2			+	2					1	5		2			5	1			1	2	
<i>Arnica montana</i> L.				1																	+	1	2		1
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.											+														
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.									1																
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	1	1					2	2	2	1	2			1	1	1				2	1	1	+	3	
<i>Festuca rubra</i> L.	1	2		2	2	2	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1
<i>Galium saxatile</i> L.						+														+					
<i>Hieracium</i> sp.	1																								
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilmott																									
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.				1	4													1							
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.												1			1										
<i>Nardus stricta</i> L.	1	1	6	1	1		6	1	+	1	2	2	+	+	2	2	2	2	2		+	2	1		1
<i>Rhinanthus minor</i> L.	1		1				+	1			+	+	2	+	+		1				2				
<i>Rumex acetosa</i> L.			1				+																1		
<i>Stellaria graminea</i> L.																								1	
<i>Trifolium pratense</i> L.																						1			
<i>Trifolium repens</i> L.																								1	
<i>Veronica officinalis</i> L.																									+
<i>Viola lutea</i> Huds.												+							1						

MV1111

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Taxon																									
<i>Achillea millefolium</i> L.							1															+			
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1		1	1		2		2			1	1		1	1	1	1		4		1	2	1	2	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.						1													4						
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.					+																				
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.												1													
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.									1			+									1				
<i>Festuca rubra</i> L.	2	1	5	1	2	2	2	3	1	2	1	2	3	1	5	2	1	1	1	1	1	3	3	2	2
<i>Galium saxatile</i> L.				+		1	+					+	+			+									
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan	+							1											+						+
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.				+												+									
<i>Nardus stricta</i> L.	2	4		1	2	1	2		1	3	3	2	3	2		1	1	1		1	1			3	
<i>Poa pratensis</i> L.				+										+											
<i>Ranunculus acris</i> L.		1		1						1					1			1						+	
<i>Stellaria graminea</i> L.	1			1			1										1	1					+	1	
<i>Trifolium pratense</i> L.									1		1		+								1		1		+
<i>Trifolium repens</i> L.				1	1				1		+			1		1	1	+	1	1	1				1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.																			+						+
<i>Viola lutea</i> Huds.						+			1												1				

AP2

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.						1																			
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	+		+			+	+									+	2	+	2			+	+		
<i>Carex pilulifera</i> L.			1	+	+		+				+				+			1		1			1	+	
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.				1			1			1	2							1		2					
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.									+	1		1	+												
<i>Festuca rubra</i> L.	4	4	2	3	2	1	2	1	4	1	2	2	2	1	4	4		1		1	5	4		2	1
<i>Galium saxatile</i> L.										+							1		1						
<i>Hieracium</i> sp.											+						1	1	1				1	+	
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	1	1				1	1			1		+				1				1		1			
<i>Nardus stricta</i> L.	1	1	3	2	4	2	2	5	2	2	2		4	5	2	1	2	2	2	1	1	1	4	3	5
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.			+			1						1													1
<i>Trifolium pratense</i> L.			+									2													
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.							+														+				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.				+								+	+						+		+			+	

AP1

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
Anthoxanthum odoratum L.			3	1			1															1			
Arnica montana L.	2	3		+				4	1					+		2		1	2					+	1
Danthonia decumbens (L.) DC.									5	1															
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.				1		1						1											1	1	
Epikeros pyrenaicus (L.) Raf.			1											1	+		2			1					
Festuca rubra L.													5												
Galium saxatile L.	1						1		+						2			1				1			
Hieracium sp.							+																1		
Luzula luzuloides (Lam.) Dandy & Wilmott																	+								
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej.					2											+									
Melampyrum sylvaticum L.	1	1	1					2		2				1				+	1	1					
Nardus stricta L.	2	2	1	3	2	3	4	+		2	1	4	1	2	2	4	4	2	2	5	3	4	2	2	3
Potentilla erecta (L.) Räsch.										1			+										1		1
Vaccinium myrtillus L.	+	+	+	+	2	+			1	3	1		1	2	+	+			1	+	3	+	1	2	1
Vaccinium vitis-idaea L.			+	1	2				1	+			1		+	+	1		+		+		+	1	

SCH04

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
Anthoxanthum odoratum L.	1		2	2		1	3	2	1	3	5		2	+	1	5	1	2	4	1	5	5	3	1	2
Arnica montana L.	1		1						+																
Epikeros pyrenaicus (L.) Raf.	2	1	2				2	1				2		3				2						3	
Galium saxatile L.																									
Hieracium sp.																									
Leontodon pyrenaicus Gouan									1																
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej.																	3								
Melampyrum sylvaticum L.							1							+			1								
Nardus stricta L.	+	4		2		1	1	2	1	1	+	1	2	1	1		1	2		5	1	1	3	1	+
Poa pratensis L.																				+					
Stellaria graminea L.							+																+		
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.			2		1				2																2
Vaccinium myrtillus L.	4	+	+	+	5	4	1	+	+	2	1	5	+	5	1	1		+	2				1	2	

SCHHA5

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Taxon																									
Anthoxanthum odoratum L.													+								+				
Campanula rotundifolia L.																									
Carex pilulifera L.																									
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	5	3		4		1	1	4	1	2	3			4	2	1	1	1	2		4	3	5		+
Epikeros pyrenaicus (L.) Raf.										1		1													
Galium saxatile L.																			1		1				
Leontodon pyrenaicus Gouan				3																					
Lotus corniculatus L.																								+	
Luzula luzuloides (Lam.) Dandy & Wilmott										3															1
Melampyrum sylvaticum L.					1				1						+		3				1				
Nardus stricta L.			+		6	4					2	4	1	1	1	1		5		1		3	1	2	
Potentilla erecta (L.) Räsch.																					+				
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.																									+
Vaccinium myrtillus L.	1	3	3	1	+	1	5	1	2	3	1	1	5	1	3	1	5	+	3	5		+	1	5	3

AP4

Habitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Taxon																										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.													3				2									
<i>Arnica montana</i> L.	3			3		6								2												
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.		1			6		+	2	1	1	6	4		+	6	4	2	3		2		6		4	2	
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.				1				1									2	1	+							
<i>Festuca rubra</i> L.	1	3	1	2		+	2	3	1	3		1	3	4		2	+	1	1	+			1	1	2	
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.			3						1			1												1	1	
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.			+						1									1			+					
<i>Nardus stricta</i> L.							3		1														5			
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räsch.																						2				
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	2								1													1				
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		1	1	+				1		1						+		+	5	4	3		+		1	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		1	1							1																