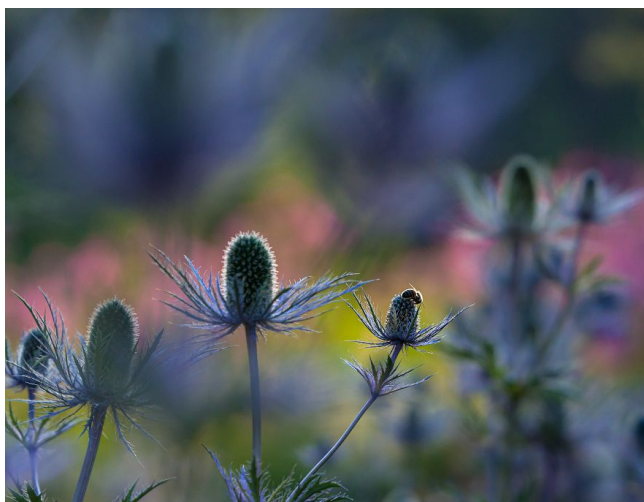


MÉMOIRE DE STAGE

Marine Challamel, 07/2023

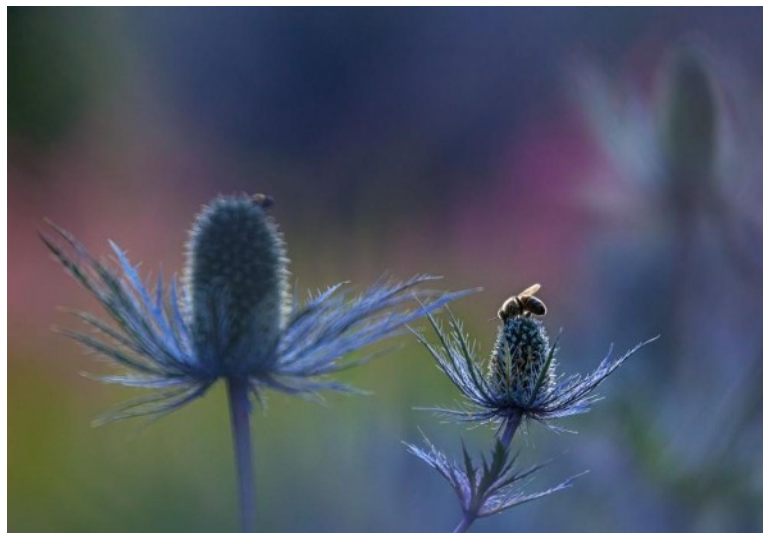
Suivi territorial des populations d'*Eryngium alpinum*
et analyse des données.



Tuteur de stage : Cédric Dentant
Master 1, BEE

Résumé

Eryngium alpinum est une espèce protégée emblématique des Alpes. Au vu de sa forte régression ces dernières décennies, sa protection et son suivi en font un objectif majeur pour les acteurs de la conservation de l'arc Alpin. L'objectif de cette étude est de réaliser un suivi territorial sur l'ensemble du Parc national des Écrins à partir du protocole défini dans le dispositif "Flore sentinelle" afin de comparer l'évolution des populations. Au vu des résultats, le dernier suivi réalisé durant l'été 2023 sur l'ensemble du territoire des Écrins montre une diminution importante des populations sur les différentes implantations du PNE par rapport aux deux dernières campagnes de 2011 et 2017.



Remerciement

L'*Eryngium alpinum* n'est pas appelé la reine des Alpes pour rien, l'accès à la majorité de ces stations pourrait être perçu comme une conquête chevaleresque !

Je remercie chaleureusement, tous les valeureux venus à la trace de la reine à travers les forêts impénétrables où seuls les sentes de gibier semblent praticables. Merci à ceux venus me guider sur les sentes de chamois pour les sites les plus reculés !

Merci à Cédric de m'avoir ouvert les yeux sur la beauté de la botanique ainsi que la confiance et la liberté accordée pour réaliser le terrain.

Enfin merci à tous mes acolytes stagiaires, services civiques pour les bons moments de vie !!

Table des matières

Résumé.....	1
Remerciement.....	1
Introduction :.....	4
1. Présentation de l'espèce :.....	5
2. Matériels et Méthodes :.....	7
2.1. Analyse des protocoles des précédentes campagnes.....	7
2.2. Analyses statistiques des données des différentes campagnes.....	9
3. Résultats.....	10
3.1. Échelle territoire : 2017 vs 2023.....	10
3.2. Échelle implantation: 2017 vs 2023.....	11
3.3. Échelle territoire : 2011/2017/2023.....	11
3.4. Échelle implantation: 2011/2017/2023.....	12
4. Observations de terrain.....	13
4.1. Embrunais:.....	13
a) Cascade de la Pisse, ZP-247 :13/06/2023.....	13
b) En face de la cascade de la Pisse, ZP-249 :14/06/2023.....	13
c) Mailles chalet du Serres, ZP-246 : 23/06/2023.....	13
d) Parking vallée du Rabioux, ZP-248 : 13/06/2023.....	14
4.2. Vallouise.....	14
a) Col de la Lauze, ZP-242 : 21/06/2023.....	14
b) Puy-Saint-Vincent, Narreyroux ,ZP-222: 22/06/2023.....	14
c) Vallon du Fournel , fond de vallée, ZP-236 : 26/06/2023.....	15
d) Vallon du Fournel, site en amont de la réserve des Deslioures, ZP-237 :27/06/2023.....	15
e) Vallon du Fournel, site en aval de la réserve des Deslioures, ZP-239 : 27/06/2023.....	16
f) Boujuran, ZP 232 :.....	16
g) Col d'Anon, ZP-241 : 29/06/2023.....	18
h) L'Aiguillette, ZP-240 : 10/07/2023.....	18
4.3. Valbonnais.....	19
a) Gorges, ZP-228 : 03/07/2023.....	19
b) Cascade de la Pisse, ZP-229 : 04/07/2023.....	19
c) Valsenestre village, ZP-227 : 04/07/2023.....	19
d) Suchère, ZP-231 : 05/07/2023.....	19
e) Aillodou, ZP-230 : 06/07/2023.....	20

f) Bois Noir , ZP-232: 05/07/2023.....	20
4.4. Champsaur.....	20
a) Molines en Champsaur, Alpage Palluel, ZP-234 : 12/07/2023.....	20
b) Molines en Champsaur, Andrieux, ZP-233 :12/07/2023.....	21
c) Prapic, les Sarresses, ZP-244 :13/07/2023.....	21
d) Prapic, Alpage des Basset, ZP-245 : 13/07/2023.....	21
4.5. Oisans.....	22
a) Lauvitel station la plus haute, ZP-226 : 07/07/2023.....	22
b) Lauvitel station proche du Ruisseau de la Rousse, ZP-225 : 07/07/2023.....	22
c) Lauvitel station du pylône électrique, ZP-224 : 07/07/2023.....	23
4.6. Briançon.....	23
a) Monêtier-Les-Bains, ZP-236 : 16/06/2023.....	23
b) La Grave, ZP-223 : 21/07/2023.....	23
5. Discussion :.....	23
6. Conclusion :.....	25
7. Bibliographie:.....	27

Introduction :

Eryngium alpinum (La reine des Alpes, chardon bleu ou encore Panicaut des Alpes) est une plante endémique du milieu alpin. Cette espèce inscrite dans la directive européenne habitats-Faune-Flore (annexe II) et la liste nationale des espèces protégées (code de l'environnement) est ancrée dans le patrimoine des régions alpines.

La reine des Alpes est menacée, elle a régressé sur une partie de son aire de répartition, voire complètement disparue. La cause majeure de sa régression est le changement d'utilisation des terres majoritairement dû à une modification des pratiques agricoles (abandon de la fauche dans des terrains difficiles d'accès contre du pâturage printanier) (Till, 2017). Impulsés par des laboratoires de recherche et les parcs nationaux, plusieurs projets de recherche concernant cette espèce emblématique ont vu le jour avec pour objectif la compréhension de son fonctionnement génétique, démographique et écologique. Ces recherches ont permis de mettre en place des mesures de gestion afin de maintenir les populations sur le territoire des Écrins. Depuis la création du Parc national des Écrins (1973), des suivis de flore dite patrimoniale ont été assurés avec les membres du Réseau Alpes-Ain de Conservation de la Flore (RAACF) renommé depuis 2019 « Réseau Flore Sentinelle » (Bonnet et al., 2015). Ce réseau est composé de tous les acteurs de la flore sur les régions PACA et Rhône-Alpes. Il a pour objectif d'harmoniser les actions et protocoles des espèces dites patrimoniales afin de mutualiser les connaissances et résultats. Ces suivis, réalisés sur des longues séquences temporelles, ont pour finalité d'évaluer la dynamique de ces espèces face aux changements globaux.

Proposer des suivis à l'échelle d'un grand territoire pour des espèces cibles telles que l'*Eryngium* sur le Parc national des Écrins, permet de comprendre les enjeux face aux changements tels que le réchauffement climatique, le changement de pratiques agricoles et d'utilisation des terres sur la flore dudit territoire. Ce suivi est également une obligation légale vis à vis de l'UE, du fait de son inscription à l'annexe 2 de la directive européenne Habitats-Faune-Flore. Ce rapportage Natura 2000 a lieu tous les 6 ans.

Ce stage a pour objectif de réaliser un inventaire sur l'ensemble des sites d'échantillons d'*Eryngium* retenus par le protocole "Flore Sentinelle" afin de les comparer aux données antérieures de 2011 et 2017 et d'évaluer la dynamique de cette espèce sur l'ensemble du territoire du Parc national des Écrins. Ces sites de suivi couvrent l'essentiel des stations d'*Eryngium* du territoire du PNE.

1. Présentation de l'espèce :

Eryngium alpinum appelé de manière commune “La reine des Alpes” ou “le chardon bleu” est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Apiacées (ombellifères). Elle est endémique et emblématique des Alpes. Son aire de répartition est fragmentée en Europe, s'échelonnant entre 1500 m et 2000 m d'altitude. Ses populations se situent principalement dans les Alpes occidentales (Italie, Suisse, France, Autriche), mais l'aire de l'espèce s'étend jusque dans les Alpes orientales (Slovénie) et dans les chaînes voisines (Balkans, Carpates). En France, l'espèce se retrouve majoritairement dans les Alpes internes (Vanoise, Écrins, Mercantour), et rarement dans le nord des pré-alpes et du Jura (Cherel et al., 1982) (Fig. 1). C'est dans le Parc national des Écrins que les plus grandes populations de l'arc alpin sont retrouvées. L'*Eryngium* est présente dans tous les secteurs du PNE et c'est le vallon du Fournel (secteur Vallouise) qui présente la plus grande station d'*Eryngium* au monde. Ce qui de fait donne une responsabilité particulièrement forte pour la conservation de cette espèce au PNE.



Figure 1: *Eryngium alpinum*, dans la réserve biologique des Deslioures, Vallon du Fournel.
Source : PNE.

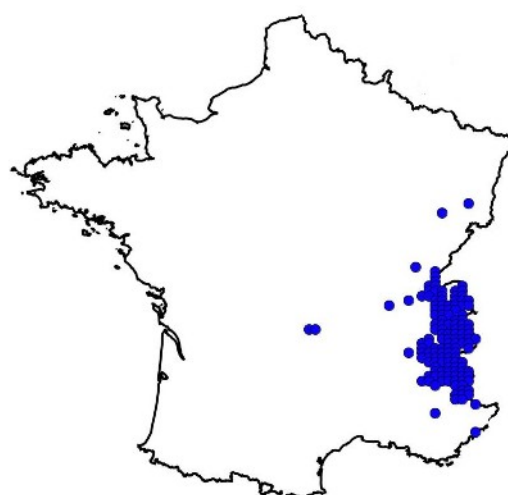


Figure 2: Carte de distribution de l'*Eryngium alpinum* en France métropolitaine. Source : SINP.

L'*Eryngium* fait l'objet de plusieurs protections nationale et internationale. En effet, elle est considérée comme quasi menacée NT (NT pour near threatened), dans la liste rouge UICN. Plusieurs textes de loi et conventions assurent actuellement sa protection à l'échelon national (France, 1982) et international (Directive Habitat Faune Flore, 1992; Convention de Berne, 1979). Les habitats primaires, correspondant aux habitats d'origine de l'espèce, sont majoritairement des

milieux ouverts ayant des sols frais et profonds comme les couloirs d'avalanche, les combes fraîches ou encore au niveau de prairies sur éboulis terreux (Natura 2000). Dans le PNE, l'*Eryngium* est également très abondant dans son habitat secondaire tels que les prairies de fauche peu denses, maintenues essentiellement par l'action de l'homme, et les mélézins clairs (Cherel et al., 1982). Mesurant de 30 à 80 cm, cette plante possède des racines en pivot et des feuilles légèrement dentées en forme de cœur. Une fois mature, ses fleurs se développent en ombelles bleutées caractéristiques (Ferrus, 1996). Un individu est composé de plusieurs tiges portant plusieurs inflorescences de 200 à 300 fleurs blanches fortement attractives (nectars) pour les pollinisateurs.

La reine des Alpes a une espérance de vie longue (jusqu'à 70 ans). Elle atteint sa majorité sexuelle à 2 ou 3 ans, et fleurit ensuite une année sur deux (Cherel, 1982). La floraison débute à la fin juin (variable selon les années). La majorité du pollen est produite par les inflorescences terminales, les inflorescences axillaires ayant une production de pollen variable (Gaudeul et al., 2004). Ces fruits sont des akènes ovales munis d'écailles (Glaudeul et Till, 2000). Ils mûrissent quelques semaines après la floraison (août - septembre) et tombent à quelques mètres du pied de la mère. Les graines tombées au sol peuvent être dispersées par les insectes ou les animaux (Glaudiel et al., 2000). Cela a été notamment observé dans le vallon du Fournel (PNE) par des agriculteurs ayant retrouvé des graines d'*Eryngium* accrochées dans le pelage de moutons. Ces graines présentent un état de dormance psycholabile (mécanisme empêchant les graines de germer tant qu'elles n'ont pas subi une période plus ou moins longue de froid). Les conditions indispensables au lever de cette dormance sont le froid et l'humidité. La germination des graines se produit au printemps, après la fonte des neiges (Andrello et al, 2012).

Différentes pressions ont pesé sur la démographie de la reine des Alpes. La cueillette, pointée comme une des causes majeures de la régression dans les années 90 (Cherel et al., 1982), s'est révélée comme accessoire. En effet, du fait de la longévité des individus, de la protection de l'espèce, la cueillette n'aurait pas impacté fortement et durablement la dynamique des populations, considérée comme assez chaotique (pas de recrutement chaque année, mais par vagues). Les causes majeures de sa régression sur ces habitats secondaires sont le changement d'utilisation des terres dû à une modification des pratiques agricoles (abandon de la fauche dans des terrains difficiles d'accès contre du pâturage printanier) ainsi qu'à la fermeture des milieux due à la déperissement agricole. Le pâturage d'automne, la fauche tardive et le maintien des milieux ouverts semblent être montrés comme les solutions de maintien des populations. Le mode de gestion est très important pour cette espèce fortement liée à l'homme (Basset & Massin, 2005). Des mesures agro-environnementales (MAE) ont été mises en place, afin de soutenir économiquement les agriculteurs procédant à la

fauche tardive une année sur cinq (Fiche technique : pastoralisme, Reine des Alpes et pratiques agricoles, PNE).

2. Matériels et Méthodes :

2.1. Analyse des protocoles des précédentes campagnes

Le suivi territorial dans le PNE a commencé avec une campagne en 2011 (Garnier, 2011), qui a eu pour objectif de faire l'état des lieux des populations présentes ainsi que de localiser les habitats favorables dans les différents secteurs du Parc national des Écrins. Les données récoltées lors de cette campagne ne suivaient pas le protocole Flore Sentinelle actuellement utilisé (depuis 2017). En 2011, des prospections ont été réalisées en fonction de la présence avérée ou potentielle (habitat potentiel) de l'espèce. Ces zones de prospection ont été conservées cartographiquement sous la forme de ZP, que l'espèce soit présente ou non. Les stations de l'espèce ont été cartographiées sous forme d'aires de présence (AP) (Fig. 2). Cela permettait de mesurer la fréquence et la surface de l'AP par rapport à la zone prospectée, et d'avoir ainsi des données en présence/absence. Ce protocole a été amené à évoluer car pour chaque campagne, les zones étaient redessinées par l'observateur. Ce protocole induisait ainsi une grande variabilité du fait d'un biais observateur important.

Après plusieurs tests de taille de maille, lors de la première campagne de revisite (Belle, 2017), les prospections ont été réalisées sur des stations redéfinies en maille de 25*25m.

L'évolution de ce protocole a été réfléchi collégialement au sein du réseau Flore Sentinelle, dans le but d'avoir un protocole de suivi standardisé permettant l'acquisition de données comparables entre différentes structures et différentes campagnes. Sur le territoire des Écrins, 28 sites échantillons ont été retenus. Ces sites se retrouvent dans les 7 implantations du Parc (Fig. 5). La présence ou absence de *Eryngium* dans la maille est une variable binaire : 1 pour la présence (vert Fig.3), 0 pour l'absence (rouge Fig.3). La recherche de pseudo-absence requiert une prospection plus chronophage car il faut prospecter toute la maille pour maximiser l'exactitude de la qualification d'« absence » de l'espèce. Plus la maille est petite, plus l'information est précise, le facteur limitant est la précision du GPS utilisé qui est d'environ 10 à 15 m en versant nord. C'est pour cela qu'une taille de 25 m a été choisie. En 2017, c'est ce protocole simple à mettre en place sur le terrain et reproductible dans le temps, qui a été choisi pour le suivi territorial des espèces prioritaires de Flore Sentinelle, dont *Eryngium*.

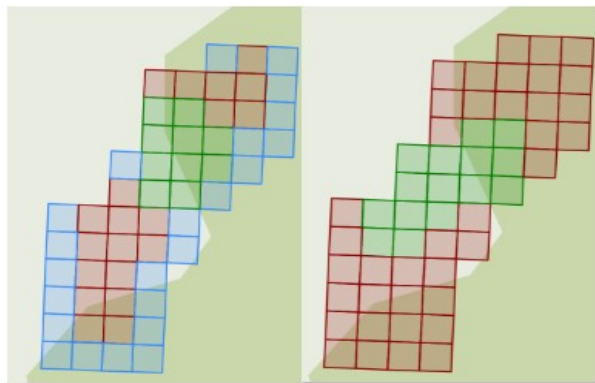


Figure 3: Station de Valjoutrey d'*Eryngium alpinum*, 2011 (droite) et 2017 (gauche) sur des mailles de 25*25m. En vert : aire de présence, en rouge : aire d'absence, en bleu : zone non prospectée. Issue de la base geonature.floresentinelle.fr. Date de consultation 25/05/2023.

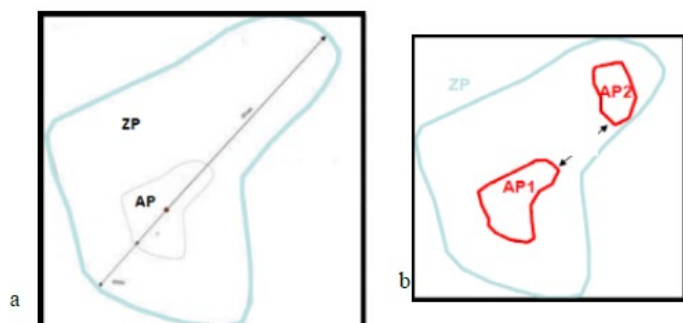
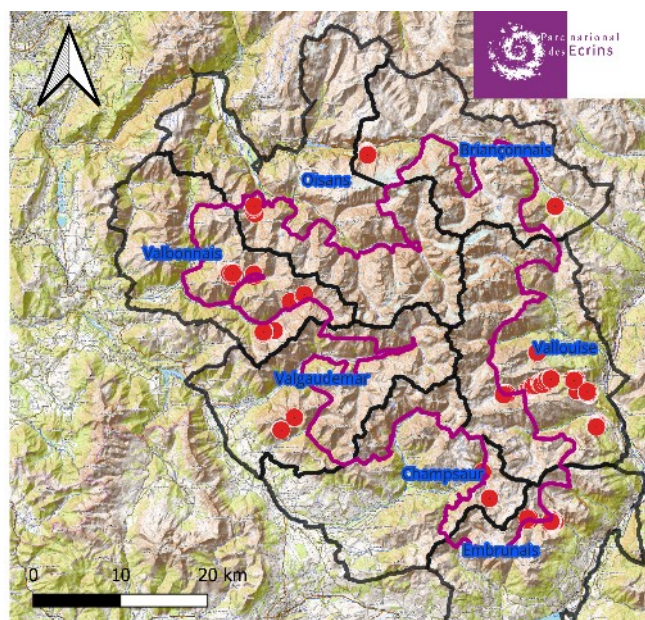


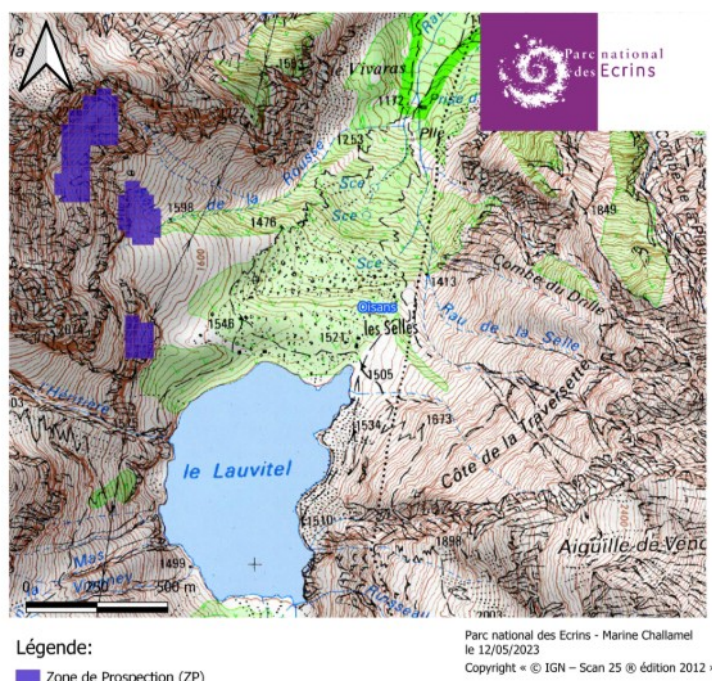
Figure 4: Station d'*Eryngium* issue du protocole 2011. a) représentation d'une ZP b) délimitation d'AP(s).

Les données seront donc comparables entre chaque campagne de terrains et entre chaque territoire du réseau Flore Sentinelle où est prospectée l'espèce. Elles permettent d'évaluer au mieux l'évolution des populations d'*Eryngium* à l'échelle du territoire du PNE et dans les Alpes françaises. Trois campagnes sont ainsi analysées : 2011, 2017, 2023.



Légende :
 Cœur du Parc national secteur PNE Sites d'échantillons

Figure 5: 28 zones de prospections d'*Eryngium alpinum* (rouge) présentes dans les différents secteurs du PNE.



Légende:
 Zone de Prospection (ZP)
 Parc national des Ecrins - Marine Challamel
 le 12/05/2023
 Copyright « © IGN - Scan 25 ® édition 2012 »

Figure 6: Exemple de trois stations d'*Eryngium alpinum* (Oisans) sur des mailles de 25*25m.

2.2. Analyses statistiques des données des différentes campagnes

Pour pouvoir comparer les données des deux dernières campagnes de suivi avec la première de 2011, une première étape de travail sur la base de données “Flore patrimoniale” a été réalisée : l'intégration dans la base de données Flore Sentinelle des données du suivi de 2011 présentes sur une ancienne base de données. Il a ensuite été nécessaire de les convertir en présence/absence sur le maillage des sites établis en 2017.

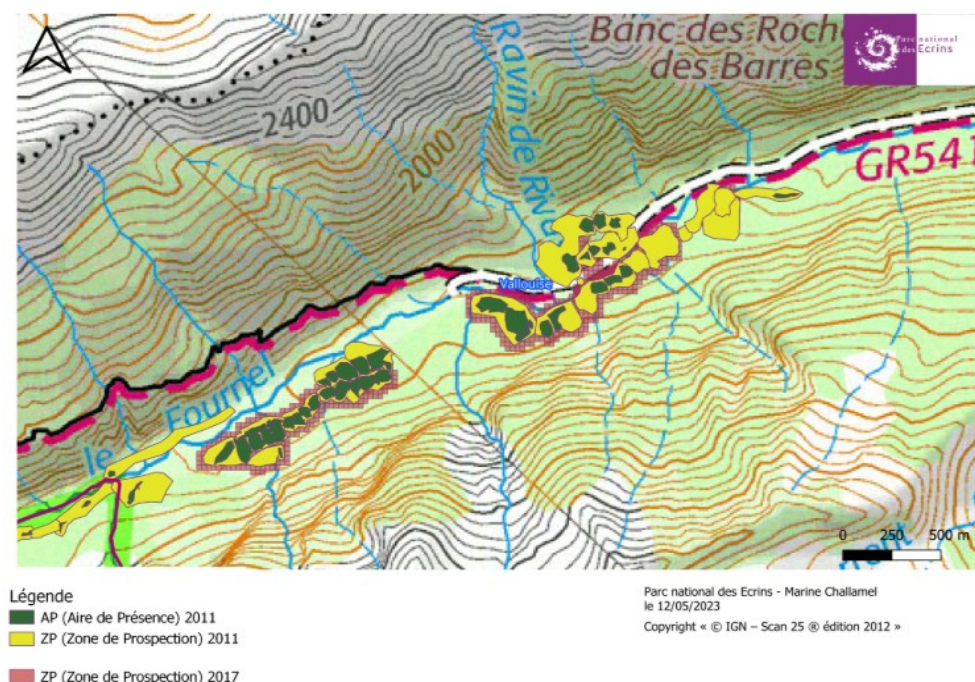


Figure 7: Superposition des ZP 2011 (jaune), AP 2011 (vert) et ZP maillé 2017 (rouge) au niveau d'un site dans le vallon du Fournel dans le but d'implémenter chaque maille avec les données de présence (1) ou d'absence (0) de chaque campagne (2011 et 2017). En vert : AP ou aire de présence de l'espèce en 2011 (1); en jaune : zone prospectée sans observation de présence de l'espèce (0).

Une carte a été réalisée, permettant de superposer le maillage des sites sélectionnés en 2017 aux ZP et AP de 2011 dans le but d'implémenter chaque maille avec les données de présence (1) ou d'absence (0) (Fig. 7).

Une fois ces données standardisées dans la base de données GeoNature, une analyse statistique est réalisée sur R studio avec la library {rstatix} afin de comparer les fréquences de présence de l'espèce entre 2011, 2017 et 2023.

Les zones prospectées en 2011 ne recouvrent pas toutes les mailles des ZP établies lors du suivi de 2017 et 2023. Un tri des données a été réalisé pour comparer uniquement les mailles prospectées lors des trois campagnes.

Après avoir testé la normalité de l'échantillon avec un Shapiro.test et l'homogénéité des variances avec le test de Fisher, un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis est réalisé. Le risque alpha est fixé à 5 %.

Une analyse supplémentaire est réalisée pour les données de 2017 et 2023 afin de comparer toutes les mailles sélectionnées. Un test de Wilcoxon est réalisé.

3. Résultats

3.1. Échelle territoire : 2017 vs 2023

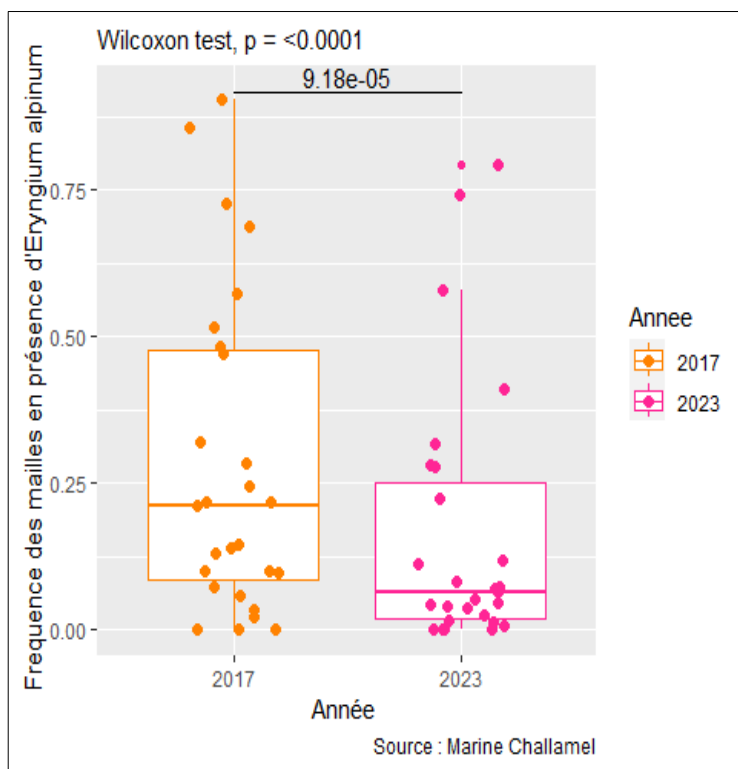


Figure 9: Comparaison de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* sur le territoire du PNE entre 2017 et 2023.

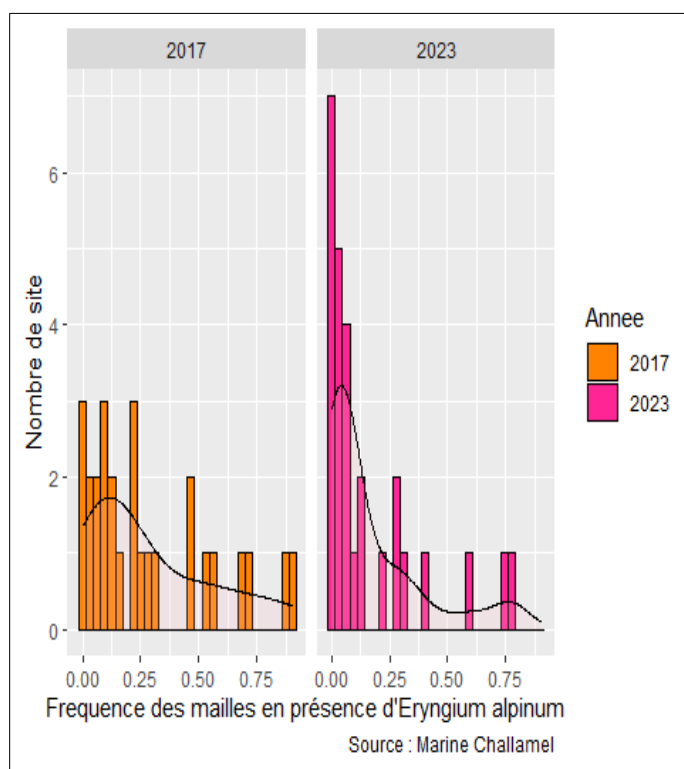


Figure 8: Histogramme montrant la répartition de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* sur le territoire du PNE entre 2017 et 2023.

A l'échelle du PNE, une régression significative est observée sur la fréquence des mailles notées en présence entre 2017 et 2023 (Fig. 9). Le test de Wilcoxon donne une p-valeur de $9,18.10^{-5}$, nettement inférieure au seuil fixé à 0,05. **La répartition d'*Eryngium alpinum* sur le Parc national des Écrins ne peut pas être considérée comme stable entre ces deux dates, celle-ci est en forte régression.**

L'histogramme de la répartition des fréquences des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* (Fig. 10) montre un pic de distribution nettement plus marqué entre 0 et 0,10 pour la campagne de 2023.

3.2. Échelle implantation: 2017 vs 2023

A l'échelle des implantations, la fréquence des mailles en présence de l'*Eryngium alpinum* a **diminué de manière significative dans toutes les implantations** (Fig. 10).

La Vallouise, le Valbonnais et l'Oisans sont les secteurs où la fréquence de maille reste la plus élevée en 2023. Cependant, une grande variabilité entre ces stations est observée.

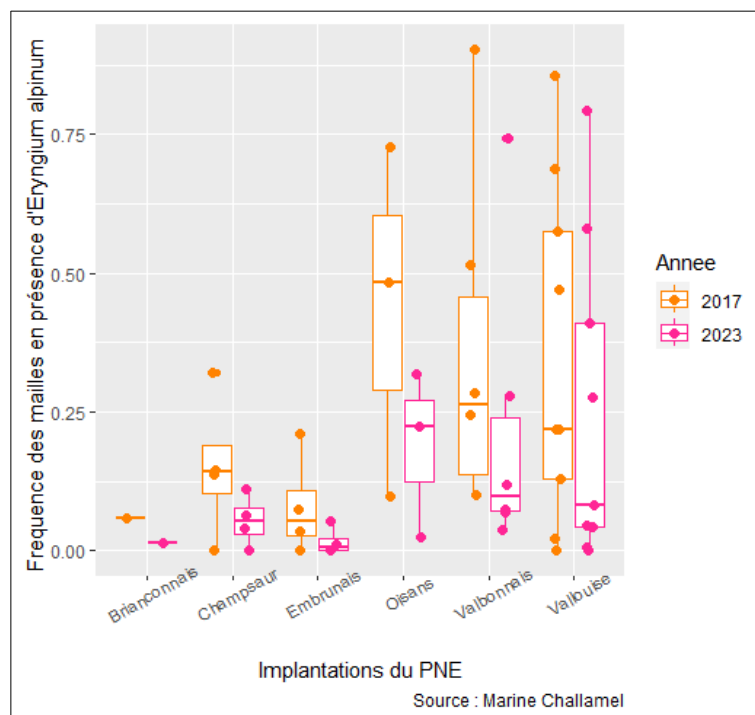


Figure 10: Comparaison de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* au niveau des différentes implantations du PNE entre 2017 et 2023.

3.3. Échelle territoire : 2011/2017/2023

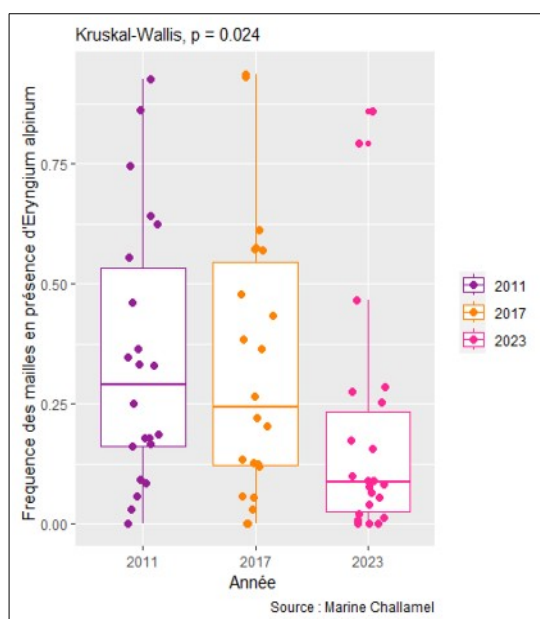


Figure 11: Comparaison de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* sur le territoire du PNE entre 2011, 2017 et 2023.

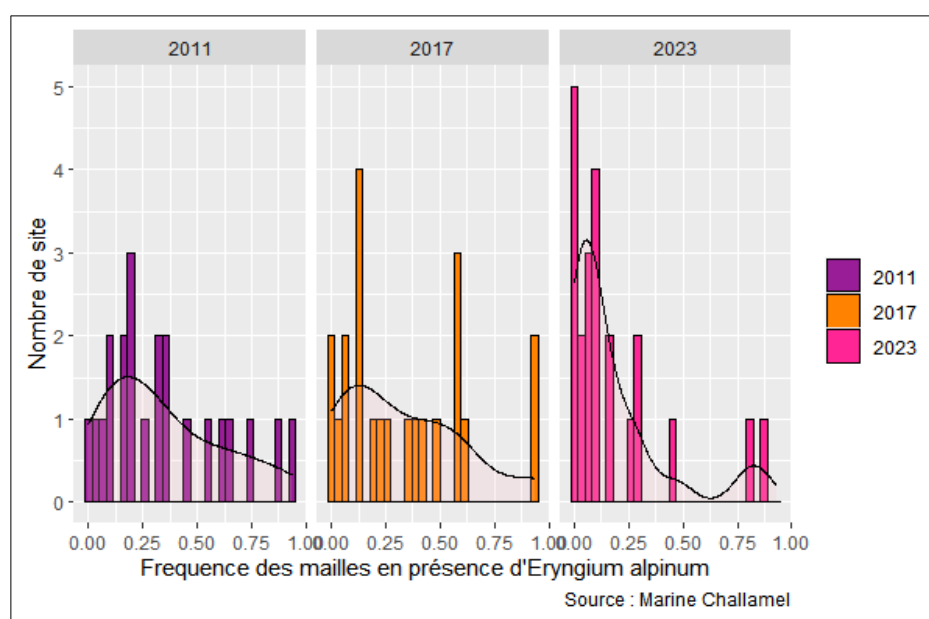


Figure 12: Histogramme montrant la répartition de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* sur le territoire du PNE entre 2011, 2017 et 2023.

A l'échelle du PNE, aucune différence significative n'est observée sur l'évolution de la fréquence de présence des mailles entre 2011 et 2017. Le test de Wilcoxon donne une p-valeur de 0,171, nettement supérieure au seuil fixé à 0,05.

Cependant une différence significative est observée entre ces deux dates et la dernière campagne de suivi réalisée en 2023. En effet, le test de Kruskal-Wallis donne une p-valeur de 0,024, soit inférieur au seuil d'acceptation fixé à 0,05 (Fig.11). La répartition d'*Eryngium alpinum* sur le Parc national des Écrins est ainsi considérée comme instable entre ces trois dates, avec une diminution significative et non négligeable de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium* en 2023 (Fig. 12).

3.4. Échelle implantation: 2011/2017/2023

Sur l'ensemble des trois dernières campagnes de suivis, la Vallouise et le Valbonnais sont les implantations du PNE où l'on retrouve le plus de chardon bleu.

Une nette diminution de la fréquence des mailles en présence est observée dans toutes les implantations.

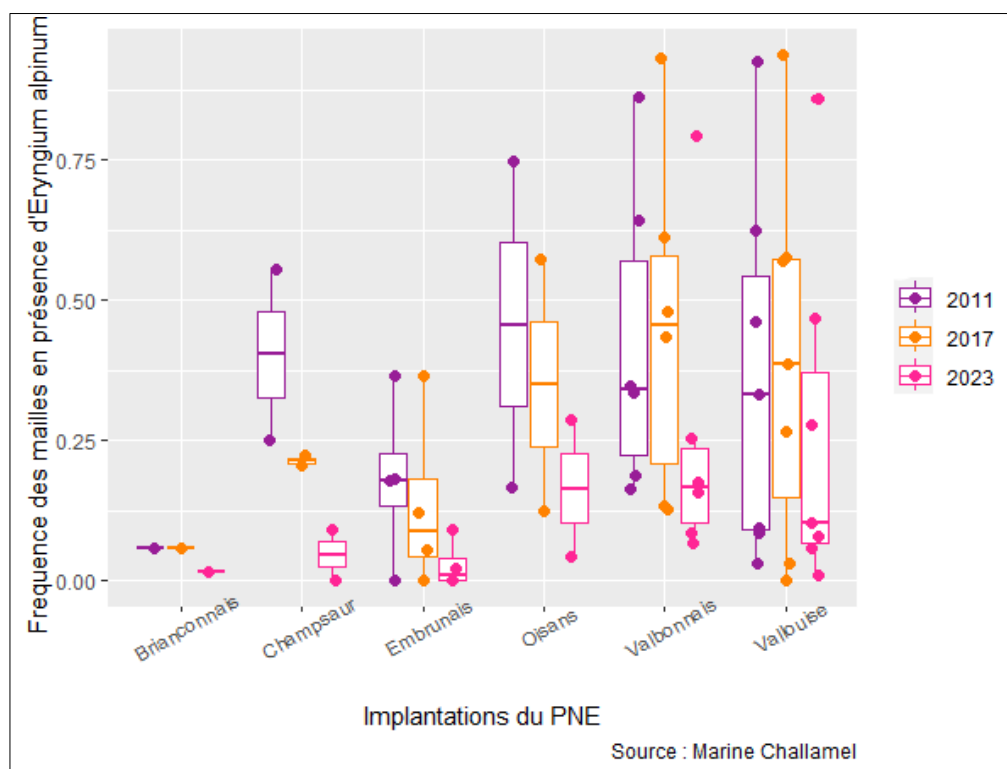


Figure 13: Comparaison de la fréquence des mailles en présence d'*Eryngium alpinum* au niveau des différentes implantations du PNE entre 2011, 2017 et 2023.

4. Observations de terrain

4.1. Embrunais:

a) Cascade de la Pisse, ZP-247 :13/06/2023

Stade phénologique : végétatif, un unique pied trouvé, revu lors de la revisite du site le 19/07 toujours aussi peu développé (Fig. 14).



Figure 14: Unique Eryngium alpinum observé au niveau du site de la cascade de la Pisse, vallée du Rabioux, Embrunais.

Observation : fermeture importante du milieu, nombreux noisetiers.

b) En face de la cascade de la Pisse, ZP-249 :14/06/2023

Observation : Site en absence d'*Eryngium alpinum*.

c) Mailles chalet du Serres, ZP-246 : 23/06/2023

Observation : Fermeture du milieu sur les mailles notées en présence en 2011 et 2017 (Fig. 15) et observation de retournement de terre par les sangliers (Fig.16). Ancienne prairie de fauche, trace de ruine et d'ancienne activité agricole.

Site en absence d'*Eryngium alpinum*.

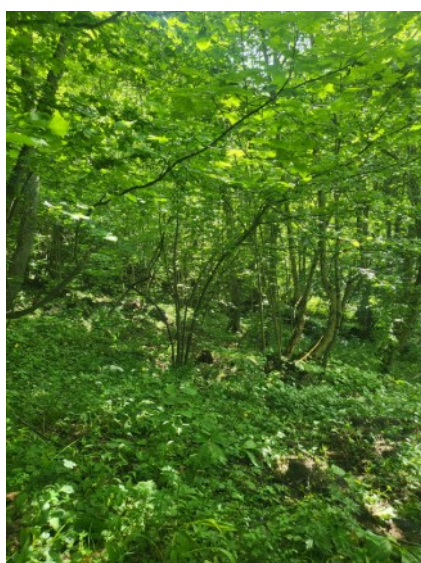


Figure 15: Photographie prise du point de vue d'une maille notée en présence en 2017 et 2011 (19/07/2023).



Figure 16: Observation de labour de sanglier (19/07/2023).

d) Parking vallée du Rabioux, ZP-248 : 13/06/2023

Observation : 3 pieds d'*Eryngium alpinum*.

4.2. Vallouise

a) Col de la Lauze, ZP-242 : 21/06/2023

Stade phénologique : végétatif

Observation : activités forestières, de nombreuses branches et troncs sont encore présents sur le site (Fig. 17). La végétation dans certaines mailles est une végétation de « friche ».

Sur les mailles observées en présence en 2017 on ne retrouve plus rien. Observation d'une nouvelle maille avec un seul pied au bord de la piste.



Figure 17: Activité forestière observée sur le site ZP-242 du col de la Lauze (21/06/2023).

b) Puy-Saint-Vincent, Narreyroux ,ZP-222: 22/06/2023

Stade phénologique : végétatif, début de floraison

Observation : Seulement deux mailles sont notées en présence contre 10 en 2017. En revanche, une belle densité a été observée sur ces deux mailles.

c) Vallon du Fournel , fond de vallée, ZP-236 : 26/06/2023

Stade phénologique : mixe entre début de floraison et stade végétatif.

Observation : Torrent trop en eau, pas possible de le traverser pour faire les mailles rive droite.

Observation d'une forte densité des pieds de chardon bleu sur les mailles en présence. Grande station également de *Rhaponticum scariosum*.

d) Vallon du Fournel, site en amont de la réserve des Deslioures, ZP-237 :27/06/2023

Phénologie : mixe entre début de floraison et stade végétatif.

Observation : Deux perturbations observées : Forte accumulation de sédiments : crue récente, été 2022 (Fig 19 et Fig 18, rond 1). Sur les mailles hautes en aval du site, souffle d'une avalanche qui a cassé de nombreux arbres (Fig.18 , rond 2).



Figure 19: Photos montrant l'accumulation de matériaux apportés lors d'une crue durant l'été 2022. Point de vue d'une maille noté en présence en 2017, noté absence en 2023.

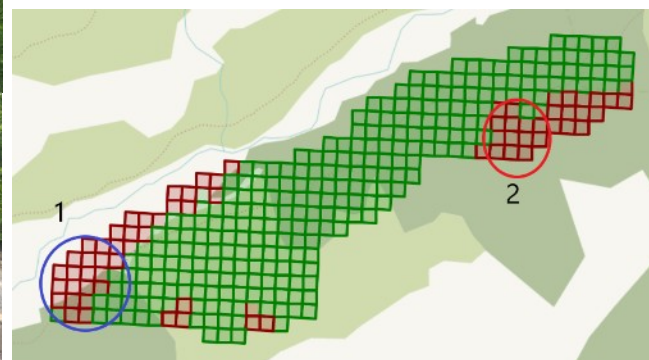


Figure 18: Site ZP 237. rond 1 : perturbation d'accumulation de matériaux de crue. Rond 2 : souffle d'avalanche, nombreux arbres cassés.

e) Vallon du Fournel, site en aval de la réserve des Deslioures, ZP-239 :
27/06/2023

Stade phénologique : végétatif et début de floraison

Observation : Le troupeau a pâturé avant sa montée en alpage au niveau du chalet de la Salce, juste avant le passage (Fig.21 et Fig 20, rond 2).

Les mailles les plus proches de Boujurian (Fig 20, rond

1) ont été pâturées fin mai/début juin. Observation de pieds en train de refaire des petites feuilles après avoir été pâturés.



Figure 21: Site ZP-239, mailles au niveau du chalet de la Salce, récemment pâturés (27/06/2023).

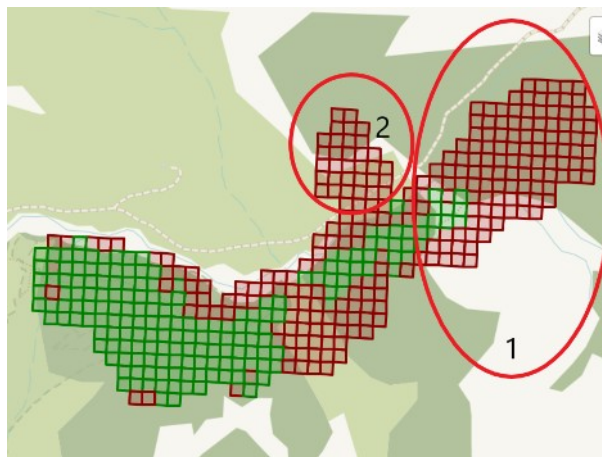


Figure 20: Site ZP-239, cercle en rouge montrant les mailles affectées par du pâturage récent lors de la visite sur site.

f) Boujurian, ZP 232 :

1er passage : 28/06/2023

Stade phénologique : végétatif

Observation : Le troupeau a pâturé début juin. Terrain fortement piétiné sur certaines zones (Fig.23).



Figure 22: Observation d'un pied d'Eryngium alpinum en train de repousser (28/06/2023).

Sur deux mailles *Eryngium* observées sont des pieds en train de refaire des feuilles (Fig, 22).



Figure 23: Site ZP-232,
mailles au niveau du chalet de
Boujorian récemment pâturées
(28/06/2023).

Deuxième passage : le 11/07/2023

Ce second passage avait comme objectif de voir si de nouvelles mailles d'*Eryngium* pouvaient être détectées en laissant plus de temps entre la prospection et la pression exercée par le pâturage. De nombreuses observations ont été faites de pieds d'*Eryngium* pâturé fin juin entrain de refaire des feuilles. (Fig.24). 10 nouvelles mailles ont été comptabilisées par rapport à la première visite.

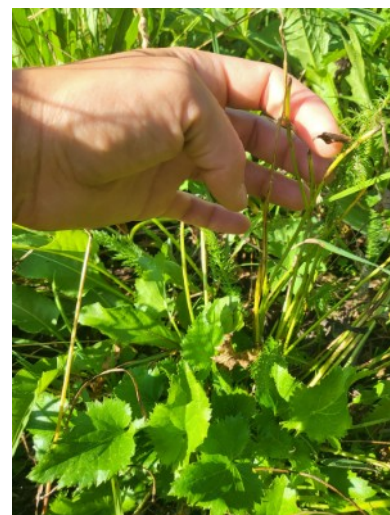


Figure 24: Site ZP-232 :
Anciennes tiges d'un pied
d'*Eryngium alpinum* pâturé.
début juin. (11/07/2023)

Certains pieds d'*Eryngium* semblent donc refaire des feuilles après défoliation. Les feuilles étaient néanmoins de petite taille (Fig.25). Il est aussi possible d'avoir manqué des pieds malgré une prospection méticuleuse.



Figure 25: Site ZP-232.
Gauche : Feuille
récente d'*Eryngium*
alpinum (11/07/2023).

g) Col d'Anon, ZP-241 : 29/06/2023

Observation : Aucun pied retrouvé. Présence de nombreux labours réalisés par les sangliers (Fig. 26).

Figure 26: Col d'Anon, Vallouise. Observation de labour par les sangliers sur les mailles notées en présence en 2017.



h) L'Aiguillette, ZP-240 : 10/07/2023

Stade phénologique : Début de floraison / végétatif

Observation : L'herbe a été couchée par les animaux dans les clairières où l'on retrouve l'*Eryngium alpinum* (Fig 28. cercles noirs). Observation de pieds couchés (Fig.27).



Figure 27: Site de l'Aiguillette, vallon du Fournel. L'herbe haute a été couchée lors de la visite sur site le 10/07/2023.



Figure 28: Site de l'Aiguillette, vallon du Fournel. Cercles en noir montrant les zones où l'herbe haute a été couchée lors de la visite sur site le 10/07/2023.

4.3. Valbonnais

a) Gorges, ZP-228 : 03/07/2023

Stade phénologique : végétatif, début de floraison, pleine floraison

Observation (Fig.29) : Cercle noir : observation d'*Eryngium alpinum*, il pourrait être pertinent de connecter ces deux parties du site.

Rectangle rouge : observation de la fermeture du milieu.

Milieu quasiment impénétrable lors de la visite le 03/07/2023.

Ces mailles étaient toutes notées en présence en 2017.

Rectangle orange : les mailles peuvent être supprimées, l'accès est périlleux.

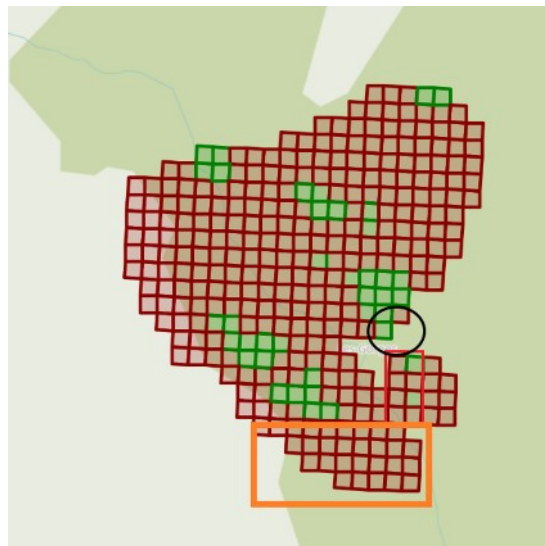


Figure 29: Site des Gorges, Valbonnais.

Cercle noir : une possible connexion entre les mailles, rectangle orange : suppression des mailles, rectangle rouge : fermeture du milieu (03/07/2023).

b) Cascade de la Pisse, ZP-229 : 04/07/2023

Stade phénologique : stade végétatif

Observation : faible densité sur les deux mailles noté positive.

c) Valsenestre village, ZP-227 : 04/07/2023

Stade phénologique : pleine floraison / végétatif

Observation : Pâturage sur les mailles supérieures (Fig.30). Abord des chemins passés au fils récemment. Coupe de plan d'*Eryngium alpinum* ?

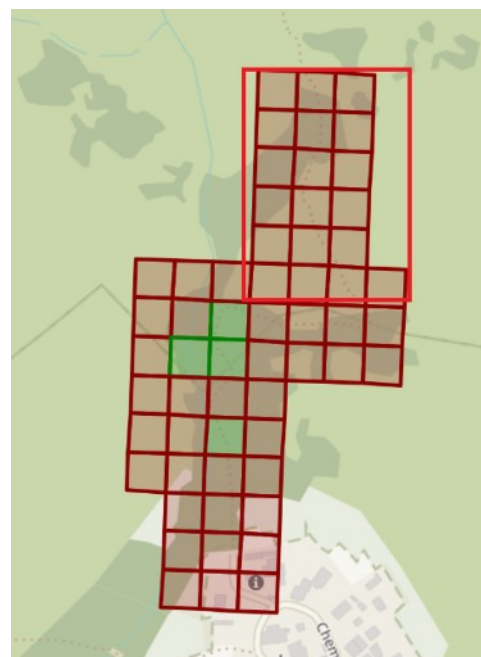


Figure 30: Valsenestre village, rectangle rouge : zone pâturée (04/07/2023).

d) Suchère, ZP-231 : 05/07/2023

Phénologie : végétatif, début de floraison

Observation : Nombreuses pousses de jeunes tremble (*Populus tremula*) jusqu'au milieu du site.

Les mailles à plus basse altitude du site sont maintenant impénétrables (Fig.31).

Il ne semble pas intéressant de garder les mailles du haut du site, milieu sec, rocailleux à certains endroits (Fig. 32).



Figure 31: Vu sur les mailles les plus en aval du site ; jeunes trembles (*Populus tremula*) (05/07/2023).

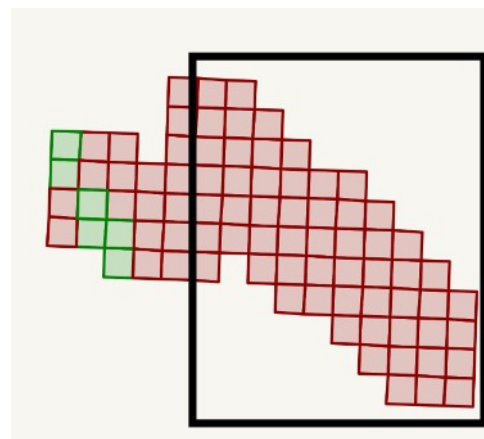


Figure 32: Site de la Suchère, Valbonnais. Carré noir, mailles pouvant être supprimées.

e) Aillodou, ZP-230 : 06/07/2023

Phénologie : stade végétatif , début de floraison

Observation : Station ayant une belle densité. Observation de nombreuses pousses de tremble (*Populus tremula*) sur les mailles les plus basses.

f) Bois Noir , ZP-232: 05/07/2023

Observation : Les mailles barrées en rouge (Fig.33) sont difficilement accessibles (pentes raides entrecoupées de barres rocheuses), le milieu est sensiblement différent des autres mailles, où des pieds ont été trouvés.

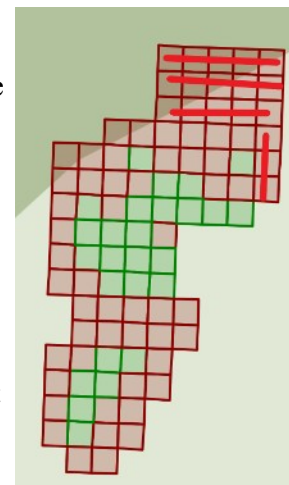


Figure 33: Station du bois noir, Valbonnais. Les traits rouges représentent les mailles à supprimer.

4.4. Champsaur

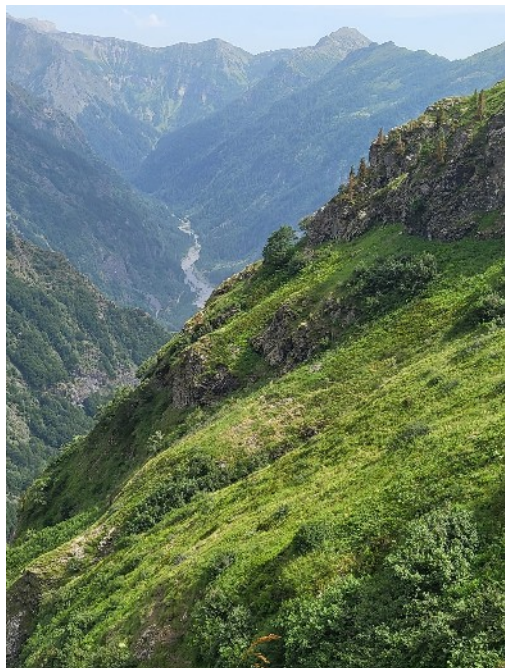
a) Molines en Champsaur, Alpage Palluel, ZP-234 : 12/07/2023

Observation : Pas d'observation, milieux plutôt secs.

b) Molines en Champsaur, Andrieux, ZP-233 :12/07/2023

Stade phénologique : début de floraison/végétatif

Observation : Sur les quatre mailles notées positives, la population de reine des Alpes est relativement dense au beau milieu des trembles (Fig. 34,35,36).



*Figure 35: Vue sur le site Andrieux.
(12/07/2023)*



Figure 34: Eryngium alpinum au milieu des trembles (Populus Tremula).



Figure 36: Vu du bas de la station.

c) Prapic, les Sarresses, ZP-244 :13/07/2023

Stade phénologique : Végétatif

Observation : Un unique pied retrouvé sur la piste 4*4.

d) Prapic, Alpage des Basset, ZP-245 : 13/07/2023

Observation : Lors du passage, aucun pied d'*Eryngium alpinum* n'a été trouvé. Passage de 1000 brebis quelques jours avant la prospection (Fig. 37, 39). Florence Huchon, garde auxiliaire du parc, a détecté de l'*Eryngium alpinum* sur cette zone trois jours avant la prospection (Fig. 38).



Figure 37: Constat de la perturbation du au pâturage sur les mailles du site de Basset, Prapic (13/07/2023).



Figure 39: Constat de la perturbation du au pâturage sur les mailles dû site de Basset, Prapic (13/07/2023).



Figure 38: Photographie prise trois jours avant la prospection à Basset, Prapic (10/07/2023).Source : Florence Huchon.

a) Lauvitel station la plus haute, ZP-226 : 07/07/2023

Stade phénologique : Végétatif/ début de floraison.

Observation : Végétation très haute, à certain endroit plus de 1m30 entraînant une difficulté de détection de l'*Eryngium* sur une partie du site. Sur les mailles notées en présence, une belle densité est observée.

b) Lauvitel station proche du Ruisseau de la Rousse, ZP-225 : 07/07/2023

Stade phénologique : Végétatif

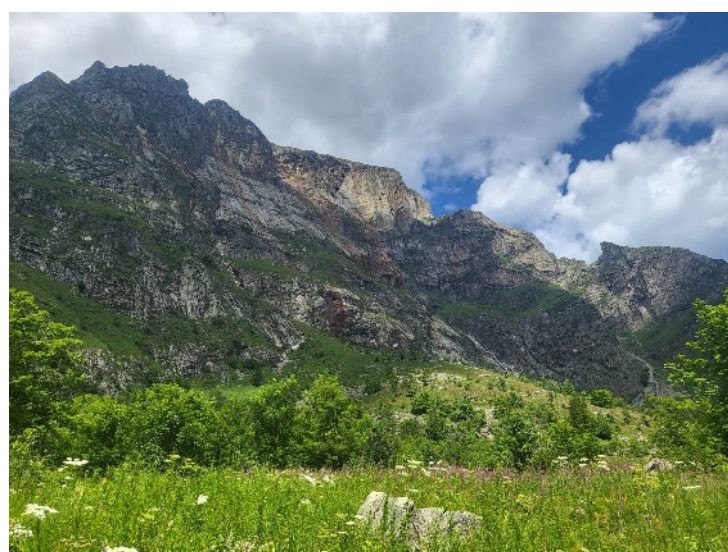


Figure 40: Vu sur la station en gradin du Lauvitel.

Observation : Seulement une maille positive proche du ruisseau.

**c) Lauvitel station du pylône électrique, ZP-224 :
07/07/2023**

Stade phénologique : Végétatif et début de floraison (Fig.41).

Observation : Une belle densité est observée sur les mailles notées en présence.

4.6. Briançon

a) Monêtier-Les-Bains, ZP-236 : 16/06/2023

Stade phénologique : végétatif.

Observation : 6 pieds observés.

b) La Grave, ZP-223 : 21/07/2023

Pas d'observation d'*Eryngium alpinum*.



Figure 41: Eryngium alpinum, début de floraison.

5. Discussion :

Les résultats de ce dernier suivi montrent que la dynamique de la reine des Alpes n'est pas restée stable entre 2017 et 2023. En effet, une diminution significative est observée sur l'ensemble du PNE. Après un constat positif de stabilisation entre 2011 et 2017 (Belle, 2017), ces nouveaux résultats semblent suivre la forte régression de l'espèce observée entre 1999 et 2011 sur l'ensemble du territoire du PNE (Garnier, 2011).

Si la reine des Alpes ne semblait pas directement menacée sur le territoire des Écrins à la fin de la campagne de 2017, elle l'est aujourd'hui par le biais de sa forte régression sur différentes implantations, ou de sa totale disparition sur certains secteurs comme au col d'Annon en Vallouise, au fond de la vallée du Rabioux dans l'Embrunais ou sur le site de l'alpage de Paluel dans le Champsaur.

Cette forte régression, pourrait être expliquée sur certains sites par une difficulté de détection due notamment aux fortes précipitations enregistrées sur le mois de mai. Celles-ci ont entraîné un

développement important de la végétation et un retard phénologique pour la floraison de la reine des Alpes.

Pour certains sites, comme sur les gradins du Lauvitel ou dans le Valbonnais, la végétation pouvait dépasser les 1,30 m, entraînant également un potentiel étouffement de la reine des Alpes par d'autres plantes plus compétitrices dans ces conditions.

La reine des Alpes a pour habitat des milieux ayant un sol frais et profond. Le réchauffement climatique et ces événements climatiques extrêmes impactent fortement son taux de survie (Andrello et al., 2011). Après les événements caniculaires de 2003, une étude a démontré que le taux de survie était impacté par ces fortes vagues de chaleur, entraînant une fragilité importante pour les jeunes plants à la dessiccation (Saccone et al., 2009).

Des milieux favorables à l'*Eryngium* en 2017 comme au niveau de l'alpage de Paluel se sont avérés lors de la revisite sec et non-propice à son développement.

Le réchauffement climatique entraîne dans les Alpes une augmentation de la productivité des écosystèmes (Theurillat et Guisans, 2011). Cette productivité engendre une accélération de la régénération des forêts, induisant la perte d'habitats pour des espèces alpines ou sub-alpines telles que l'*Eryngium alpinum* (Dirnbock et al, 2003).

La fermeture des milieux a en effet été observée à de nombreuses reprises. Sur certains sites comme les sites de l'Embrunais, les anciennes mailles en présence détectées lors des deux dernières prospections se sont avérées plus ou moins fermées, voire impénétrables avec notamment la présence importante de noisetier et d'une végétation de bois frais comme la *Melittis melissophyllum* et *Clinopodium grandiflorum*. Ce constat est également fait sur quatre sites du Valbonnais avec l'observation de la recolonisation par les trembles (*Populus tremula*) sur certaines mailles notées en présence lors des deux dernières prospections. La fermeture de milieux favorables à l'*Eryngium alpinum* semble être une combinaison du changement d'utilisation des terres et du réchauffement climatique.

La régression significative de la reine des Alpes peut également être expliquée par les différentes pressions anthropiques observées. La pression pastorale a rendu la détection difficile dans le vallon du Fournel au niveau de la cabane de la Salce, de Boujurian et dans le Champsaur au niveau de l'alpage du Basset. Après les passages des troupeaux de brebis, la défoliation des pieds d'*Eryngium* et le piétinement était trop important pour pouvoir détecter des mailles en présence.

Une repasse à la cabane de Boujurian un mois après le passage du troupeau a permis de détecter des pieds d'*Eryngium* en train de refaire des feuilles après avoir été pâturées un mois auparavant.

L'activité forestière observée au col de la Lauze, pourrait également expliquer la forte régression observée sur cette même station.

D'autres perturbations extrinsèques à la pression humaine pouvant expliquer la diminution de l'*Eryngium alpinum* sont les labours de sangliers observés sur des mailles notées positives en 2017. Ces observations ont été notamment faites au col d'Anon dans la Vallouise et dans l'Embrunais au niveau de la station du Serres.

Des actions permettant la préservation de cette espèce pourraient être mises en place sur certains sites d'alpages pour diminuer la pression du pâturage le temps nécessaire à la plante de réaliser son cycle de vie et de produire des graines.

Lors de la prospection, notamment dans le Champsaur au niveau de l'alpage du Basset, les bergers n'avaient pas connaissance de la localisation du petit site de la reine des Alpes. Étant donné que ce site n'est pas très grand, une communication aurait pu permettre d'éviter le pâturage avant début août, laissant à la plante le temps de réaliser son cycle de vie. Sur ce même site, des anciennes mesures agro-environnementales avaient été mise en place, mais ne sont plus d'actualité.

6. Conclusion :

Les résultats de cette dernière campagne de suivi ont permis de montrer une baisse significativement importante de la fréquence de mailles positives des 28 populations suivies depuis 2011 sur le PNE.

Toutes les implantations du parc sont touchées par cette régression, avec notamment en première ligne l'Embrunais où seulement deux pieds ont été trouvés sur les différentes stations de la vallée du Rabioux. La Vallouise, où les plus grandes stations de l'arc Alpin sont présentes ne font pas exception, avec une baisse significative des stations comme l'Aiguillette, Boujurian et Nayerroux.

Cette baisse est préoccupante puisqu'elle s'inscrit dans la continuité de la diminution observée entre 1999 et 2011.

Malgré des difficultés de détections sur certaines zones liées à la hauteur de la végétation, les prospections ont été faites méticuleusement. La dynamique de l'*Eryngium alpinum* est donc à suivre dans les prochaines années afin de confirmer si cette importante régression sur le territoire du PNE n'est pas simplement un effet « année ».

Le PNE a vis-à-vis de la reine des Alpes une responsabilité particulièrement forte pour sa conservation puisque c'est sur ce territoire que les plus grandes populations de l'arc Alpin sont retrouvées. Une réflexion sur des mesures de conservation serait donc importante, pour permettre le maintien de cette espèce d'exception sur le territoire des Écrins.

7. Bibliographie:

Andrello M. et al. (2012), Effects of management regimes and extreme climatic events on plant population viability in *Eryngium alpinum*, Biological Conservation

Basset-Massin M. (2005), Impact du mode de gestion sur la survie d'une espèce alpine menacée, *Eryngium alpinum*, Rapport de stage.

Bonnet, V. et al. (2015), Méthodologie de suivi des espèces végétales rares mise en place par un réseau d'acteurs de la conservation. Acta Botanica Gallica 162(1) :27–36 1, 2.2

Cherel O., Lavagne A. (1982), Aire de répartition, phénologie, biologie, reproduction d'*Eryngium alpinum*, ``la Reine des Alpes'', dans la vallée du Fournel. Propositions de mesures de protection de l'espèce. Travaux Scientifiques du Parc National des Ecrins 2: 53±92.

Convention de Berne (1979), Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe 1

Dirnbock, T., Dullinger, S., Grabherr, G., 2003. A regional impact assessment of climate and land-use change on alpine vegetation. Journal of Biogeography 30, 401–417

Ferrus L. (1996), Les bases d'un suivi des stations d'*Eryngium alpinum* L. de la vallée du Fournel, ENESAD

Fiche technique : pastoralisme, Reine des Alpes et pratiques agricoles, Parc National des Écrins.
https://www.ecrins-parcnational.fr/sites/ecrins-parcnational.com/files/fiche_doc/12078/ft-pastoreinedesalpesetpratiquesagricoles.pdf , date de consultation : 15/05/2023

Garnier M. (2011), État des lieux de la répartition de la Reine des Alpes (*Eryngium alpinum*) dans le Parc national des Écrins, Mémoire de stage, PNE

Gaudeul M. (2000), Complémentarité des approches génétiques, démographiques et écologiques dans l'étude d'une espèce menacée. Le cas d'*Eryngium alpinum* L., Chardon bleu des Alpes, Thèse de doctorat

Gaudeul M. et Till-Bottraud I. (2004), Reproductive Ecology of the Endangered Alpine Species *Eryngium alpinum* L. (Apiaceae) : Phenology, Gene Dispersal and Reproductive Success, Annals of botany, vol 93, p 711/721

Gaudeul M., Taberlet P. et Till-Bottraud I. (2000), Genetic diversity in an endangered alpine plant, *Eryngium alpinum* L. (Apiaceae), inferred from amplified fragment length polymorphism markers, Molecular Ecology, 9, 1625–1637

INPN, (2020). *Eryngium alpinum*, https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/97133/tab/statut, date de consultation 15/05/2023

IUCN,2011. *Eryngium alpinum* :Juillet,N. : The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T161804a5497564. Rapport technique, International Union for Conservation of Nature. Type : dataset

Lefebvre T. et Moncorps S. (2010), Les espaces protégés français : une pluralité d’outils au service de la conservation de la biodiversité, IUCN Publication, p. 19

Naciri Y. and Gaudeul M. (2007) Phylogeography of the endangered *Eryngium alpinum* L. (Apiaceae) in the European Alps. Molecular Ecology 16: 2721-2733

Natura 2000. Cahiers d’habitats naturels: Tome 6. Espèces végétales. *Eryngium alpinum* L. No. 1604 (pp. 145-148). Disponible en PDF sur internet: <http://natura2000.environnement.gouv.fr>

Saccone, P., Delzon, S., Pages, J.P., Brun, J.J., Michalet, R., 2009. The role of biotic interactions in altering tree seedling responses to an extreme climatic event. Journal of Vegetation Science 20, 403–414.

Theurillat, J.P., Guisan, A., 2001. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: a review. Climatic Change 50, 77–109.

Till-Bottraud I. (2017), *Eryngium alpinum* L. , Bilan des études 1998-2016