
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Suivi spécifique du Lycopode des Alpes dans
le cadre de l'observatoire de l'environnement
du domaine skiable de La Rosière

EPODE

44 rue Charles Montreuil
73000 CHAMBERY



Tuteur entreprise :

Charles Mure

Ecologue

Tuteur académique :

Séraphine Grellier

Camille Gagniere

IUT

2020-2021

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de différentes façons à la réussite de mon stage et plus particulièrement les personnes que je cite ci-dessous.

En premier lieux je souhaiterais remercier le directeur d'EPODE, Monsieur SAUSSAC Fabrice sans qui ce stage n'aurait pu être possible.

Ensuite, je remercie Charles Mure, mon maitre de stage et écologue botaniste au sein de l'entreprise, pour m'avoir transmis ses nombreuses connaissances, mais également pour sa pédagogie et sa patience. Grâce aux nombreux terrains réalisés en sa présence, j'ai pu découvrir un métier que j'apprécie particulièrement.

Un grand merci à Anna Ivanez, chargée d'affaires, qui a pris la relève lorsque Charles n'était pas disponible. Tes connaissances et ton expérience au sein d'Epode m'ont permis d'énormément progresser. Je n'oublierais jamais notre cueillette de champignons et la perte des clés de voiture en forêt, qui heureusement s'est bien terminée...

Je remercie également Alexandra Autran, ancienne stagiaire de Charles, avec qui j'ai passé beaucoup de temps sur le terrain. Tes connaissances et ton expérience au sein d'Epode (même si ce n'est que quelques mois) m'ont permis de progresser. Ce fut un plaisir d'avoir travaillé en binome avec toi sur de nombreux projets.

Je remercie les autres personnes du pôle environnement, Guillaume Morand, écologue, et Valérie Jacquemin, ingénieure environnement, pour le temps qu'ils m'ont accordé et leur expérience.

Et pour finir, je remercie Benjamin Brique, géomaticien, qui a su m'apporter de grands conseils sur l'utilisation de QGIS.

Finalement, je remercie toutes les personnes de l'équipe Epode, qui ont contribué, par leur disponibilité, leur expérience et leur bonne humeur, à rendre cette période enrichissante et motivante. Je les remercie également de m'avoir bien intégré à l'équipe.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION GENERALE	1
1. Présentation de la structure d'accueil	2
2. Présentation du sujet et des missions de stage	2
II. CONTEXTE DE L'ETUDE	5
1. Présentation du site d'étude	5
2. Présentation du Lycopode des Alpes	6
3. Présentation du projet	8
III. Suivi SPECIFIQUE DU LYCOPODE DES ALPES	10
1. Méthodologie	10
2. Résultats	15
3. Discussion	21
4. Bilan – Retour critique.....	23
IV. CONCLUSION GENERALE	24
V. RETOUR D'EXPERIENCE	25
Bibliographie.....	27

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation du site d'étude Source : Camille Gagniere)	5
Figure 2 : Lycopode des Alpes sur la zone de projet (Source : Camille Gagniere, juillet 2021)	7
Figure 3 : Répartition du Lycopode des Alpes (Source : Pôle d'information flore-habitats-fonge d'Auvergne-Rhône-Alpes)	7
Figure 4 : Fiche espèce issue de l'observatoire de l'environnement du domaine skiable de La Rosière (Source : EPODE)	8
Figure 5 : Localisation du projet (Source : Epode).....	9
Figure 6 : Localisation des stations de Lycopode impactées et étrépées (Source : Epode).....	9
Figure 7 : Exemple de station étrépée de Lycopode des Alpes (Source : Epode, 2021)	11
Figure 8 : Etrépage du Lycopode des Alpes (Source : Epode, 2017)	11
Figure 9 : Schéma de la méthode d'échantillonnage (Source : Epode).....	12
Figure 10 : Suivi de Lycopodium alpinum (Source : Epode, 2021)	13
Figure 11 : Point contact avec Lycopodium alpinum (Source : Epode, 2021).....	13
Figure 12 : Exemple de transect (Source : Epode, 2021).....	13
Figure 13 : Fiche de terrain pour le suivi du Lycopode des Alpes (Source : Epode).....	14
Figure 14 : Synthèse des résultats du suivi du Lycopode des Alpes sur le Domaine Skiable de la Rosière (Source : Camille Gagniere, 2021)	19
Figure 15 : Fréquences obtenues lors des suivis interannuels des stations de Lycopode des Alpes sur le Domaine Skiable de la Rosière (Source : Camille Gagniere, 2021).....	20
Tableau 1 : Années de suivi du Lycopode des Alpes (Source : Epode).....	10
Tableau 2 : Résultats des stations témoins pour l'année 2016 (état initial) (Source : Epode)	15
Tableau 3 : Résultats des stations témoins pour l'année 2021 (Source : Camille Gagniere).....	16
Tableau 4 : Résultats des stations étrépées pour l'année 2016 (état initial) (Source : Epode)	17
Tableau 5 : Résultats des stations étrépées pour l'année 2021 (Source : Camille Gagniere).....	18

LISTE DES ABREVIATIONS

AP : Aire de Présence

CBNA : Conservatoire Botanique National Alpin

CNPN : Conseil Nationale de la Protection de la Nature

DDT : Direction Départementale des Territoires

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DSR : Domaine Skiable de la Rosière

SAS : Société par Action Simplifiée

SEATM : Service d'Étude et d'Aménagement Touristiques de la Montagne

PNV : Parc Naturel de la Vanoise

UTN : Unité Touristique Nouvelle

VRD : Voirie et Réseaux Divers

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

ZP : Zone de Présence

I. INTRODUCTION GENERALE

Depuis l'initiation du Plan Neige par l'Etat en 1964, visant à faire émerger une nouvelle génération de stations d'altitude très performantes et susceptibles d'attirer les devises étrangères, puis d'un tourisme plus respectueux des sites et des paysages à partir de 1977, la France est devenue l'un des plus grands domaines skiables au monde. Ainsi, selon l'organisation « Domaine skiable de France », la France est positionnée au troisième rang mondial, avec 51.1 millions de journées skieurs vendues, après l'Autriche et les Etats-Unis. Avec plus de 350 stations de skis existantes et une superficie couverte par les pistes de ski, évaluée à 18 200 hectares (évaluation S.E.A.T.M) les domaines skiables français sont bien implantés dans le territoire.

Depuis quelques années les répercussions du réchauffement climatique se font ressentir dans les milieux montagnards et au sein même des domaines skiables. En effet, on observe une perte de 25% de la superficie des glaciers dans les Alpes françaises depuis les années 1960 (Gardent, 2014) ainsi que des conditions d'enneigement qui se dégradent de plus en plus. D'après le « Livre Blanc du Climat en Savoie », les zones montagneuses sont plus sensibles aux impacts du réchauffement climatique que celles de plaine. En effet, une étude menée sur 171 espèces forestières montre que la végétation des massifs montagneux français fait face aux pressions du réchauffement climatique en migrant d'environ trente mètres en altitude par décennie (Lenoir & al, 2008).

Afin de s'adapter à cette problématique et aux nouvelles attentes des usagers, les domaines skiables sont porteurs de nombreux projets d'aménagement chaque année : installation de nouvelles infrastructures, remplacement des équipements obsolètes, remodelage de pistes, ou encore création ou extension du réseau neige afin d'aller chercher ou de conserver la neige nécessaire pour leurs stations. Toutefois, ces aménagements ne sont pas sans conséquences sur la biodiversité, que ce soit pendant leur création ou durant leurs phases d'exploitation (Geneletti, 2007). En effet, la pratique du ski alpin s'est accompagnée par un changement d'occupation du sol (augmentation de l'imperméabilisation, tassements du sol des pistes), ou encore d'une fragmentation des habitats. De plus, la gestion des pistes de skis en domaines skiables engendre une altération de la structure naturelle du sol et de la composition de la végétation alpine conduisant à un déclin de la biodiversité (Wipf et al, 2005). Pour finir, l'implantation de retenues colinéaires pour alimenter les réseaux neiges cause plusieurs impacts sur l'environnement : des écoulements hydrologiques de surface et souterrain (Evette et al, 2011) aux impacts sur les milieux terrestres avec un changement des compositions floristiques local et donc de la biodiversité (Rixen et al, 2001).

Autrefois peu réglementés, les aménagements sont aujourd'hui contraints de répondre à des normes environnementales visant à conserver la richesse écologique et la biodiversité unique des milieux montagnards. Face à ces exigences environnementales de plus en plus importantes, la création d'un outil de gestion durable des domaines skiables est devenue indispensable aux gestionnaires pour la planification de leur domaine tout en étant en accord avec la réglementation et les attentes locales. C'est donc dans cet objectif, et grâce à une collaboration entre les domaines skiables et les bureaux d'études spécialisés, qu'est né l'outil « Observatoire de l'Environnement et des Paysages » en 2007.

Afin d'illustrer plus précisément une des utilités de cet outil, ce rapport portera sur l'étude d'un cas particulier : la préservation du Lycopode des Alpes dans le cadre d'un projet d'extension du domaine skiable de la Rosière. La question de la réussite de cette préservation suite aux aménagements réalisés sur ce site jusqu'alors vierge sera abordée grâce à un suivi d'espèce annuel réalisé depuis 2016. Ainsi, la première partie de ce rapport présentera les missions de stage ainsi que l'outil observatoire. La deuxième partie sera dédiée à la présentation du cas de l'étude et la dernière partie aux résultats du suivi du Lycopode des Alpes.

1. Présentation de la structure d'accueil

Le groupe Epode, avec sa filiale Evoke, est un bureau d'étude pluridisciplinaire spécialisé dans l'aménagement du territoire. Son activité s'axe principalement sur le milieu montagnard mais elle tend à s'ouvrir à la plaine depuis ces dernières années. C'est une SAS (Société par Actions Simplifiées) dirigée par Fabrice SAUSSAC, basée dans la ville de Chambéry en Savoie (73) et implantée à Modane, Annecy et Albigny-sur-Saône. Forte d'une équipe pluridisciplinaire avec la mutualisation des savoirs faire et une approche transversale, Epode intervient lors des différentes phases d'un projet, de la réflexion et l'imagination à la planification, la conception et jusqu'au pilotage et à leur réalisation. Epode propose une approche globale permettant un accompagnement sur-mesure des collectivités et des acteurs privés.

L'entreprise se développe autour de 5 disciplines :

- **L'environnement et l'écologie** : grâce à la combinaison des spécialités des différents experts, les champs d'expertises d'Epode couvrent à la fois les groupes floristiques, les groupes faunistiques, les habitats naturels ainsi que les réglementations environnementales. Composé d'un écologue fauniste, un écologue botaniste, une ingénieure en environnement et d'une écologue - chargée d'affaires environnement, le pôle environnement intervient pour des études environnementales en plaine comme en montagne, afin de garantir le respect de la réglementation environnementale et de concilier aménagement et préservation des milieux naturels.
- **L'urbanisme** : avec une équipe d'urbanistes expérimentés et l'ingénierie des systèmes d'informations géographiques (SIG), Epode s'adapte aux différentes échelles géographiques de réflexion pour conseiller et assister ses clients dans les différentes phases de projets : planification territoriale, stratégie territoriale et assistance à maîtrise d'ouvrage ou encore urbanisme opérationnel.
- **Le paysage** : grâce à des compétences spécifiques en design et conception graphique ainsi qu'en étude paysagère, Epode garanti de répondre aux besoins d'une démarche de paysage, dans une approche de l'aménagement à la fois fonctionnelle, inventive et esthétique.
- **La maîtrise d'œuvre VRD** : l'équipe d'ingénieurs et techniciens, aux compétences reconnues en bureau d'études VRD (Voirie et Réseaux Divers) maîtrisent tous les aspects techniques et technologiques dans les domaines de l'aménagement urbain, la conception routière et l'enfouissement des réseaux. Ils assurent donc la totalité des prestations nécessaires à la réalisation d'opérations dans le cadre d'une expertise spécifique de l'aménagement et des réseaux secs et humides.
- **La conception lumière** : Porté par sa filiale Lyonnaise Evoke, le groupe Epode, développe le métier de la conception lumière aux services des collectivités afin de les orienter vers des choix visant à créer, optimiser et mettre en valeur leurs systèmes d'éclairages. Elle assure l'ensemble des prestations, visant le confort, la performance visuelle, les économies d'énergies.

2. Présentation du sujet et des missions de stage

Avec une prise de conscience environnementale des usagers, soucieux de leur cadre de vie en plus des prestations de qualité offertes par les domaines skiables, les attentes se sont tournées vers un environnement touristique préservant l'identité montagnarde et les espaces naturels, la recherche du bien-être, le besoin de nature et de santé, la diversification des activités (ANMSM, 2007). Afin de s'adapter aux nouvelles attentes des usagers ainsi qu'à des exigences

environnementales de plus en plus importantes, les domaines skiables prêtent de plus en plus attention aux questions environnementales. En effet, le fait de disposer d'un environnement général attrayant, d'un cadre de vie naturel sauvegardé, présente un intérêt commercial certain (Bürki et al; 2007). C'est donc pour affirmer un objectif d'intégration optimale dans le territoire et de gestion durable des stations que les gestionnaires de domaines skiables, en partenariat avec des bureaux d'études ont développé un outil concret d'aide à la décision et de suivi des projets d'aménagement : « *L'Observatoire de l'Environnement et des Paysages* ».

L'observatoire de l'environnement est un outil concret dont l'objectif premier est de développer les connaissances d'un territoire donné. Pour cela, sa mise en place s'appuie sur l'étude de différentes thématiques naturalistes telles que le paysage, les habitats naturels, la flore et la faune. Par la suite, il pourra s'enrichir au travers des thématiques liées à la ressource en eau, l'agriculture ou encore la forêt. Les connaissances acquises permettent d'identifier les enjeux écologiques du territoire qui seront par la suite pris en considération lors de l'élaboration de nouveaux projets. L'observatoire de l'environnement a pour ambition de répondre aux objectifs suivants :

- Développer un outil interne pour obtenir une bonne connaissance du territoire support du domaine skiable
- Susciter une prise de conscience de l'impact des pratiques d'exploitation (damage, tirs d'explosifs...), des projets d'aménagement (pistes, remontées mécaniques ...) ;
- Sensibiliser au milieu naturel dans lequel le personnel évolue (faire connaître, comprendre) afin de faire évoluer les comportements
- Maîtriser son territoire vis-à-vis des attentes réglementaires
- Anticiper le plus en amont possible la réflexion et l'implantation des projets en prenant en compte les enjeux environnementaux
- Afficher l'engagement de la société vis-à-vis des questions de développement durable, de sensibilité environnementale, d'aménagements raisonnés respectueux de son cadre environnemental.
- Instaurer des relations de travail en collaboration avec les acteurs environnementaux (Administrations, associations, acteurs locaux) en les associant au projet d'Observatoire, plutôt que des relations conflictuelles....
- Réduire les coûts et la durée des futures études réglementaires nécessaires aux projets d'aménagement futurs.

La mise en place d'un observatoire s'articule en plusieurs étapes :

- **Phase I - Mise en place** : cette phase consiste à établir un état des lieux « état 0 » qui servira de base et de référence à l'observatoire. Pour cela, un recueil bibliographique est réalisé en utilisant les ouvrages de référence, les bases de données naturalistes, les campagnes photographiques, les données existantes auprès des organismes chargés de la collecte de données tels que la DREAL4, le CEN5, l'ONF6, etc. Cette phase bibliographique se nourrit également des échanges et rencontres avec les acteurs locaux du paysage et de l'environnement en mettant en place une concertation avec tous les acteurs du domaine skiable (COPIL7) pour orienter le diagnostic.
- **Phase II - Diagnostic** : cette phase consiste à réaliser un diagnostic en effectuant des inventaires écologiques et paysagers plus ou moins exhaustifs. Suite à ces prospections, une analyse de la richesse écologique et paysagère est effectuée afin d'obtenir des cartes de synthèse des enjeux. Les thématiques de ces inventaires sont la faune, la flore et le paysage.

Le diagnostic permet d'enrichir la connaissance du territoire afin d'alimenter les bases de données ainsi que le SIG8, afin de faciliter la prise de décision et définir les préconisations d'après la séquence Eviter, Réduire, Compenser (ERC) pour le domaine skiable.

- **Phase III - Suivi et plan d'action** : cette phase a pour objectif de faire rentrer l'observatoire dans sa phase opérationnelle. Le but étant de mettre en place des indicateurs pour évaluer et suivre l'état de l'environnement et notamment les zones à enjeux qui ont été déterminées lors de la phase précédente. Des suivis (d'espèces, de zone humide, de travaux...) et des plans d'action (sensibilisation, communication, mise en défens...) seront mis en place selon la stratégie d'aménagement du domaine skiable.



Figure 1 : Schématisation de la démarche méthodologique
(Source : Epode)

Plus qu'une simple prise en compte des milieux ou des espèces pour leur préservation, l'observatoire de l'environnement est un outil d'aide à la décision permettant d'anticiper et faciliter les instructions des dossiers de nombreuses études réglementaires nécessaires à la réalisation de projets d'aménagement. En effet, grâce aux observations et analyses issues de l'observatoire, les différents enjeux environnementaux connus par les gestionnaires des domaines peuvent être pris en considération dès l'élaboration de nouveaux projets. Il permet également de suivre l'évolution de la biodiversité et des milieux présents sur le domaine ainsi que les mesures environnementales prises dans le cadre des projets d'aménagement.

Les suivis écologiques apparaissent comme des outils utiles et parfois incontournables pour connaître l'état et la dynamique de la biodiversité et évaluer des gestions de milieu ou de la biodiversité (Gosselin, 2013). Différents types de suivi peuvent être mis en place tels que les suivis généraux et les suivis spécifiques.

Les suivis généraux se font sur l'ensemble de l'observatoire de l'environnement. Ce sont des suivis de « surveillance » pour lesquels des hypothèses ne sont pas formulées (Gosselin, 2013). Un secteur du domaine skiable est suivi par année. Ces suivis servent à mettre à jour la base de données naturaliste

(SIG), à suivre les différents projets d'aménagement. Cette phase de suivi permet de connaître l'état général du domaine skiable, de mettre en évidence les points négatifs afin de faire un retour d'expérience auprès des gestionnaires et mettre en place des leviers d'amélioration le cas échéant. Les suivis spécifiques sont des suivis « ciblés » centrés autour d'un objectif de gestion, d'une question ou hypothèse (Gosselin, 2013). Les suivis spécifiques peuvent aussi faire suite à des mesures ou actions environnementales afin de vérifier leur efficacité et s'assurer que les objectifs définis soient atteints. Par exemple, des suivis de revégétalisation ont souvent lieu suite à la création de nouvelles pistes de ski (Epode a la charge d'un suivi de revégétalisation à la Rosière). Les suivis de chantiers entrent également dans la catégorie des suivis spécifiques, tout comme les suivis de l'évolution d'espèces et/ou de milieux.

C'est dans ce contexte que s'inscrit mon stage sur le suivi spécifique du Lycopode des Alpes, réalisé chaque année depuis 2016. Ce dernier découle des mesures environnementales mises en place par la station suite à l'étude d'impact et dossier CNPN de leur projet d'extension, à l'origine de la création de l'observatoire en 2014. Mon choix s'est porté sur ce projet car il s'agit du suivi le plus complet réalisé par Epode se rapprochant le plus d'un suivi scientifique, et le premier suivi réalisé sur cette espèce.

Mes missions, dans le cadre de cette étude, ont été multiples : recherches bibliographiques en amont du suivi, prise de connaissance de l'étude d'impact, du dossier CNPN et des suivis précédemment réalisés puis préparation du terrain et réalisation du suivi (en binôme avec Charles Mure, mon maître de stage et botaniste). J'ai ensuite traité et analysé les données puis rédigé le compte rendu de suivi d'espèces destiné à la DREAL.

II. CONTEXTE DE L'ETUDE

1. Présentation du site d'étude

La station de ski de La Rosière se situe en Savoie (73) dans la vallée de la Haute Tarentaise. Cette station localisée sur la commune de Montvalezan à 1850 m d'altitude, est reliée au domaine skiable de La Thuile en Italie. La liaison de ces deux stations forme l'espace San Bernardo, domaine skiable international, qui comprend 160 km de pistes réparties de 1200 m à 2650 m d'altitude.

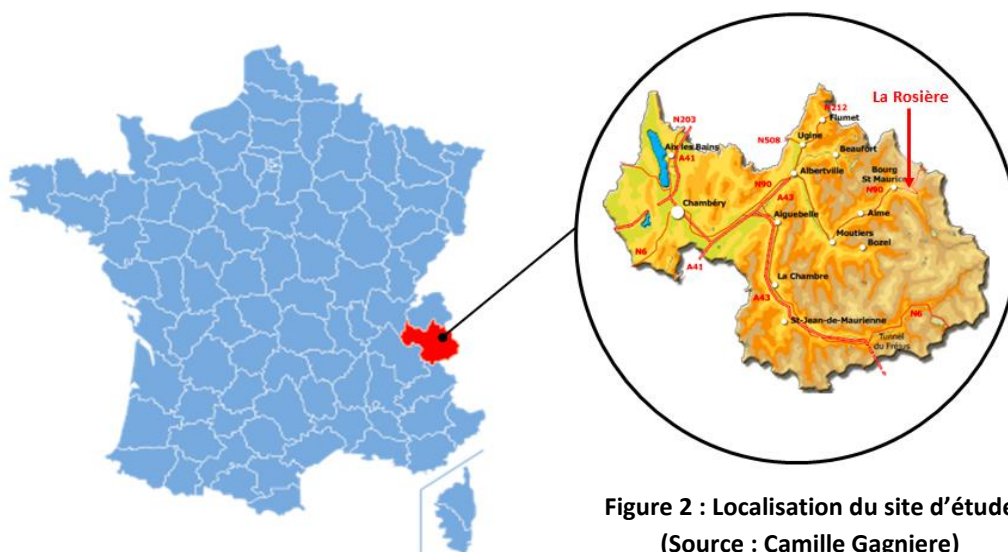


Figure 2 : Localisation du site d'étude
(Source : Camille Gagniere)

Le domaine skiable de la Rosière s'est mis en place progressivement depuis 50 ans. En 2011, un projet d'extension du domaine skiable de La Rosière - San Bernado a été étudié. Ce projet qui figure depuis les premiers documents (Plan Neige) dans le schéma directeur d'aménagement du domaine skiable, prévoit l'aménagement d'un nouveau secteur de ski sur les pentes sud-ouest du Mont Valaisan (col séparant la France et l'Italie) permettant d'atteindre le point culminant à 2900 m d'altitude et proposer une offre de ski sur quatre versants différents.

Autorisé une première fois en 2011 comme Unité Touristique Nouvelle (UTN) puis une nouvelle fois en 2014 (suite à des requêtes ayant abouti à une annulation en 2013), différentes études ont dû être réalisées dans le cadre de cet aménagement (dossier CNPN en 2013 et étude d'impact en 2016). Cette extension s'accompagne d'un investissement important (15 millions d'euros) et prévoit la création de cinq pistes et l'installation de deux télésièges débrayables 6 places. La réalisation de ces aménagements nécessite des travaux sur ... ha sur un secteur considéré comme "vierge" selon le Code de l'Environnement (Article R.122-2 du Code de l'Environnement), car non accessible gravitairement depuis les remontées mécaniques du fait de la difficulté du relief, et donc non impacté par l'Homme. Par conséquent, ce projet présente de nombreux enjeux environnementaux et notamment en termes de biodiversité. En effet, ce projet nécessite entre autres le terrassement d'un habitat favorable aux Lycopodes des Alpes sur un hectare, une espèce floristique protégée dû à sa faible répartition à l'échelle nationale.

Le bureau d'étude EPODE accompagne ce projet depuis 2011 et le domaine skiable de La Rosière dans sa globalité depuis 2014 avec l'outil Observatoire de l'Environnement et du Paysage. La création de cet observatoire a fait suite aux mesures d'accompagnement proposées lors de la réalisation de l'étude d'impact du Mont Valaisan.

2. Présentation du Lycopode des Alpes

Le Lycopode des Alpes (*Lycopodium alpinum* anciennement *Diphasiastrum alpinum*) est une plante alliée des fougères, typiquement montagnarde, de la famille des Lycopodiacees. Il s'agit d'une espèce vivace aux rameaux rampants, pouvant atteindre 60 cm de long, sur lesquelles se dressent des rameaux écaillés vert glauque, dressés et fourchus, hauts de 2 à 10 cm. Il se distingue des autres représentants du groupe par ses rameaux nettement cylindriques ou quadrangulaires, ses feuilles latérales recourbées vers la face inférieure et ses épis sessiles.

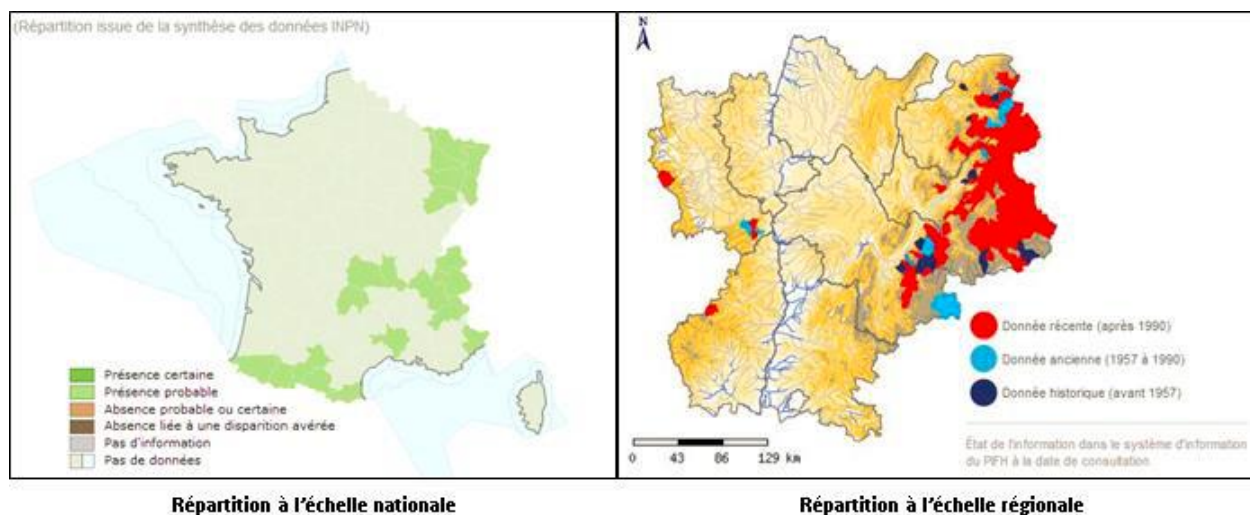
Cette petite fougère est une espèce pionnière affectionnant les sols pauvres, acides, et les milieux exposés à un ensoleillement partiel (besoin de lumière), c'est pourquoi on la retrouve essentiellement dans des trouées au sein des landes alpines et boréales. Du fait de son caractère pionnier, il n'est pas rare de l'observer sur des terrains récemment remaniés (travaux de pistes), mais elle disparaît suite à la fermeture du milieu. La conservation de ces stations est donc dépendante de la semi-ouverture des landes où elles sont présentes. On la retrouve dans les massifs montagnards à partir de 650 mètres et jusqu'à 2500 mètres d'altitude (entre 1100 m et 2500 m d'altitude principalement) et est très présente en Savoie et Haute-Savoie.



Figure 3 : Lycopode des Alpes sur la zone de projet
(Source : Camille Gagniere, juillet 2021)

Le Lycopode des Alpes est protégé au niveau national par l'article 1 (arrêté du 31 août 1995): « Afin de prévenir la disparition d'espèces végétales menacées et de permettre la conservation des biotopes correspondants, sont interdits, en tout temps et sur tout le territoire métropolitain, la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces citées à l'annexe I du présent arrêté. Toutefois, les interdictions de destruction, de coupe, de mutilation et d'arrachage, ne sont pas applicables aux opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées. »

Cette espèce végétale est listée vulnérable en région Rhône-Alpes et fait partie des espèces communautaires, inscrite à l'annexe V de la Directive Habitat.



Répartition à l'échelle nationale

Répartition à l'échelle régionale

Figure 4 : Répartition du Lycopode des Alpes

(Source : Pôle d'information flore-habitats-fonge d'Auvergne-Rhône-Alpes)

Lycopodium alpinum est protégé du fait de sa faible répartition à l'échelle nationale (cantonné aux massifs montagnards), mais se retrouve très bien représentée en Savoie et Haute Savoie. Plus de 480 stations sont recensées sur le domaine de la Rosière (Epode, Agrestis, CBNA, PNV) réparties partout au sein des landes alpines et boréales.

Lycopode des Alpes – *Disphasiastrum alpinum* ((L.) Holub, 1975)



TYPE	STATUT
Communautaire (D. habitats)	Annexe V
International	
National	Article 1
Liste rouge Rhône Alpes	VU
Liste rouge France	LC
Liste rouge UICN	LC

Généralités		Sur le domaine de La Rosière	
Habitats	Plante pionnière de 3 à 12cm à nombreux rameaux dressés Surtout dans les landes et pelouses sur sol acide Spores conservés dans la banque du sol et germination suite à réouverture du milieu (ex : nouvelles pistes de ski)	Présence Effectifs	Plus de 480 stations recensées sur le domaine (Epode, Agrestis, CBNA, PNV) réparties partout au sein des landes alpines et boréales Présence probable d'autres stations
Distribution	En France : Tous les massifs montagnards. Très présent en Savoie et Haute-Savoie Altitude : de 650 à 2500 m Reproduction : juillet à septembre Dispersion par spores	Menaces	<u>Niveau de menace : +</u> Menacée à l'échelle nationale, mais très bien implantée sur le domaine de la Rosière (et en Savoie) Surveillance et prospection des landes pour éviter toute destruction d'individus dans le cadre de futurs travaux
Cycle de vie			
Menaces	Fermeture des milieux de landes et pelouses par colonisation de l'Aulnaie verte et des massifs de Rhododendron	Conservation	• Capacité de se développer sur zones remaniées MAIS présence de landes et pelouses acidiphiles à proximité obligatoire • Reprise après travaux = atout de conservation • Maintien de l'espèce : réouverture des milieux par débroussaillage raisonné et pratiques pastorales extensives → aussi favorables au Tétrah-Lyre (inféodé au même milieu)
Conservation	• Maintien du pâturage dans les landes subalpines et pelouses acidiphiles • Réouverture par pâturage ovin		

Figure 5 : Fiche espèce issue de l'observatoire de l'environnement du domaine skiable de La Rosière
(Source : EPODE)

3. Présentation du projet

Pour rappel, le projet concerne une extension du domaine skiable de La Rosière, avec la création de cinq pistes et deux télésièges, nécessitant le terrassement d'un habitat favorable au Lycopode des Alpes. Pour réaliser le projet, 44 stations de Lycopode ont dû être enlevées/arrachées sur un hectare environ pour un total de 370 stations de Lycopode recensées pour une superficie d'environ 4 ha. Les stations de Lycopode pouvant compter de 10 à plusieurs centaines de rameaux dressés, la notion de « pied » ou « d'individu » est difficile à évaluer pour cette espèce. On parle alors de station de Lycopode et non de pied (dossier CNPN – Agrestis, 2013).

La préconisation issue du CNPN concernant le Lycopode était le « suivi des opérations d'étrépage du lycopode des Alpes sur 10 ans avec un passage annuel les quatre premières années puis bisannuel ». Ce suivi était initialement prévu sur 5 stations témoins et 7 stations à étréper et replaquer pendant la phase de travaux.

Finalement grâce à des mesures d'évitement de dernière minute après concertation avec le Domaine skiable de la Rosière, 3 stations (stations 8, 15 et 17) sur les 7 à étréper ont pu être évitées. La station 8 a d'ailleurs été rajoutée dans les stations témoins pour augmenter les données du suivi.

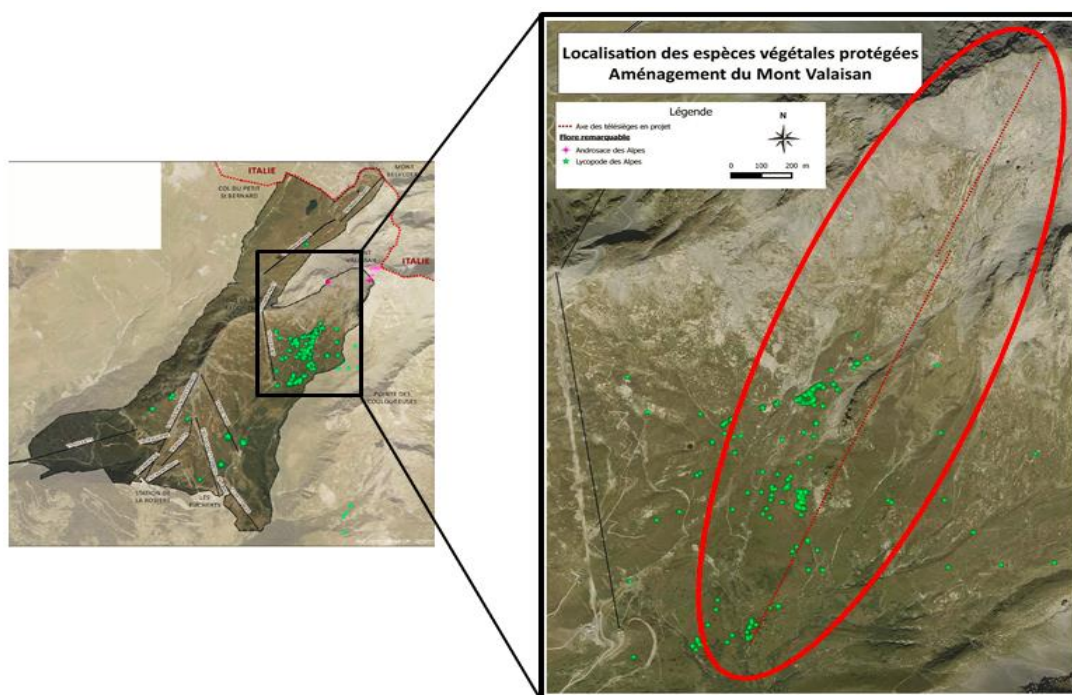


Figure 6 : Localisation du projet
(Source : Epode)

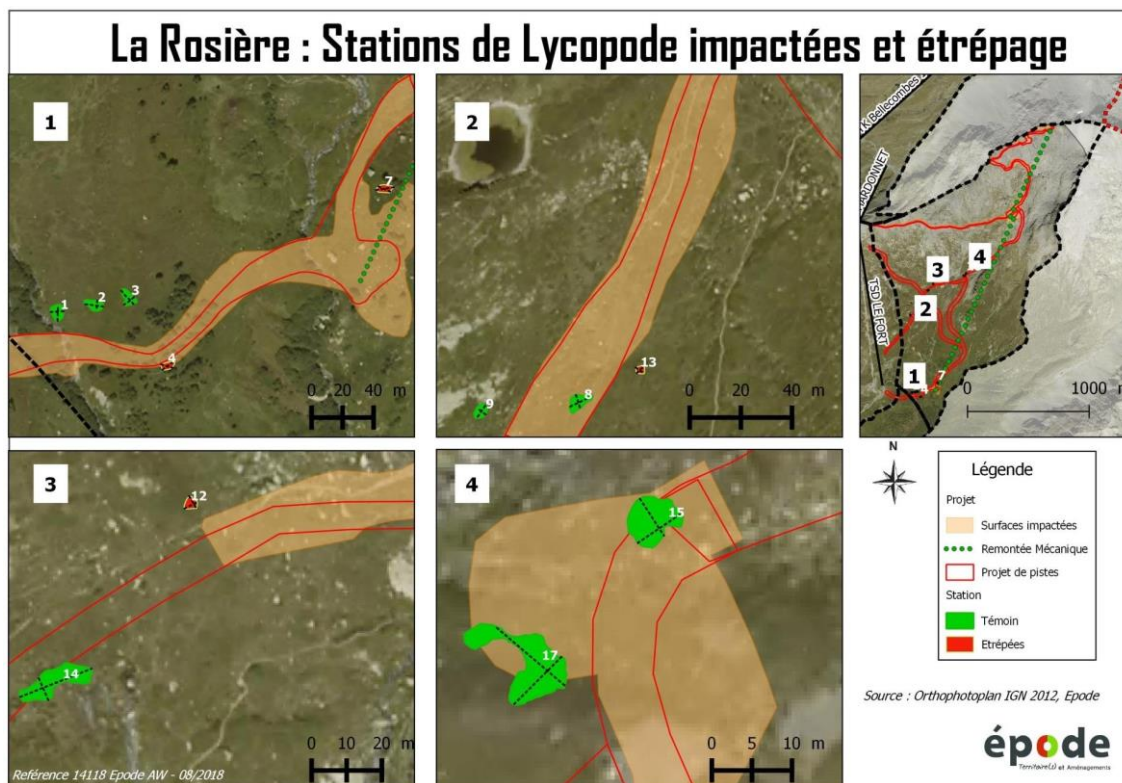


Figure 7 : Localisation des stations de Lycopode impactées et étrépagées
(Source : Epode)

Ce sont donc au final 11 stations qui sont suivies : 6 stations témoins (1, 2, 3, 8, 9 et 14) et 4 étrépiées (4, 7, 12 et 13). Les travaux se sont déroulés de la manière suivante :

- 2016 : État initial des stations de Lycopodes (témoins et transférées)
- 2017 : Suivi de chantier (assistance, mises en défens espèces et zones humides...) et étrépage des stations de Lycopode des Alpes
- 2018 : 1ère année de suivi des stations de Lycopode des Alpes
- 2019 : 2ème année de suivi des stations de Lycopode des Alpes
- 2020 : 3ème année de suivi des stations de Lycopode des Alpes

Ce rapport présentera donc les résultats de la 4ème année de suivi réalisée en juillet 2021.

III. SUIVI SPECIFIQUE DU LYCOPEDE DES ALPES

1. Méthodologie

1.1. Etat initial

Avant toute action de transfert, chaque station ciblée a fait l'objet d'un état initial précis afin de s'assurer de la reproductibilité du protocole tout au long des 10 années de suivi :

Année	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Suivi	X	X	X	X		X		X		X

Tableau 1 : Années de suivi du Lycopode des Alpes (Source : Epode)

Des travaux d'étrépage-replaquage ont été effectués. L'étrépage consiste en un décapage des parties supérieures d'un sol. L'épaisseur préconisée dépend du milieu, mais peut atteindre 10 à 30 cm (Bonnet & al, 2018). Cette technique est aujourd'hui souvent préconisée dans le cadre de mesures de réduction pour déplacer un habitat ou une population impactée par les travaux (Dutoit, 2011).

Les opérations d'étrépages replaquages ont été réalisées par deux entreprises différentes choisies par le maître d'ouvrage. Avant toute opération, les employés ont été en relation directe avec l'écologue présent pour les sensibiliser à cette démarche et leur donner les préconisations nécessaires avant l'étrépage. Le choix de replaquer les « plaques » de terre immédiatement après l'étrépage a été privilégié. En effet, les techniques de stockage ne sont pas assez étudiées pour garantir la survie des individus de plus des pertes importantes peuvent découler d'une mauvaise technique de stockage (Bonnet & al, 2018).

L'écologue a veillé à conserver l'ordre des couches pédologiques du sol et d'avoir une épaisseur suffisante (environ 30 cm) pour garantir le bon maintien des racines ainsi que des parties aériennes de *Lycopodium alpinum*. Les sites receveurs sont préalablement mis à nu afin de faciliter la reprise des plants. Une fois replaquées, les « plaques » sont arrosées pour augmenter les chances de survie. Bien que toutes ces précautions prises avant et pendant les opérations, l'étrépage replaquage a été fait lors de périodes non recommandées (périodes végétatives) mais difficilement réalisable autrement puisque le site d'étude est situé en montagne. L'étrépage des plants de Lycopode des Alpes s'est fait au fur et à mesure de l'avancement du chantier. Les opérations se sont déroulées entre mai 2017 pour les premiers étrépages, jusqu'en fin août 2017. Ce décalage a permis une amélioration des techniques après les premières observations faites sur les stations déplacées en premier.

Pendant la phase de travaux, trois stations (8, 15 et 17) ont pu être évitées après concertation avec le Domaine Skiable de la Rosière. La station 8 devient donc une station témoin et les deux autres ne seront plus suivies dans la mesure où celles-ci n'ont pas été impactées



Figure 9 : Etrépage du Lycopode des Alpes
(Source : Epode, 2017)



Figure 8 : Exemple de station étrépee de Lycopode des Alpes
(Source : Epode, 2021)

1.2. Protocole d'échantillonnage

Le protocole d'échantillonnage élaboré par le bureau EPODE s'appuie sur différentes études et notamment sur le protocole de suivi du réseau des acteurs de la conservation de la Flore Alpe-Ain (Conservatoire Botanique National Alpin). Ce réseau a permis de mettre en commun les différentes connaissances et pratiques des acteurs de la conservation de la flore pour la mise en place de protocole commun de suivi de stations d'espèces protégées (Bonnet & al, 2014). Ce protocole a été validé par le **CBNA et la DREAL**.

La méthode utilisée pour suivre l'évolution à long et moyen terme de la population de *Lycopodium alpinum* après la phase des travaux est la méthode de point contact (Lévy and Madden, 1933). Cette méthode consiste à positionner des points d'échantillonnage à intervalles réguliers le long d'un transect. Normalement les espèces présentes à la verticale de chaque point de contact sont systématiquement relevées (Daget-Poissonet, 1971). Dans ce suivi, nous relèverons seulement l'information qui nous intéresse : la présence ou l'absence du Lycopode des Alpes.

Pour ce faire, plusieurs variables seront collectées sur chaque station et notées sur une fiche de terrain:

- zone prospectée autour de la surface étrépee : **ZP**
- surface des stations ou aire de présence de l'espèce : **AP**
- fréquence de l'espèce : **F**
- taux de recouvrement : **R**
- effectif (si faible fréquence) : **E**

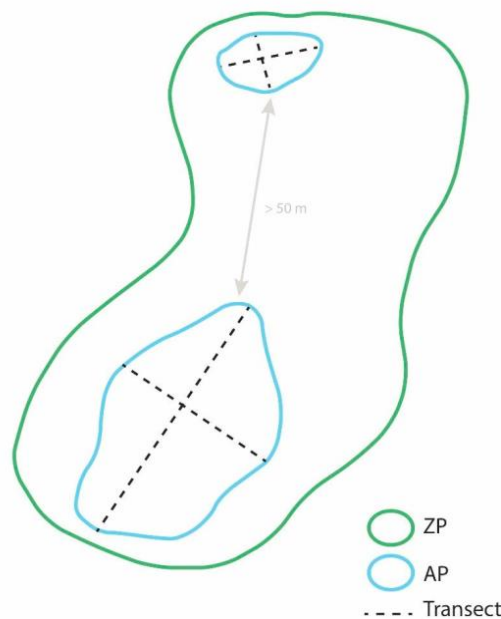


Figure 10 : Schéma de la méthode d'échantillonnage
(Source : Epode)

Pour chaque station l'aire de présence de l'espèce est matérialisée par une corde ou une rubalise ainsi qu'enregistrée au GPS.

Deux transects (T1 et T2) sont positionnés perpendiculairement au niveau de la plus grande longueur et largeur de l'AP. Ces deux transects sont matérialisés par des piquets en bois plantés lors de l'état initial (stations témoins) et la première année de suivi (stations étreppées) afin de suivre le même transect d'une année sur l'autre. À l'aide d'un décimètre, des relevés tous les 10cm (plus ou moins selon la taille de l'AP) des points de contact sont effectués le long des transects. L'espace entre chaque point est calculé pour chaque aire de présence de telle sorte que le nombre total de points cumulés sur les deux transects soit égal à 100 (cf photo 2). Le nombre de points par AP doit rester constant au cours du temps (≈ 100). Le contact est positif lorsque l'espèce étudiée touche le transect.

Le matériel suivant est nécessaire pour l'échantillonnage :

- Tablette renforcée de terrain incluant GPS et outils cartographiques SIG : QGIS 2.8
- Décimètre (Transect)
- Fiche de terrain
- Appareil photo
- Piquet en bois et corde pour délimiter aire d'étude et transect
- Base de données : tableur Excel



Figure 11 : Suivi de *Lycopodium alpinum*
(Source : Epode, 2021)



Figure 13 : Exemple de transect
(Source : Epode, 2021)



Figure 12 : Point contact avec *Lycopodium alpinum*
(Source : Epode, 2021)

SUIVI DE *DISPHASIASTRUM ALPINUM*
FICHE TERRAIN N°

IDENTIFICATION

Date : Heure : Météo :
Lieu : Exposition/Pente/Autres :
Identifiant station : Observateurs :

ZONE DE PROSPECTION (ZP) ET AIRE DE PRÉSENCE (AP)

Surface ZP* :
Surface AP** : Physionomie des plans :
Remarque :
ID Levé GPS :

*(*prendre un recul d'environ 2m autour de l'AP. Si station voisine proche, regrouper les AP
**noter si présence espèce = intégralité AP)*

RELEVÉ ET CALCUL DE FRÉQUENCE

	Transect 1	Transect 2
Longueur (m)		
Distance entre les points (m)		
Nombre de point		
Nombre de contact		
Fréquence (%) = <i>nb contacts T1+T2/nb point T1+T2 x 100</i>		

COMPLÉMENTS – RELEVÉ PHYTOCOCIOLOGIQUE

Espèces	Indice recouvrement

Figure 14 : Fiche de terrain pour le suivi du Lycopode des Alpes
(Source : Ekode)

1.3. Analyse des résultats

Les valeurs reportées sur la fiche de terrain ont ensuite été transférées manuellement dans un tableur Excel afin de pouvoir être analysées.

L'objectif de ce suivi est d'analyser la réussite des opérations d'étrépage-replaquage en analysant et comparant les fréquences obtenues lors des suivis interannuels des stations de Lycopode des Alpes (témoins et étrépees).

Pour cela, la fréquence a été calculée selon la formule :
$$\text{FREQUENCE} = \frac{\text{Nombre de contacts T1} + \text{T2}}{\text{Nombre de points T1} + \text{T2}} \times 100$$

Un graphique présentant l'évolution de la fréquence entre l'état initial et les quatre années de suivi a ensuite été réalisé.

Afin de mieux rendre compte des différences entre la fréquence observée à l'état initial en 2016 et celles observées les années suivantes, un graphique présentant les tendances de ces fréquences a également été réalisé.

2. Résultats

2.1. Stations témoins

N° station	AP (m²)		Transect 1	Transect 2	Fréquence (%)
1	65	Longueur (m)	10	7	45,5
		Distance entre les points (cm)	10	7	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	51	40	
2	60	Longueur (m)	10	6	36,5
		Distance entre les points (cm)	10	6	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	46	27	
3	59	Longueur (m)	10	6	49
		Distance entre les points (cm)	10	6	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	56	42	
9	20	Longueur (m)	5	3	23,5
		Distance entre les points (cm)	5	3	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	31	16	
14	103	Longueur (m)	20	9	43
		Distance entre les points (cm)	20	9	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	45	41	

Tableau 2 : Résultats des stations témoins pour l'année 2016 (état initial)
(Source : Epode)

N° station	Superficie de l'AP (m²)		Transect 1	Transect 2	Fréquence (%)
1	62	Longueur (m)	9	7	24,5
		Distance entre les points (cm)	9	7	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	27	22	
2	60	Longueur (m)	10	6	19
		Distance entre les points (cm)	10	6	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	19	19	
3	59	Longueur (m)	10	6	19,5
		Distance entre les points (cm)	10	6	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	21	18	
9	20	Longueur (m)	5	3	31
		Distance entre les points (cm)	5	3	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	33	29	
14	103	Longueur (m)	20	9	10,5
		Distance entre les points (cm)	20	9	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	10	11	
8	37	Longueur (m)	10	5	18,5
		Distance entre les points (cm)	10	5	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	11	26	

Tableau 3 : Résultats des stations témoins pour l'année 2021
(Source : Camille Gagniere)

2.2. Stations étrepées

N° station	AP (m ²)		Transect 1	Transect 2	Fréquence (%)
4	34	Longueur (m)	10	8	12,5
		Distance entre les points (cm)	10	8	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	14	11	
7	50	Longueur (m)	10	10	26,5
		Distance entre les points (cm)	10	10	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	21	32	
8	37	Longueur (m)	10	5	23
		Distance entre les points (cm)	10	5	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	31	15	
12	18	Longueur (m)	5	5	46,5
		Distance entre les points (cm)	5	5	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	42	51	
13	12	Longueur (m)	4	2,5	34
		Distance entre les points (cm)	4	2,5	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	35	33	
15	29	Longueur (m)	8	5	24
		Distance entre les points (cm)	8	5	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	29	19	
17	51	Longueur (m)	10	7	23,5
		Distance entre les points (cm)	10	7	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	18	29	

Tableau 4 : Résultats des stations étrepées pour l'année 2016 (état initial)

(Source : Epode)

Ces stations ont subi une perturbation induite par les travaux. Il faut donc calculer de nouveau les variables qui ont changé. L'aire de présence est donc de nouveau matérialisée à l'aide d'une rubalise puis enregistrée par le GPS. La superficie de l'AP est ensuite calculée dans la table attributaire de QGIS. On détermine les nouveaux transects à réaliser (largeur et longueur les plus longues de l'aire de présence) et on les matérialise par des piquets en bois pour réaliser un suivi diachronique du Lycopode des Alpes.

N° station	Superficie de l'AP (m²)		Transect 1	Transect 2	Fréquence (%)
4	34	Longueur (m)	7	5	11
		Distance entre les points (cm)	7	5	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	12	10	
7	50	Longueur (m)	10	8	6,5
		Distance entre les points (cm)	10	8	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	8	5	
12	18	Longueur (m)	4	4	31,5
		Distance entre les points (cm)	4	4	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	28	35	
13	12	Longueur (m)	4	4	6,5
		Distance entre les points (cm)	4	4	
		Nombre de point	100	100	
		Nombre de contact	3	10	

Tableau 5 : Résultats des stations étrepées pour l'année 2021
(Source : Camille Gagniere)

2.3. Synthèse des résultats

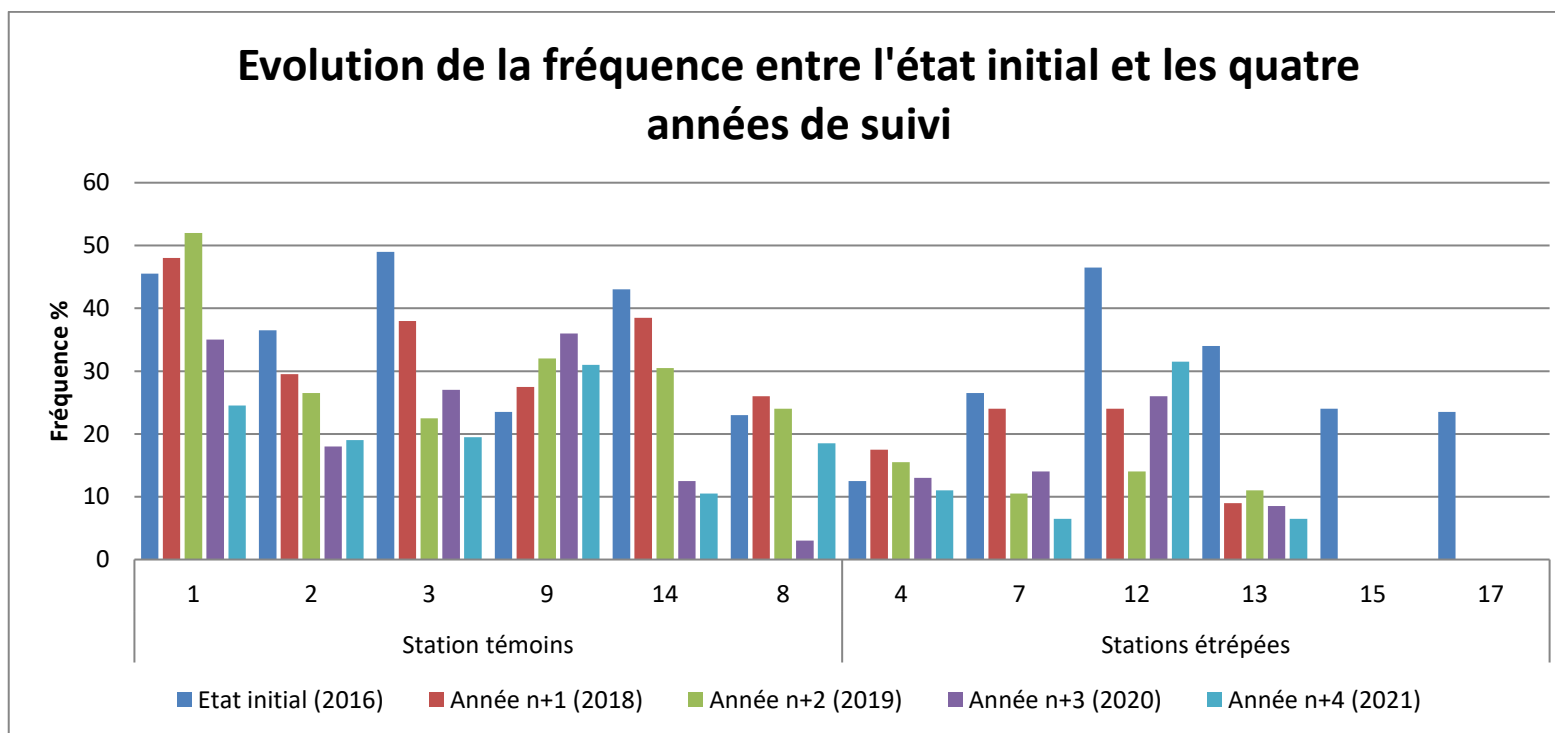


Figure 15 : Synthèse des résultats du suivi du Lycopode des Alpes sur le Domaine Skiable de la Rosière
(Source : Camille Gagniere, 2021)

Pour rappel, les stations 15 et 17 n'ont pas fait l'objet de suivi n+1, n+2 et n+3 car ces stations ont finalement pu être évitées dans le cadre du suivi de chantier. Aucun érépage n'a été effectué et aucun suivi n'est donc mis en place (le nombre de stations témoin étant déjà assez significatif avec l'ajout de la station 8 qui a également pu être évitée).

Comparaison entre les fréquences de l'état initial et des quatre années de suivi

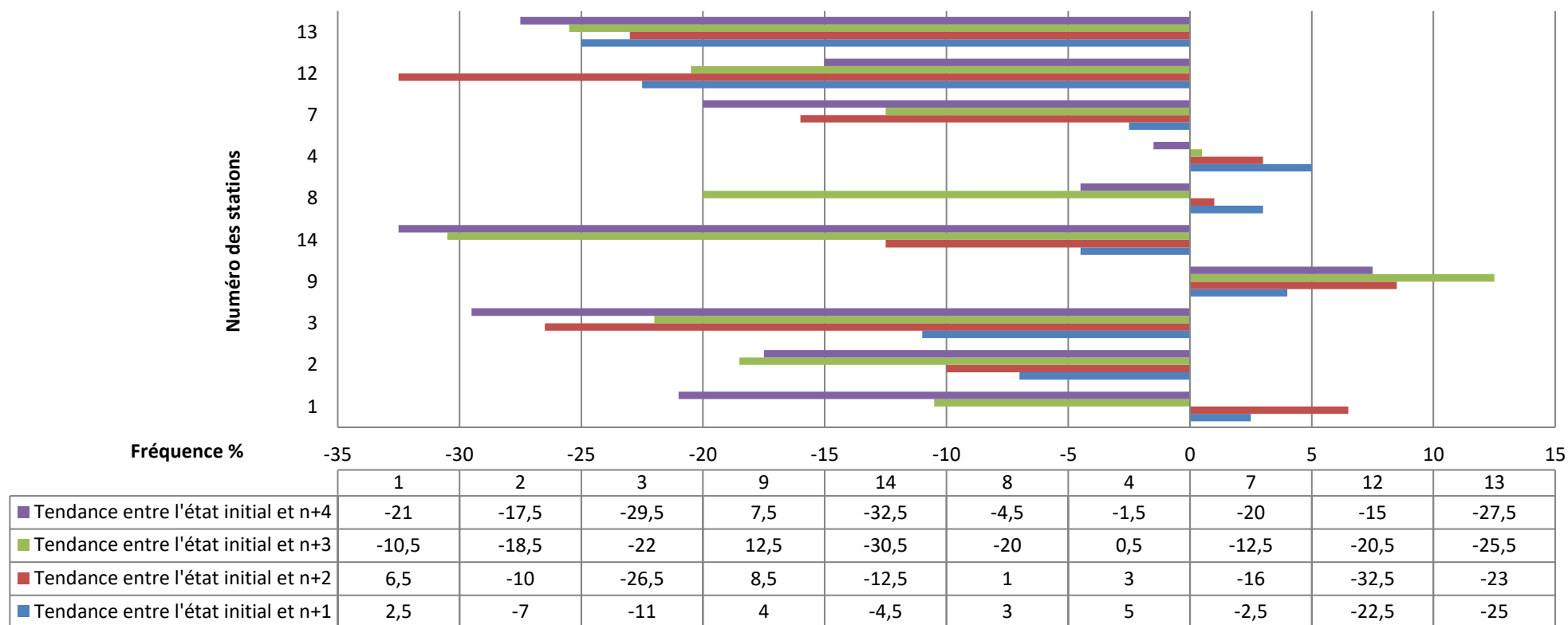


Figure 16 : Fréquences obtenues lors des suivis interannuels des stations de Lycopode des Alpes sur le Domaine Skiable de la Rosière
(Source : Camille Gagniere, 2021)

3. Discussion

3.1. Stations témoins

Globalement, les fréquences sont en baisse avec une diminution allant de -4,5 % (station 8) à -32,5% (station 14). Pour les stations 2, 3 et 14, les fréquences sont plus basses qu'à l'état initial pour l'année n+1 (entre -4.5 et -11%), l'année n+2 (entre -10 et -26.5%), l'année n+3 (entre -18.5 et -30.5%) et celle de l'année n+4 (entre -17.5 et -32.5%). On constate donc une fréquence de contact qui diminue de plus en plus au cours de ces quatre années de suivi. Pour les stations 1 et 8, la fréquence des années n+4 et n+3 est plus basse que celle de l'état initial, alors que pour les années n+1 et n+2 la fréquence était plus haute que celle de l'état initial. Cette dernière observation reflète une tendance plus générale : un écart plus important peut être constaté entre les fréquences de contact des années n+2 et n+3 par rapport aux années n+1/n+2 ou n+3/n+4. Seule la station 9 présente une amélioration. La fréquence à cette station montrait déjà une augmentation depuis l'état initial réalisé en 2016. Différents paramètres peuvent expliquer ces résultats : la variabilité interannuelle naturelle du Lycopode des Alpes, le biais observateur ainsi que les erreurs relatives à la reproductibilité de la méthode de suivi.

En effet, la dynamique naturelle des populations de Lycopode, encore mal connue, dépend de nombreux facteurs biotiques et/ou abiotiques. Ainsi, les conditions climatiques comme la température, l'ensoleillement ou la pluviométrie, qui influencent directement le recouvrement neigeux et la date de fonte des neiges, gouvernent en milieu alpin l'évolution des traits au cours de la saison et la phénologie des espèces (Rome 2009). De fait, la survie des individus, leur développement et leur reproduction (végétative ou sexuée), sont fortement influencés par ces éléments et donc variables d'une année sur l'autre. Par ailleurs, le Lycopode des Alpes est une espèce exigeante : un milieu trop ouvert avec une quantité importante de lumière lui sera défavorable, de même qu'un milieu trop fermé avec une végétation trop dense. Son abondance ne dépend donc pas seulement des facteurs climatiques mais aussi de l'évolution générale du milieu et des espèces associées. La fermeture progressive des milieux peut donc engendrer une légère diminution des populations au fil des années bien qu'il s'agisse d'un processus lent.

A ces facteurs naturels s'ajoutent aussi des facteurs humains puisque ces stations se situent en domaine skiable, donc sur un secteur anthropisé. Le lycopode affectionnant particulièrement les landes à rhododendron, il est peu sujet au piétinement humain car il ne se situe pas sur des chemins de passage. En revanche, il peut se trouver sur des secteurs pâturés par les animaux d'élevage en été. Les impacts liés au pâturage peuvent être négatifs comme positifs : le broutage des animaux peut conduire à la consommation du lycopode et donc à sa disparition ou au contraire, permettre la réouverture des landes créant ainsi des milieux favorables à son développement d'autant plus qu'il s'agit d'une espèce pionnière. C'est ce que l'on observe ici pour la station 9, située sur une zone de pâturage, qui voit sa fréquence augmenter depuis 2016.

Le biais observateur est un autre facteur humain à prendre en considération. Il est causé par le changement d'écologue réalisant le suivi entre les années. En effet, au cours de ces quatre années, différents écologues ont réalisé le suivi. La méthode du point contact consiste à positionner des points d'échantillonnage à intervalles réguliers le long d'un transect. Une tige ou un bâton est utilisé pour réaliser les différents points contacts. Lorsque la tige touche un Lycopode des Alpes, il y a point contact. Toutefois, des Lycopodes peuvent être à proximité immédiate sans toucher la tige. Selon l'observateur, le Lycopode peut alors être intégré au comptage ou non, pouvant de fait induire un

biais supplémentaire. Malheureusement, ce paramètre est difficilement quantifiable et il est impossible ici d'estimer son importance.

Enfin, les erreurs associées à la reproductibilité de la méthode et plus particulièrement à la matérialisation des transects sont à prendre en considération. En effet, lors de l'état initial les transects réalisés ont été matérialisés avec quatre piquets en bois sur chaque station (deux piquets par transect avec deux transects par station) afin de pouvoir être reproduits à l'identique par la suite. Cependant, deux piquets ont été perdus sur les stations 1 et 8 entre 2020 et 2021 (n+3 et n+4). Etant donné que les transects sont perpendiculaires entre eux et connaissant leur longueur, ces derniers ont pu être retracés et les piquets remplacés de manière la plus juste possible. Il est cependant impossible que les transects réalisés aient été exactement identiques entre ces deux années. Or on remarque que parmi les stations témoins, celles présentant les plus grandes variations des fréquences de contact entre 2020 et 2021 sont les stations 1 et 8 soit les deux seules stations où les piquets ont été perdus. De la même manière, en 2020, des piquets en bois ont été perdus sur chacune des stations témoins, où la variation des fréquences de contact est la plus importante. La perte des piquets induirait donc une erreur supplémentaire s'ajoutant aux différents facteurs précédemment évoqués.

3.2. Stations érépées

Globalement, les fréquences entre l'état initial, l'année n+1, l'année n+2, l'année n+3 et l'année n+4 des stations érépées 4, 7, 12 et 13 ont diminué. Cette tendance s'explique par les perturbations induites par l'opération d'étrépage-replaquage. En effet, ces travaux ont pu engendrer un stress important et la mort de certains individus. Il est intéressant de noter que la station 4, a montré une augmentation des effectifs pour les années n+1, n+2 et n+3 mais une diminution brutale de la fréquence à n+4. Malgré une baisse importante, particulièrement marquée à n+2, la fréquence de contact à la station 12 tend à augmenter. En revanche, la fréquence des stations 7 et 13 continue de diminuer au cours des années, surtout pour la station 13 qui présente sur les quatre années la diminution la plus importante de toutes les stations suivies.

La diminution de la fréquence pour la station 13 peut s'expliquer par les observations faites lors du suivi de chantier. En effet, l'écologue a pu constater lors des opérations d'étrépage que l'entreprise en charge de celles-ci n'a pas su mettre en œuvre les préconisations : étrépage peu soigné, détérioration et tassement des « plaques » avec le godet... Cela démontre que le choix de la personne en charge de l'étrépage (pelliste) est prépondérant dans la qualité des opérations et donc dans le succès de l'étrépage.

La baisse des fréquences pour les stations 4, 7 et 12 ne sont quant à elles pas dues à un mauvais étrépage, car toutes les préconisations ont été respectées. D'autres hypothèses peuvent expliquer cette diminution : mauvais choix des sites receveurs (conditions peu favorables à la reprise de la végétation), arrosage des « plaques » insuffisant ou encore périodes de déplacement précoce ou tardif diminuant ainsi les chances de reprises des individus déplacés.

Une érosion importante du sol a été observée sur la station 4, située dans un talus avec une pente conséquente. Ce début d'année 2021 a en effet été rythmé par de fortes précipitations sur de longues périodes, un phénomène particulièrement intense dans les milieux montagnards.

Les effets causés par ces aléas climatiques expliqueraient donc cette diminution soudaine de la fréquence de contact à la station 4 qui présentait jusqu'à cette année une augmentation du nombre d'individus. Cette augmentation a cependant permis de confirmer l'aptitude pionnière du Lycopode des Alpes et sa capacité de reprise après des opérations d'étrépage. La prochaine année de suivi, en

2023, sera déterminante pour attester du rétablissement ou non des individus et donc de la réussite ou non des opérations d'étrépage sur le long terme.

Le même problème que pour les stations témoins 1 et 8 a été rencontré pour la station 7. La perte d'un piquet en bois a nécessité la réalisation d'un nouveau transect induisant obligatoirement des erreurs dans la fréquence de contact pour cette station. Il n'est cependant pas possible de connaître la marge d'erreur induite par ce facteur.

Concernant la station 12, la forte diminution de la fréquence de contact lors de la deuxième année de suivi est très certainement due aux travaux et la mort de nombreux individus. Ces deux dernières années, cette fréquence est en augmentation ce qui est encourageant car montre ici aussi l'aptitude pionnière du Lycopode des Alpes et sa capacité de reprise après des opérations d'étrépage. Là encore, la prochaine année de suivi, en 2023, sera déterminante pour attester du rétablissement ou non des individus et donc de la réussite ou non des opérations d'étrépage sur le long terme.

4. Bilan – Retour critique

A l'issu de cette quatrième année de suivi, il est impossible de conclure quant à la réussite ou non des opérations d'étrépage car les résultats sont à la fois positifs et négatifs. Une baisse de fréquence est globalement à constater que ce soit pour les stations témoins ou pour les stations étrepées. Sur les 10 stations suivies, seulement une station (témoin) présente une augmentation de sa fréquence par rapport à l'état initial alors qu'il y en avait deux l'année dernière et quatre les deux années précédentes. Toutefois, le Lycopode des Alpes est toujours présent sur chacune des stations étrepées après quatre années ce qui est positif. De plus, deux des quatre stations étrepées (4 et 12) ont montré une amélioration ces dernières années, ce qui est encourageant et laisse penser qu'un rétablissement des individus après une opération d'étrépage est possible. La station témoin 9 a également permis de démontrer l'aptitude pionnière de *Lycopodium alpinum*.

L'évolution naturelle du Lycopode des Alpes sur les stations témoins a tendance à diminuer. Le manque de connaissances sur la phénologie de l'espèce et son évolution naturelle plutôt « chaotique » selon les années est un facteur limitant dans l'interprétation des résultats obtenus. Malgré la tendance globale de diminution, nous pouvons considérer que l'étrépage est plutôt positif pour le moment, si l'on se base sur un critère de présence ou d'absence d'individus, étant donné que le Lycopode des Alpes est toujours présent et même en augmentation sur certaines stations. Cela reste des hypothèses difficilement vérifiables aux vues des résultats obtenus, car de nombreux facteurs et sources d'erreurs entrent en compte.

La perte des piquets en bois matérialisant les transects est la principale problématique et source d'erreur rencontrée lors de ce suivi. En effet, le recouvrement neigeux, les intempéries, les mouvements de terrains ou encore érosion sont susceptibles de modifier l'emplacement des piquets ou engendrer leur perte au fil des années. A cela s'ajoute le pâturage où animaux comme agriculteurs peuvent être source de perte de piquets. Ces derniers étant remplacés d'une année sur l'autre en fonction des pertes, il est de fait indéniable que les transects réalisés dans cette situation diffèrent légèrement au fil des années et que par accumulation, les transects réalisés lors de l'état initial et après cinq années de suivi soient significativement différents.

Afin de limiter cette erreur, il serait pertinent pour les suivis futurs de réfléchir à une autre méthode qui permettrait de matérialiser ces transects de manière plus précise et durable dans le temps. Dans le cadre de ce suivi, différentes alternatives ont été étudiées : l'utilisation de piquets géoréférencés au centimètre près, régulièrement utilisés par les géomètres, ou encore l'installation de piquet en métal. Chaque station nécessitant quatre repères, l'alternative des piquets de géomètre a

rapidement été écartée car elle ne rentrait pas dans le budget du suivi. Les stations se situant sur des zones très fréquentées par les randonneurs en été et sur les bords de piste en hiver, cette alternative a aussi été écartée pour des questions de sécurité. Aux vues de ces contraintes, l'utilisation de piquets en bois semblait être la méthode la plus adaptée.

Afin de supprimer le biais observateur, qui reste difficilement quantifiable, il serait pertinent que le même écologue réalise chaque année le suivi, de préférence sur la même semaine. Malheureusement, pour des questions évidentes, cette solution est difficilement réalisable, surtout que les suivis sont réalisés sur de très longues périodes, par exemple 10 ans pour ce suivi.

Pour ce qui concerne les stations étrepées spécifiquement, les observations ont démontré que l'expérience du pelliste réalisant les travaux et donc la technique de l'étrépage est un facteur de réussite très important pour les opérations. De fait, la phase de chantier devrait être davantage encadrée par les écologues. Une expérience des pellistes dans ce type d'opération pourrait également être exigée en étant mentionnée dans le cahier des charges techniques du projet. Les chances de réussite de l'étrépage seraient ainsi augmentées.

IV. CONCLUSION GENERALE

Le suivi spécifique du Lycopode des Alpes, réalisé dans le cadre d'un projet d'extension du domaine skiable de La Rosière, illustre bien l'utilité de l'outil « Observatoire de l'environnement et du paysage ». Cet outil, mis en place sur une base de volontariat par le domaine skiable et le bureau d'étude, est conçu dans un premier temps pour effectuer l'état des lieux de l'ensemble ou d'une partie des espèces floristiques et faunistiques sur un territoire défini afin d'en dégager une synthèse des secteurs à enjeux. Connaissant ces populations, l'observatoire peut ensuite servir d'outils de référence de pour le suivi de ces espèces sur le long terme : à l'état naturel, en suivant la dynamique de ces populations et de leurs milieux favorables, précédemment identifiées et cartographiées ou suite à des perturbations, afin de suivre l'efficacité d'une mesure qui pourra ensuite être ajustée en fonction des résultats positifs ou négatifs observés.

Le suivi de *Lycopodium alpinum* s'intègre pleinement dans les objectifs fixés par l'observatoire du domaine skiable de La Rosière. Malgré le fait que ce suivi découle des mesures environnementales imposées par le CNPN, les données acquises lors de celui-ci seront très importante pour l'observatoire : la connaissance des stations de Lycopodes des Alpes permettra de compléter la cartographie de la répartition du Lycopode des Alpes sur le domaine skiable mais aussi acquérir des connaissances et identifier les enjeux sur ce nouveau secteur, qui était jusqu'alors inexploité par le domaine skiable. S'agissant de la première opération d'étrépage replaquage réalisée sur le Lycopode des Alpes sur le domaine et pour le bureau Epode, ce premier retour d'expérience est essentiel car il permet de voir les modifications à apporter afin d'améliorer la réussite des opérations pour des projets futurs, d'autant plus que le Lycopode est très présent sur ce domaine skiable.

A l'heure actuelle, il est difficile d'établir des conclusions définitives sur la réussite de l'opération d'étrépage replaquage sur des sites receveurs. En effet, les résultats sont à la fois positifs et négatifs même si l'on constate globalement une diminution de la fréquence de contact du Lycopode sur ces stations. De plus de nombreux biais et facteurs sont à prendre en considération, ce qui rend difficile l'interprétation des résultats. Ainsi, on retiendra principalement la perte des piquets matérialisant les transects, les biais liés à l'observateur, le pâturage, la technicité liée aux opérations d'étrépage ainsi que la variation naturelle interannuelle du Lycopode des Alpes, encore méconnue.

Des pistes d'amélioration concernant la matérialisation des transects sont indispensables pour des suivis futurs, car il s'agit de la principale problématique rencontrée lors de ce suivi. En amont, le choix du pelliste réalisant les travaux ainsi que l'encadrement du chantier par un écologue devra être plus exigeant.

La prise en compte d'autres variables semble également importante afin de pouvoir en dégager de meilleures conclusions sur l'évolution stationnelle des sites étrepés. La prise en compte de la pluviométrie et encore de l'enneigement annuelle du site peut intervenir dans l'évolution de la fréquence (retard de la germination, diminution de la densité des individus). D'autre part, le type de gestion de la lande pourra être renseignées d'une année sur l'autre afin de savoir si les sites receveurs et témoin sont pâturés ou laissés tel quel. En effet, le surpâturage peut induire l'enrichissement trophique de la lande et une modification de l'état de surface du sol pouvant avoir des effets négatifs sur le Lycopodes Alpes. L'absence de gestion ou le sous pâturage de la lande quant à lui, peut induire une densification du couvert végétal non favorable au développement du Lycopodes des Alpes (Bœuf, 2001).

Il reste important de garder à l'esprit qu'il ne s'agit pas ici d'un réel suivi scientifique mais plutôt d'un suivi permettant d'enrichir la base de données de la DREAL afin de savoir si cette technique est efficace pour la conservation de l'espèce, et si elle peut être préconisée ou non pour des projets futurs. Un suivi scientifique aurait été pertinent ici afin de pouvoir tirer des conclusions plus précises et acquérir de nouvelles connaissances sur la phénologie de l'espèce, encore mal connue. Cependant, les suivis comme celui-ci qui sont réalisés par des structures privées comme les bureaux d'étude, sont financé par le commanditaire. De fait, le protocole et la méthode mise en œuvre sont adaptés en fonction du budget alloué par ce dernier.

V. RETOUR D'EXPERIENCE

Ce stage s'est globalement divisé en trois périodes : de fin mars à mai j'ai passé la totalité de mon temps de travail au bureau, à prendre connaissance des différents projets, effectuer des recherches bibliographiques et mes premières cartographies. De juin à fin août, la plupart de mon temps de travail a été passé sur le terrain pour la réalisation d'inventaires naturalistes (majoritairement floristiques et ponctuellement faunistiques) pour des études réglementaires, mais également dans le cadre de plusieurs observatoires de l'environnement qu'Epode a en charge. J'ai effectué de nombreux terrains avec Charles Mure, mon maitre de stage et écologue au sein du bureau d'études, ainsi qu'avec Anna Ivanetz et Alexandra Autran, écologues et anciennes stagiaires. J'ai également pu participer à quelques inventaires faunistiques avec mon maitre de stage ainsi qu'avec Mathys Sallaud, stagiaire en faune. Enfin, le mois septembre sera consacré à la phase de rédaction des différentes études en cours, notamment celles pour lesquelles nous avons effectué les inventaires naturalistes. Lors du rendu de ce rapport, je n'aurais pas terminé mon stage et donc pas encore effectué toute la phase de rédaction. Cependant, pendant les temps morts, j'ai déjà pu commencer à rédiger quelques comptes rendus ou débuts d'études.

A l'heure du bilan, je dirai en tout premier lieu que ce stage effectué au sein du pôle environnement du bureau d'étude Epode été une expérience très formatrice, qui m'a permis de mettre en pratique et exploiter les savoirs que j'ai pu acquérir au cours de mon parcours universitaire. Au cours de ces 6 mois, j'ai eu l'opportunité de travailler sur de nombreux projets, de nature et d'envergure très

différentes, ainsi qu'alterner entre le travail de bureau et de terrain. Ce changement de dynamique au cours de ce stage a ainsi rendu mon travail moins redondant et plus stimulant.

Lors de la saison d'été, nous avons passé beaucoup plus de temps sur le terrain qu'au bureau, jusqu'à 4 fois par semaine selon les conditions météorologiques. Le cumul des jours de terrain ainsi que leur intensité peuvent parfois être assez éprouvants physiquement. Par ailleurs, le travail de terrain peut s'avérer contraignant pour plusieurs raisons. Premièrement, sa planification est difficile puisqu'il dépend des conditions météorologiques qui sont peu prévisibles à l'avance. Il faut donc être en mesure de rebondir rapidement et d'organiser son travail autrement en cas d'imprévu.

Le fait d'avoir pu participer à des inventaires à la fois floristiques et faunistiques a également contribué à cette dynamique de stage. Aussi, réaliser des terrains avec différentes personnes m'a permis d'observer et d'apprendre des méthodes de travail différentes, propres à chacun. Je pense que c'est un réel avantage, qui m'a apporté une vision plus large avec différents points de vue et retours d'expérience.

Par ailleurs, réaliser ces inventaires dans le cadre de projet divers implique également de travailler dans des milieux et habitats différents possédant chacun leurs spécificités. Ainsi, même si la méthodologie générale est identique, ce n'est pas le cas du travail effectué puisque les espèces rencontrées diffèrent entre les projets et des adaptations dues aux contraintes du milieu sont souvent nécessaires. Finalement, le métier d'écologue et/ou botaniste

Intégrer un bureau d'études pluridisciplinaires est une réelle opportunité. Cela permet non seulement de participer à de nombreuses études, et ainsi d'élargir son champ de connaissances ; mais aussi d'enrichir son travail avec une collaboration pluridisciplinaire (urbanistes, paysagistes, etc.). Travailler dans un bureau d'études m'a permis de devenir plus autonome, d'apprendre à travailler en équipe, de rédiger des études réglementaires et d'acquérir une méthode de travail.

Ce stage m'a permis de consolider et de développer de nombreuses connaissances. J'ai notamment découvert le métier d'écologue, qui m'a fortement attiré par son aspect naturaliste, mais également pour son rôle d'expert et de conseiller auprès de diverses personnes dans la prise en compte de l'environnement, notamment lors de projets d'aménagement.

BIBLIOGRAPHIE

Bœuf, R (2001) La lande à Lycopodes du Hochfeld (Bas-Rhin) : quelques éléments essentiels pour la gestion d'un milieu remarquable, Revue forestière française, Numéro spécial

Bonnet, V. ; Fort N. ; Dentant C. ; Bonet R. ; Salomez P., & Till-Bottraud I. (2014) Méthodologie de suivi des espèces végétales rares mise en place par réseau d'acteurs de la conservation, Acta Botanica, Gallica : Botany Letters

Bonnet, V. ; Bianchin, N. ; Kristo, O. (2018) Notice de recommandations pour le suivi des mesures éviter, réduire, compenser « Flore protégée », DREAL Auvergne-Rhône-Alpes

Bürki, R.; Abbeg, B ; Elsassser, H (2007). Climate change and tourisme in the alpine regions of Switzerland. In : Amelung, B [et al]. Climate change and tourism : assessment and coping strategies. Maastricht, 165-172.

Daget, P. & Poissonet, J. 1971. Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies. Ann Agron., 22(1), 5-41

Evette, L. Peyras, H. François, S. Gaucherand. Risques et impacts environnementaux des retenues d'altitude pour la production de neige de culture dans un contexte de changement climatique. Revue de Géographie Alpine / Journal of Alpine Research, Association pour la diffusion de la recherche alpine, 2011, 99 (3), 13 p.

Gardent, M. Inventaire et retrait des glaciers dans les alpes françaises depuis la fin du Petit Age Glaciaire. Thèse de doctorat Géographie. Université de Grenoble, 2014. 455p

Geneletti, D., 2007. Impact assessment of proposed ski areas: A GIS approach integrating biological, physical and landscape indicators Department of Civil and Environmental Engineering, University of Trento, Via Mesiano, 77, 38050 Trento, Italy

Gosselin F. (2013) - Les suivis écologiques à l'interface entre gestion, information et recherche sur la biodiversité, forum des gestionnaires.

Lenoir, J. et al (2008). A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century Science 27 Jun 2008:Vol. 320, Issue 5884, pp. 1768-1771

Levy E. B. & Madden E. A. 1933. The point method of pasture analysis. New Zeal. J. Agr., 46: 267 279.

Rixen C, Stoeckli V, Huovinen C, Huovinen K. The phenology of four subalpine herbs in relation to snow covers characteristics. In:Dolman AJ, Hall AJ, Kavvas ML, Oki T, Pomeroy JW, editors.

Proceedings of the sixth IAHS Symposium 2001: soil–vegetation–atmosphere transfer schemes and large scale hydrological models, vol. 270. Maastricht: IAHS Publications; 2001. p. 359–62.

Rome M. (2009) Traits fonctionnels végétaux et fonctionnement d'un paysage agropastoral à l'étage sub-alpin. In. Université Joseph Fourier, Grenoble

Wipf S, Rixen C, Fischer M, Schmid B, Stoeckli V. Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. J Appl Ecol 2005; 42:306–16

DOCUMENTS EPODE CONSULTE

Étude d'impacts du Programme d'aménagement du Mont Valaisan – EPODE, (2016)

Dossier CNPN – Agrestis, (2013)

Compte rendu du suivi d'espèces du Mont Valaisan (2017-2020)

ANNEXES

Extrait du Compte Rendu du suivi d'espèces du Montvalaisan (2021) destiné à la DREAL, que j'ai rédigé suite aux prospections de terrains effectuées fin juillet.

I. PREAMBULE

L'aménagement du versant Sud du Mont Valaisan est porté par le domaine skiable de la Rosière Espace San Bernardo. Ce projet consiste en l'extension du domaine en site vierge avec la création de cinq pistes de ski, desservies par deux nouvelles remontées mécaniques.

Ces pistes de ski et ces remontées mécaniques ont été mises en service en hiver 2018.

Une étude d'impact a été réalisée dans le cadre de ce projet et l'arrêté préfectoral DDT/SEEF n°2015-620 qui a été pris, autorise DSR à capturer, relâcher, perturber ou détruire des spécimens des espèces protégées, ainsi que leurs habitats tels que présentés dans le dossier CNPN et dont les groupes seront ci-après :

- Amphibiens et reptiles : Lézard des murailles
- Mammifères : Crossope
- Oiseaux : 24 espèces listées
- Flore : Lycopode des Alpes

Deux suivis de chantier et d'espèces ont été effectués et envoyés à la DREAL en 2017 et 2018. L'année 2019 est quant à elle ciblée sur la troisième année de suivi d'espèces.

II. LOCALISATION DU PROJET ET DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude du suivi d'espèces qui intègre les aménagements qui ont été réalisés par le domaine skiable de la Rosière Espace San Bernardo (5 pistes de ski et 2 remontées mécaniques) est située sur la commune du Montvalezan (73) qui est localisée dans le département de la Savoie, en région Auvergne-Rhône-Alpes.

La zone d'étude ainsi que les aménagements réalisés par le domaine skiable de la Rosière sont localisés sur les cartes ci-dessous :

RSZé

La Rosière : Localisation de la zone d'étude



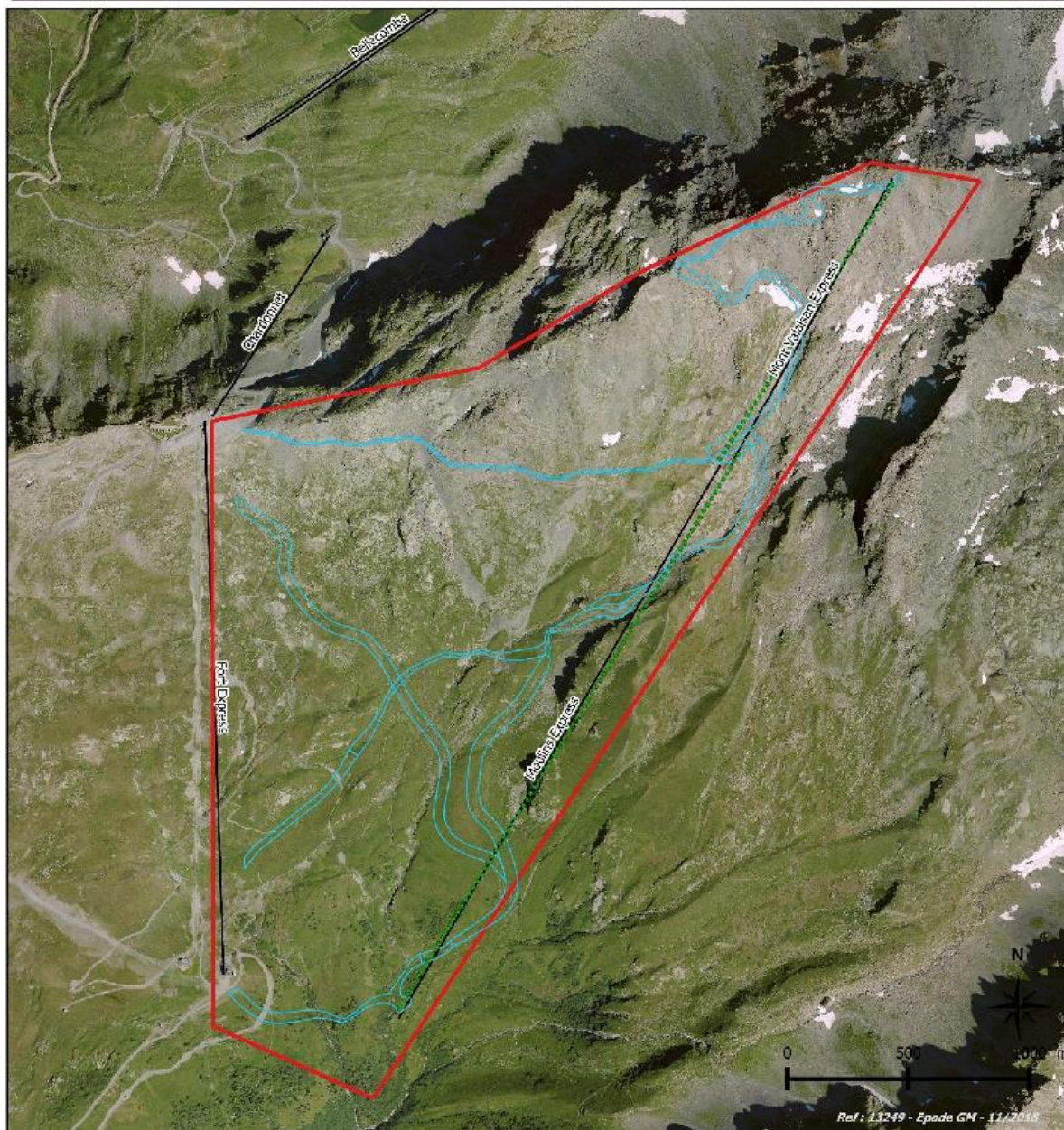
Légende

Zone d'étude

Source : Orthophotoplan IGN 2015 et
SCIN 1:200 000, 2016, FRANCE

épode
Énergie, Planification, Développement

 **la Rosière**
ESPACE SAN BERNARD



ITALIE

Légende

- Zone d'étude
- Remontées mécaniques
- Pistes de ski
- Télésièges

Source : Orthophotoplan IGN 2015,
EPODE

épode

la Rosière
ESPACE SAN BERNARDO

III. CONTEXTE DU SUIVI

3.1. Préconisations du CNPN

« Suivi de la faune protégée dans le cadre du dossier CNPN »

Avifaune nicheuse

Un suivi sur 10 ans de l'abondance des populations d'oiseaux nicheurs est réalisé à partir cette année suite aux travaux d'aménagement.

Lycopode des Alpes

Suivi des opérations d'étrépage du lycopode des Alpes sur 10 ans avec un passage annuel les quatre premières années puis bisannuel.

- Un état initial des sites donneurs et receveurs des pieds transplantés a été réalisé en période favorable avant les opérations de transfert.
- Des zones témoins ont été installées à proximité immédiate des sites receveurs
- Des relevés sont réalisés sur les placettes témoins et sur les sites receveurs afin d'être comparés.

Crossope

Lors des inventaires écologiques liés au projet d'aménagement du Mont Valaisan en 2012, un individu de Crossope indéterminé a été observé le long d'un cours d'eau. Afin de vérifier la présence de cette petite musaraigne autour du secteur de projet, un suivi d'effectif par piégeage indirect a été réalisé en 2017 et 2019.

En concertation avec la DREAL, le suivi du Crossope aquatique n'a pas été reconduit en 2020, du fait de l'absence d'observation lors des précédentes années de suivis.

À noter que les protocoles de suivis ont été validés par le PNV, la DREAL et le CBNA fin 2016.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Lycopodes											
Zone humide											
Avifaune											
Crossope											

Tableau synthétique des suivis à réaliser par groupe d'espèces conformément aux protocoles validés par la DREAL

3.2. Suivis antérieurs

En 2016 a été effectué :

- État initial des stations de Lycopodes (témoins et transférées)

En 2017 a été effectué :

- Suivi de chantier (assistance, mises en défens espèces et zones humides...)
- Etrépage des stations de Lycopode des Alpes
- État initial Crossope

En 2018 a été effectué :

- Suivi de chantier (assistance, mises en défens espèces et zones humides...)
- Contrôle des zones humides
- 1^{ère} année de suivi des stations de Lycopode des Alpes
- Mise à jour de l'état initial (étude d'impact) pour le suivi de l'avifaune

En 2019 a été effectué :

- Contrôle des zones humides
- 2^{ème} année de suivi des stations de Lycopode des Alpes
- 1^{ère} année de suivi de l'avifaune
- 1^{ère} année de suivi du Crossope (**validation de la fin de ce suivi vis-à-vis des résultats**)

En 2021 a été effectué :

- Contrôle des zones humides
- 3^{ème} année de suivi des stations de Lycopode des Alpes
- 2^{ème} année de suivi de l'avifaune

Cette année (2021) a été effectué :

- Contrôle des zones humides
- 4^{ème} année de suivi des stations de Lycopode des Alpes
- 3^{ème} année de suivi de l'avifaune

IV. SUIVI D'ESPECE 2021

4.1. Dates de prospections

Journées de suivi	Intervenants	Action
22 et 23 juillet 2021	Charles Mure, Camille Gagniere (Epode)	Suivi Lycopode des Alpes Contrôle zones humides
16 juillet 2020	Guillaume Morand (Epode)	Suivi avifaune
23 juillet 2020	Guillaume Morand (Epode)	Suivi avifaune
13 août 2020	Guillaume Morand (Epode)	Suivi avifaune
14 août 2020	Guillaume Morand (Epode)	Suivi avifaune

Dates et intervenants pour les prospections

Les dates de prospections ont été adaptées en fonction des conditions météorologiques de l'année.

4.2. Espèces concernées par les suivis

1. Le Lycopode des Alpes (*Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub, 1975)

Le Lycopode des Alpes est protégé au niveau national par l'article 1 (arrêté du 31 août 1995) :

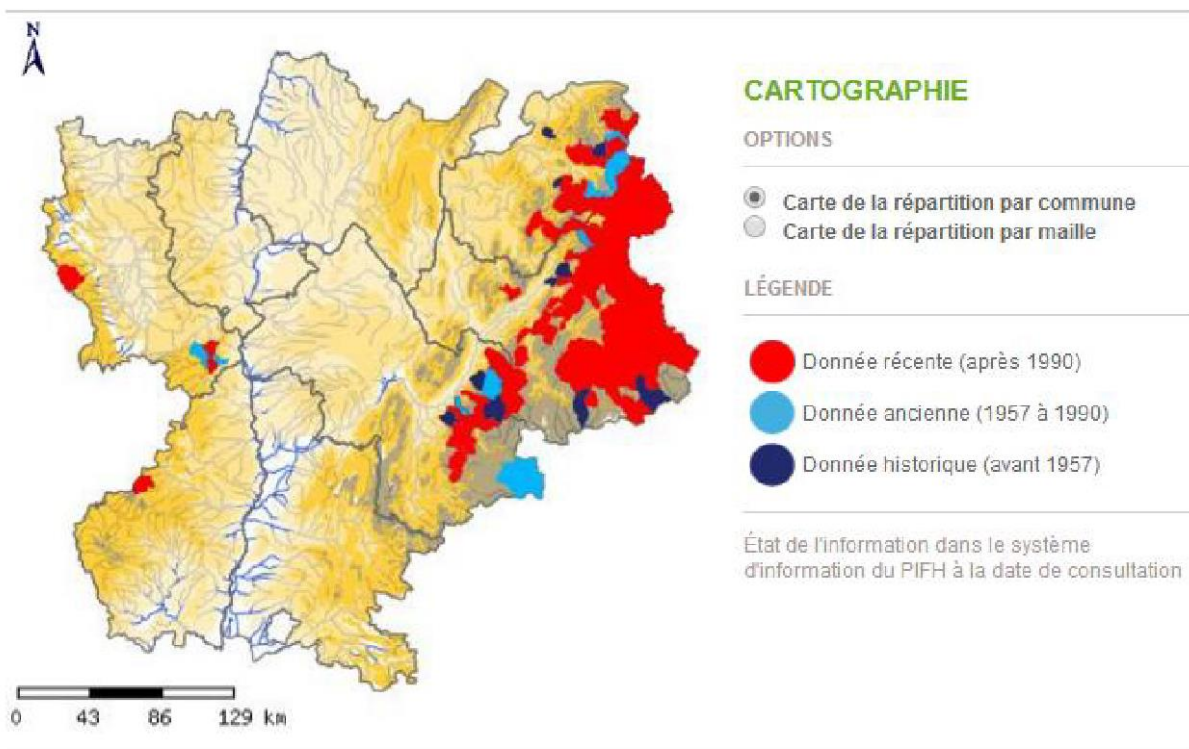
« Afin de prévenir la disparition d'espèces végétales menacées et de permettre la conservation des biotopes correspondants, sont interdits, en tout temps et sur tout le territoire métropolitain, la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces citées à l'annexe I du présent arrêté.

Toutefois, les interdictions de destruction, de coupe, de mutilation et d'arrachage, ne sont pas applicables aux opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées. »

De plus, cette espèce végétale est listée vulnérable en région Rhône-Alpes et fait partie des espèces communautaires, inscrite à l'annexe V de la Directive Habitat.

Plante pionnière de 3 à 12cm à nombreux rameaux dressés, elle affectionne les landes et pelouses sur sol acide de montagne. Les spores peuvent être conservés dans la banque du sol et germer suite à une réouverture du milieu (ex : nouvelles pistes de ski).

On la retrouve de 650 à 2500m d'altitude et est très présente en Savoie et Haute-Savoie.



Plus de 480 stations sont recensées sur le domaine de la Rosière (Epode, Agrestis, CBNA, PNV) réparties partout au sein des landes alpines et boréales.



Lycopode des Alpes sur la zone de projet
(EPODE le 20 juin 2017)

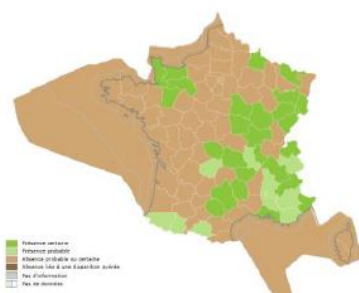
2. Les Crossopes : aquatique et de Miller (*Neomys fodiens* et *N. anomalus*)

Les Crossopes sont protégés au niveau international (Annexe III) et national par l'article 3. Ces espèces sont également inscrites dans l'Annexe IV de la Directive Habitats. La Crossope de Miller est en plus notée vulnérable sur la liste rouge régionale. Les Crossopes sont des musaraignes vivant près de l'eau notamment les berges des cours d'eau riches en végétation. La Crossope aquatique chasse ses proies dans le milieu aquatique, la Crossope de Miller s'éloigne dans les prairies humides et bois pour sa nourriture. On peut les retrouver jusqu'à 2500m d'altitude. Ce sont des espèces très discrètes dont l'état des populations est de ce fait incertain.



Crossope aquatique (*Neomys fodiens*)

Source : INPN



Crossope de Miller (*Neomys anomalus*)

Source : INPN

Sur la Domaine de la Rosière, un individu a été contacté, mais sans que l'espèce précise soit déterminée lors du diagnostic de l'étude d'impact.

Potentiellement d'autres individus peuvent être présents le long des berges des cours d'eau du domaine, au total ce sont 4,5km de linéaire de cours d'eau qui ont été qualifiés de favorables.

3. Contrôle des zones humides

Les zones humides proches des zones aménagées ont fait l'objet d'un contrôle permanent durant les travaux afin de s'assurer de l'absence d'impact et de comparer leur périmètre par rapport aux années précédentes.

Ces contrôles se sont faits de plusieurs façons :

- suivi photographique ;
- suivi de la limite de végétation hygrophile ;
- suivi pédologique simple et contrôle des zones d'alimentation (cours d'eau).

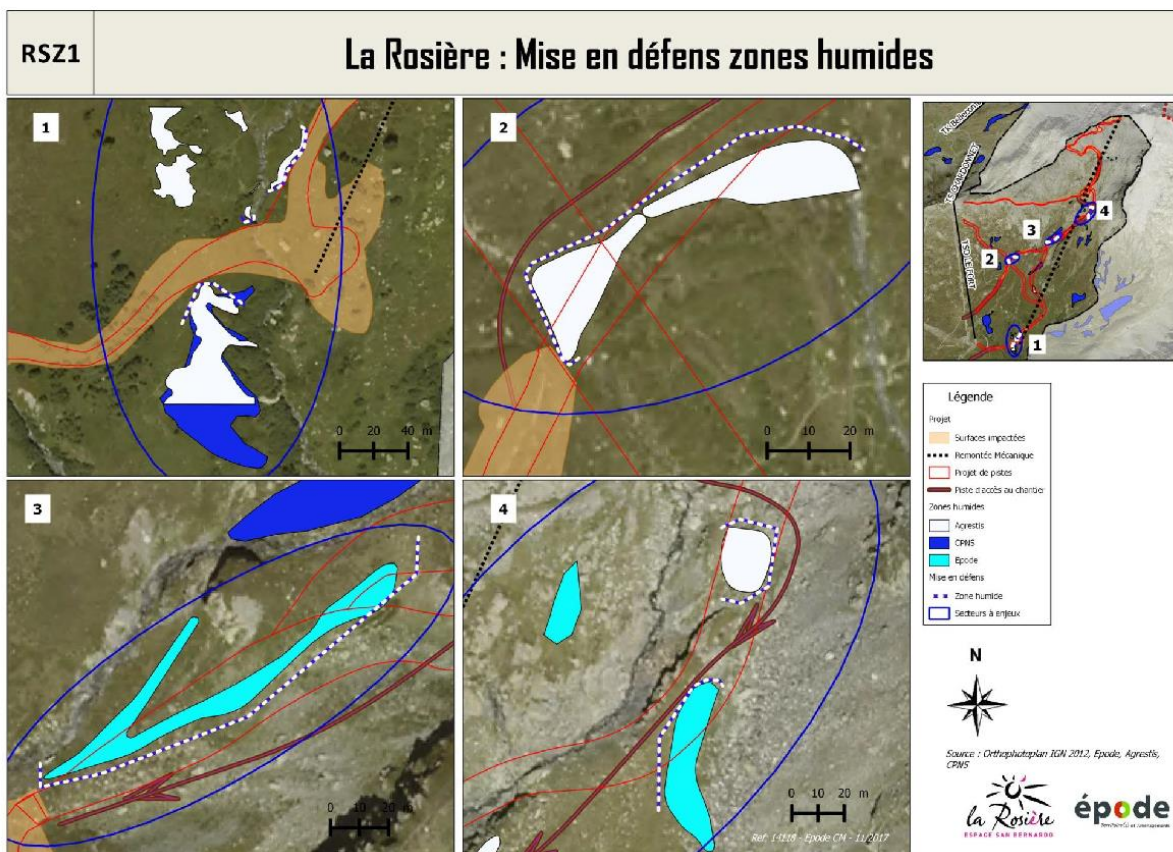
Toutes les mises en défens ont été respectées en 2017 et 2018 et aucun débordement ou impact indirect n'a été constaté.

Les périmètres des milieux humides sont similaires aux années précédentes.



Contrôle des zones humides secteur 1 en 2018 (ci-dessus) et 2020 (ci-dessous)





V. SUIVI DU LYCOPODE DES ALPES

5.1. Contexte

Le suivi des stations de Lycopodes Alpes est prévu sur 10 ans avec initialement 5 stations témoins et 7 stations à étrerper et replaquer pendant la phase de travaux (été 2017).

Finalement grâce à des mesures d'évitement de dernière minute après concertation avec le Domaine skiable de la Rosière, 3 stations (stations 8, 15 et 17) sur les 7 à étrerper initialement ont pu être évitées. La station 8 a d'ailleurs été rajoutée dans les stations témoins pour augmenter les données du suivi (voir cartographie suivante).

Ce sont donc au final 11 stations qui sont suivies : 6 stations témoins (1, 2, 3, 8, 9 et 14) et 4 étrépées (4, 7, 12 et 13).

Un état initial suivant un protocole précis a été réalisé initialement sur ces 11 stations durant l'été 2016 et transmis à la DREAL en fin d'année 2016. Les travaux ayant eu lieu l'été suivant, la première année de suivi a été réalisée en 2018, la deuxième en 2019, la troisième en 2020 et la quatrième cet été en 2021.

La suite du compte rendu présente la méthodologie d'échantillonnage et les résultats obtenus pour le lycopode, qui ont été détaillés dans la 3^{ème} partie de ce rapport, ainsi que ceux des Crossopes et zones humides.



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Suivi spécifique du Lycopode des Alpes dans le
cadre de l'observatoire de l'environnement du
domaine skiable de La Rosière

Camille Gagniere
2020-2021

Résumé : Depuis l'initiation du Plan Neige par l'Etat en 1964, la France est devenue un des plus grands domaines skiables au monde. Afin de s'adapter aux nouvelles attentes des usagers, les domaines skiables sont porteurs de nombreux projets chaque année, qui ne sont pas sans conséquences sur le milieu montagnard. Autrefois peu réglementés, les aménagements sont aujourd'hui contraints de répondre à des normes environnementales visant à conserver la richesse écologique et la biodiversité unique des milieux montagnards. Face à cette problématique, la création d'un outil de gestion durable des domaines skiables est devenue indispensable aux gestionnaires pour la planification de leur domaine tout en restant en accord avec la réglementation et les attentes locales. C'est dans cet objectif qu'est né l'outil « Observatoire de l'Environnement et des Paysages » en 2007.

Afin d'illustrer plus précisément une des utilités de cet outil, ce rapport portera sur l'étude d'un cas particulier : la préservation du Lycopode des Alpes dans le cadre d'un projet d'extension du domaine skiable de la Rosière. La question de la réussite de

Mots Clés : Lycopodium alpinum, suivi écologique, domaine skiable

EPODE :

44 rue Charles Montreuil 73000 CHAMBERY

Tuteur entreprise :

Charles Mure

Ecologue

Tuteur académique :

Séraphine Grellier