

# **Les zones humides d'alpage dans le cœur du Parc national des Écrins, répartition et impact humain**

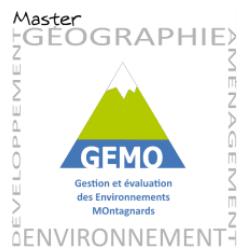
**Master 1 GAED - Parcours Gestion et évaluation des Environnements  
MOntagnards  
UE801 - stage professionnel**

## **Parc national des Écrins**



Responsable pédagogique : Gérard BRIANE  
Maître de stage : Léa MARGAILLAN

LEBRETON Matéo



2025

## Résumé

Le projet ACLIMO est un projet européen franco-italien sur les zones humides et le changement climatique en montagne. Ce mémoire de Master 1 Gestion et évaluation des environnements montagnards traite de sa mise en place au sein du Parc national des Écrins, et plus particulièrement de l'action principale menée par cette structure qui est l'inventaire des zones humides des alpages du cœur de Parc. Le but de cet inventaire est de recenser de manière la plus exhaustive les zones humides présentes sur ces territoires pastoraux mais également les activités humaines qui y sont exercées et leurs impacts. La problématique soulevée par cette action et qui va être abordée dans ce mémoire est : Comment les zones humides d'alpages du Parc national des Écrins se répartissent-elles sur le territoire, et quels usages anthropiques s'y exercent ?

Les résultats de cet inventaire permettent de répondre à cette problématique et de comprendre comment les zones humides se répartissent sur les alpages et quels sont les facteurs clés de cette répartition. En complément, ils doivent aussi permettre de savoir si ces zones humides sont beaucoup dégradées ou non et quels sont les facteurs qui influencent cette dégradation. Pour cela, des traitements cartographiques et des graphiques exploratoires sont réalisés pour faire ressortir des liens entre les différentes variables comme la surface, la pente, le type de milieu ou le piétinement. La finalité de ce projet est d'améliorer la connaissance de ces milieux pour mieux les préserver, dans un contexte de changement climatique qui les fragilise tout en soulignant leur importance dans le cycle de l'eau en montagne.

Mots clés : Zones humides - eau - milieux - topographie - répartition

## Abstract

This thesis of the Master 1 management and evaluation of mountain environments deals with the ACLIMO project, which is an european project between Italy and France about wetlands and climate change in mountains, and its setting up in the Écrins National park. More particularly of the main action led by this structure, which is inventory of mountain pasture wetlands in the heart of the park. The goal of this inventory is to inventory in the most exhaustive way wetlands present in these pastoral territories but also the human activities carried out there and their impacts. The problematic raised by this action and which will be discussed in this report is: How are the alpine pasture wetlands of the Écrins National Park distributed over the territory, and what anthropogenic uses are exerted there?

The results of this inventory permit us to respond to the problematic and understand how the wetlands are spread over the alpine pastures and what are the key factors. In addition, they also need to permit us to know if they are really degraded or not and if certain factors are aggravating or on the contrary reducing. By doing this through cartographic treatments and exploratory graphics to highlight links between the different variables such as the surface, slope, type of environment and trampling. The purpose of this project is to increase knowledge about these environments to better preserve them, in a context of climate change which weakens them while emphasizing their importance in the water cycle in the mountains.

Keywords: Wetlands - water - environments - topography - distribution

# Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes du Parc national des Ecrins pour la confiance qu'ils m'ont accordée et le soutien dans la mise en place de mon projet. Je remercie particulièrement Léa Margaillan, ma maître de stage, pour son soutien et ses conseils tout au long de ma période de stage sur l'analyse des données et la compréhension du projet notamment.

J'aimerais également adresser ma gratitude à Cédric Dentant pour sa patience et sa pédagogie dans l'apprentissage de la botanique des zones humides sur le terrain, ainsi que son accompagnement lors de ces journées.

Merci aussi aux différents gardes pour la phase terrain et leur contribution dans l'acquisition de nombreuses connaissances durant mon stage.

De plus, je tiens à remercier Garance Coquereau, avec qui j'ai réalisé l'ensemble de mon stage de la bibliographie à l'analyse de données en passant par les relevés sur le terrain. Merci pour l'efficacité et la rigueur dans la mise en place de ce protocole et la motivation apportée dans cette collaboration.

Enfin, j'adresse ma gratitude à Gérard Briane, pour son accompagnement et son aide dans la rédaction de ce mémoire, ainsi que l'ensemble de mes enseignants pour leurs apports de connaissances, et sans oublier les membres de ma famille, et mes amis pour leurs encouragements tout au long de ce stage.

# Sommaire :

<b>Résumé.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>2</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>3</b>
<b>Sommaire :.....</b>	<b>4</b>
<b>Listes de sigles :.....</b>	<b>5</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>I - Contexte du stage.....</b>	<b>7</b>
I - I Le Parc national des Écrins.....	7
I - II Le Projet ACLIMO.....	13
I - III Le territoire d'étude.....	15
I - IV Missions du stage.....	18
<b>II - État de l'art.....</b>	<b>19</b>
II - I Eau et changement climatique.....	19
II - II Les zones humides.....	21
II - III Problématique.....	22
<b>III - Cadre méthodologique.....</b>	<b>23</b>
III - I Intégration au sein du PNE.....	23
III - II Missions effectuées.....	24
III - III Méthodes appliquées.....	24
<b>IV - Résultats.....</b>	<b>31</b>
IV - I Les alpages du cœur de Parc.....	31
IV - II Les zones humides.....	33
<b>V - Discussion.....</b>	<b>50</b>
V - I Apports et limites.....	50
<b>Conclusion.....</b>	<b>52</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>53</b>
Références scientifiques :.....	53
Autres références :.....	53
<b>Annexes.....</b>	<b>55</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>61</b>
<b>Liste des annexes.....</b>	<b>62</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>63</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>65</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>65</b>

## Listes de sigles :

AA : Aire d'adhésion  
ACLIMO : Alpages, climat et eau  
ALCOTRA : Alpes latines, coopération transfrontalière  
AOA : Aire optimale d'adhésion  
CC : Changement climatique  
CEN : Conservatoire d'espaces naturels  
DELPHINE : Découpage de l'Espace en Liaison avec les Potentialités Humaines et en Interrelation avec la NaturE  
EUNIS : European Nature Information System  
FEDER : Fond européen de développement régional  
IGN : Institut national de l'information géographique et forestière  
Interreg : Coopération territoriale européenne inter régionale  
IZH : Inventaire des zones humides  
MAEC : Mesures agro-environnementales et climatiques  
MNT : Modèle numérique de terrain  
PACA : Provence Alpes Côte d'Azur  
PatriNat : centre national d'expertise et de données sur le patrimoine naturel  
PNE : Parc national des Ecrins  
SAM : Service aménagement  
SUERA : Stratégie macro régionale de l'UE pour la région alpine  
UE : Union européenne  
ZH : Zones humides

# Introduction

Ce mémoire de Master 1 GEMO traite des zones humides (ZH) d'altitude face aux pressions anthropiques au sein du Parc national des Ecrins. Il se concentre plus particulièrement sur un inventaire de celles-ci dans les espaces pastoraux de la zone cœur du Parc, étant des territoires où se concentrent les activités humaines et où la densité et la qualité de ces zones humides est la plus importante. Cette mission d'inventaire s'inscrit dans le cadre du projet européen “ACLIMO” qui traite cette thématique au sein de l'arc alpin franco-italien et des parcs nationaux concernés.

Ce sujet est primordial pour les territoires de montagne aujourd’hui, car les zones humides apportent des services écosystémiques importants pour l’humain et l’équilibre de ces espaces. Elles permettent notamment une plus grande résilience face au changement climatique sur la question de la ressource en eau, mais également sur les problématiques de stress hydrique et thermique des troupeaux durant les périodes estivales. Cependant, ce sont également des milieux fragiles fortement impactés par le changement climatique et par les activités humaines comme le tourisme et les pratiques pastorales.. Cette dualité fait de ces écosystèmes un point clé de la transition des territoires de montagne.

Ce stage de 4 mois a été effectué au sein du service aménagement du Parc national des Ecrins sous la direction de Léa Margaillan, chargée de projet “ACLIMO”. Cette structure s’occupe de la gestion du territoire du parc qui est protégé et réparti en deux zones, l’aire d’adhésion et le cœur de parc. Le tout est régi par une charte renouvelée tous les 15 ans. Celle-ci est signée par les communes adhérentes, qui s’engagent à respecter un certain nombre de règles en faveur de la nature. Les missions principales du Parc national sont l’étude et la préservation de la biodiversité et des écosystèmes, ainsi que l’accompagnement des pouvoirs locaux dans leurs projets liés à l’environnement. Les missions principales de ce stage sont une étape de bibliographie sur le sujet des zones humides de montagne, une phase importante de terrain pour la mise en place de l’inventaire des zones humides d’alpages, et enfin l’analyse des données récoltées.

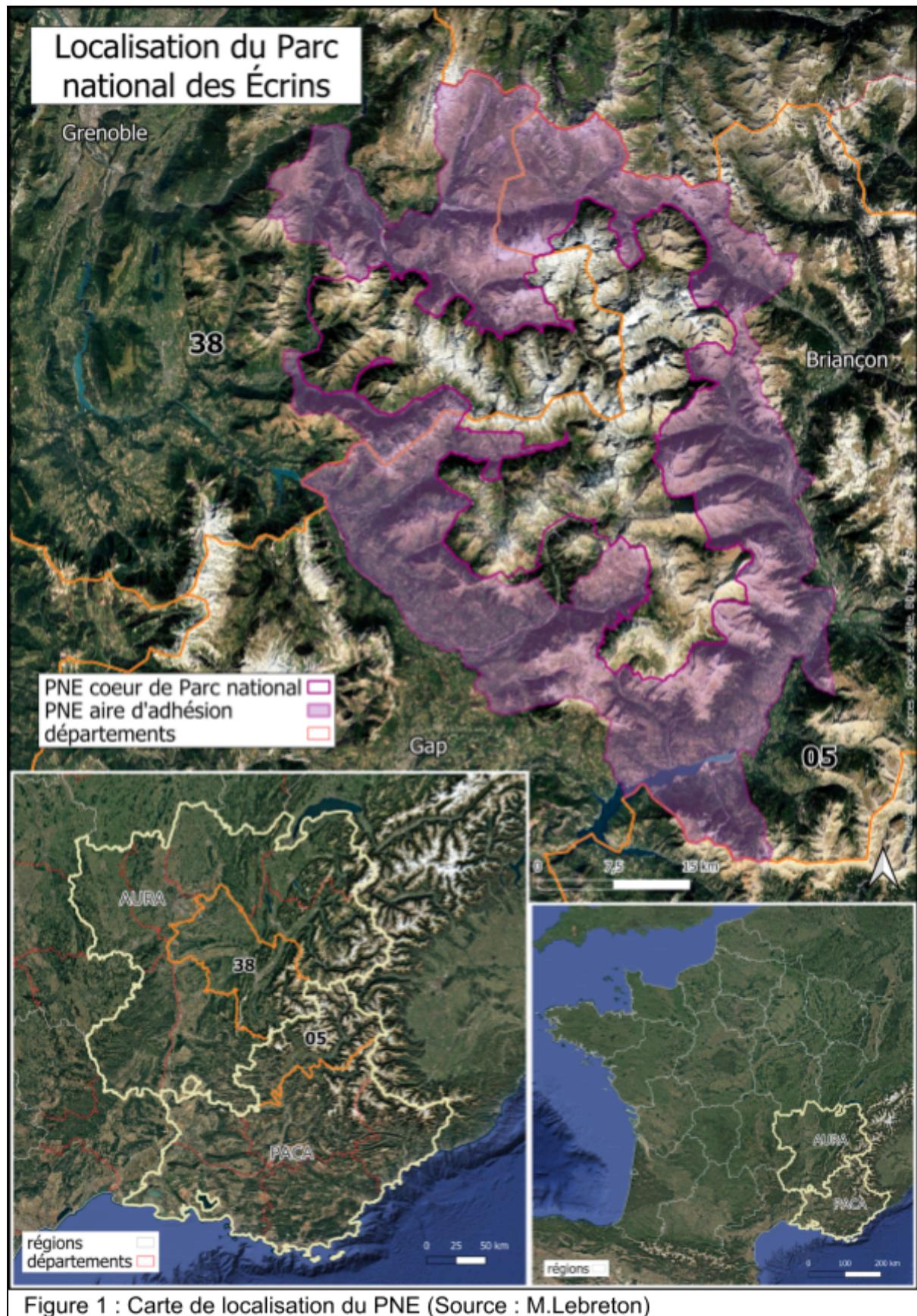
La problématique développée dans ce mémoire est la suivante : **Comment les zones humides d’alpages du Parc national des Écrins se répartissent-elles sur le territoire, et quels usages anthropiques s’y exercent ?**

Celle-ci va permettre d’exploiter les résultats issus de l’inventaire réalisé sur le terrain pour faire ressortir les caractéristiques de ces zones humides.

Dans ce mémoire, nous aborderons en premier lieu le contexte du stage en présentant la structure et le territoire d’étude, ensuite nous ferons un état de l’art des zones humides, pour après définir le cadre méthodologique puis présenter les résultats et les analyser avant de faire ressortir les limites et les apports dans une partie discussion.

# I - Contexte du stage

## I - I Le Parc national des Écrins



## Historique

Le Parc national des Écrins est un espace protégé qui a été créé en 1973. C'est le cinquième parc national implanté sur le territoire français après la Vanoise, Port Cros, les Pyrénées, et les Cévennes. Il reprend comme base le parc de la Bérarde créé en 1913, qui a été l'une des premières initiatives publiques de protection de l'environnement en France. L'Etat a acheté plusieurs terrains, dans le but de limiter l'expansion du pâturage de masse. Aujourd'hui, cet espace est devenu une forêt domaniale (du même nom) (Parc national des Ecrins, 2014).

Les Écrins, comme tous les parcs nationaux, ont un fonctionnement qui a été redéfini par la loi n°2006-436 en 2006. Le territoire de ceux-ci a été séparé en deux zones : le cœur de parc soumis à une réglementation forte, et l'aire d'adhésion. Cette loi a également lancé la réflexion sur la charte de chacun des parcs nationaux. La charte définit les grandes orientations qui vont guider la gestion et les projets de la structure pour les 15 ans à venir. Elle est élaborée en concertation avec les acteurs du territoire, et plus particulièrement les communes de l'aire optimale d'adhésion qui a été donnée par le décret de création du parc national des Écrins modifié en 2009. L'ensemble des communes qui décident d'adhérer à la charte forme ainsi l'aire d'adhésion. Pour les Écrins, elle sera signée en 2013 par 46 communes qui adhèrent au projet et s'engagent à respecter les objectifs et orientations de la charte, favorables à l'environnement. Le nombre de ces communes sera porté à 49 fin 2015 sur les 54 concernées par l'aire optimale d'adhésion. Il ne reste donc plus que 5 communes qui n'ont pas signé la charte (4 dans le Valbonnais et 1 dans le Champsaur), ce qui fait un taux de 90 % de signatures. Cela fait des Écrins l'un des parcs nationaux français les mieux implanté localement. Les parcs nationaux possèdent l'outil de protection de l'environnement français le plus fort avec les réserves intégrales de parc. Le Parc national des Écrins est le premier à mettre en place une telle réserve le 9 mai 1995 dans le fond du vallon du lac Lauvitel. Ces zones à très forte réglementation empêchent toute personne de pénétrer dans une zone donnée afin de laisser la nature évoluer librement et d'étudier le développement de celle-ci. Seuls quelques scientifiques sont autorisés à de rares occasions à venir faire des relevés. Le Parc national des Écrins est le premier à mettre en place une telle réserve le 9 mai 1995 dans le fond du vallon du lac Lauvitel (Parc national des Ecrins, 2014).

## Objectifs

Le rôle principal du Parc national des Écrins est de "protéger les patrimoines exceptionnels de son territoire et de favoriser son développement durable" (Charte du Parc national des Ecrins, 2014). Pour cela il s'appuie sur plusieurs axes de travail :

- Dans un premier temps un aspect réglementaire fort en cœur de parc pour limiter ou interdire toute pratique humaine susceptible de porter préjudice aux écosystèmes. L'un des outils est l'interdiction notamment des vélos ou des chiens dans cette zone ou encore une limitation du bivouac à plus d'une heure des accès et uniquement de 19h à 9h. La cueillette, la chasse et la pêche sont très limités à des espaces précis et seulement certaines espèces sous réserve de quota pour ne pas fragiliser les populations.

- Il y a ensuite un volet de connaissance de la biodiversité présente au sein du territoire pour pouvoir mieux comprendre celle-ci et mettre en place une protection adaptée. Cela passe par un grand nombre de projets locaux nationaux ou européens (suivi des populations de bouquetins, de l'avifaune, des glaciers, de la flore, etc.) qui visent à étudier une espèce, un milieu et leurs évolutions. L'accumulation de données et de relevés de terrain sert de base à la majorité de ses projets qui permettent ensuite d'analyser ses données et d'orienter les futures actions. Un exemple est celui du projet "Lacs sentinelles", qui rassemble de la donnée sur les lacs d'altitude afin d'en comprendre leur dynamique temporelle.
- Le dernier axe est l'accompagnement des pouvoirs locaux pour les guider sur les différents projets qu'ils souhaitent mettre en place et améliorer la prise en compte des facteurs environnementaux dans leurs réalisations. C'est une partie essentielle, mise en place à travers de la concertation inter-acteurs afin que cet accompagnement soit possible et constructif.

## Actions

Pour répondre aux objectifs de la charte, différents travaux sont menés par le parc au travers de plusieurs programmes. C'est le cas du projet "Royaume" porté par le Parc des Écrins et lancé en 2025 pour 4 ans. Il a pour but de conforter les populations de reine des alpes (*Eryngium alpinum*) à l'échelle de l'arc alpin français en travaillant avec les acteurs du pastoralisme et de la forêt (figure 2). Pour cela, des mises en défens de zones ou de la replantation sur des stations historiques détériorées seront effectuées. Il y aura également la récupération de graines sur des spécimens présents en jardin pour constituer une réserve de sûreté en vue de prochaines actions de plantations. C'est un projet très orienté sur des actions concrètes.

En parallèle de ce type de projets, certains sont plus destinés à la compréhension de phénomènes naturels via la récupération d'informations scientifiques. A l'instar du programme "Alpages sentinelles" qui réalise des prélèvements sur les zones de pâture du parc afin d'étudier les caractéristiques et l'évolution de la ressource fourragère en altitude face au changement climatique.

Ensuite, une autre partie de l'action du parc est effectuée auprès du public et notamment via un important travail de médiation. Celui-ci passe par différentes entrées, la plus accessible étant les maisons du parc. Elles permettent aux visiteurs de s'informer et aux agents d'accueil de transmettre des informations sur les règles et les bonnes conduites à tenir au sein du parc, et en particulier dans la zone cœur. Cette médiation passe également par des animations ou

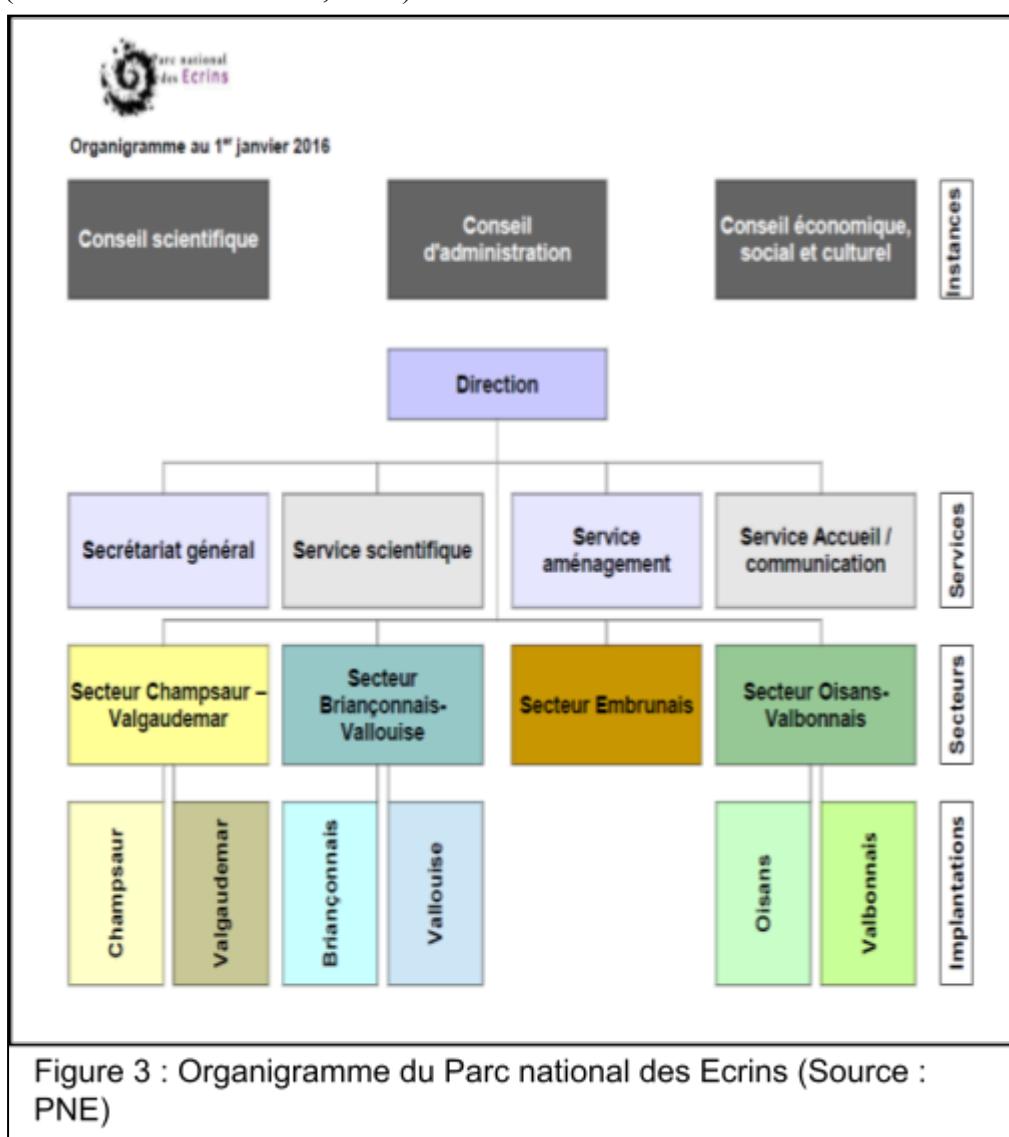


Figure 2 : Reine des Alpes au vallon de Fournel  
(Source : M.Lebreton)

par la présence des gardes moniteurs sur le terrain pour alerter sur certains comportements. Ces agents assermentés de l'État ont une prérogative supplémentaire qui permet la réalisation du dernier volet des actions du parc, la mission de police. En effet, le cœur de parc étant un espace réglementé, les gardes moniteurs ont la possibilité de verbaliser tout manquement à la réglementation. Cela permet de faire respecter les règles propres à cet espace protégé et de protéger efficacement la biodiversité exceptionnelle du parc de l'impact humain.

### Fonctionnement

Le Parc national des Ecrins est un service de l'État implanté dans un territoire. Les agents sont répartis selon une organisation précise. Tout d'abord il y a le siège situé à Gap au domaine de Charance où se concentrent la direction et l'ensemble des services généraux, le secrétariat général, le service scientifique, le service aménagement et le service communication (figure 3). Ensuite, le territoire est découpé en secteurs pour une gestion plus locale. Chaque secteur est découpé en 1 ou 2 implantations et chacune de ses implantations possède une maison du parc qui permet de centraliser les agents et les missions de celle-ci (figure 4). Elle permet également l'accueil du public particulièrement en période estivale (Parc national des Ecrins, 2014).



Tous les gardes et agents d'accueil sont affiliés à un secteur mais sont régulièrement amenés à se rendre dans les secteurs voisins pour diverses missions. Dans les Écrins il y a 4 secteurs et 7 implantations qui sont l'Embrunais, la Vallouise, le Briançonnais, l'Oisans, le Valbonnais, le Valgaudemar et le Champsaur. En plus de l'affiliation à un secteur, chaque garde doit intégrer un ou plusieurs "groupe opérationnel" en fonction de ses compétences et de ses affinités. Cela permet d'avoir des domaines où l'expertise est plus importante et de créer de l'émulation et de l'échange entre les secteurs et les gardes. De plus, cela répartit la charge de travail. Au Parc national des Écrins, il y a une dizaine de groupes opérationnels tel que le groupe "Flore", "Glaciers", "Photo", ou encore "Invertébrés" (Parc national des Ecrins, 2014).



Figure 4 : Carte des secteurs du parc (Source : PNE)

## I - II Le Projet ACLIMO

### Origine du projet

Le projet ACLIMO s'inscrit dans un programme européen plus large appelé ALCOTRA. Il s'agit d'un programme Interreg transfrontalier qui vise à encourager le développement économique et social ainsi que l'échange entre régions transfrontalières. ALCOTRA se concentre plus précisément sur la relation franco-italienne au niveau des territoires frontaliers et donc des Alpes. Il a pour objectif la transition verte et l'augmentation de la résilience de cet espace en prenant en compte les différences culturelles et en ayant des objectifs communs. Ce programme permet de réunir des territoires avec des caractéristiques et des problématiques similaires mais n'ayant pas d'administrations communes. Il fonctionne avec des cycles de programmation de 7 ans et est financé par le fond européen de développement régional (FEDER). Nous sommes actuellement à la sixième programmation qui s'étend de 2021 à 2027 (site internet, [interreg-ALCOTRA](#)).

ALCOTRA est également inséré dans une réflexion plus large, la SUERA qui concerne l'ensemble de l'arc alpin et qui favorise le développement durable de la région et travaille à rendre ce territoire attractif. Le but principal de cette stratégie est de rendre la région alpine neutre en carbone. Aujourd'hui, la présidence de la SUERA est assurée par l'Italie.

Ce projet ACLIMO est centré sur le changement climatique et la disponibilité de la ressource en eau qui impacte les espèces, les milieux et les activités humaines d'altitude. La visée de celui-ci est de fournir une assistance concrète pour une transition durable du territoire, et en particulier de l'activité pastorale et des écosystèmes les plus susceptibles de subir de plein fouet la réduction de la ressource hydrique. Ce projet a été lancé fin 2023 avec comme chef de file le Parc national du Mercantour. Il réunit 7 autres aires protégées qui ont décidé d'avancer ensemble face au défi de la disponibilité de la ressource en eau face au changement climatique : 2 françaises (Parc national des Ecrins et Parc national de la Vanoise) et 5 italiens (Ente di Gestione delle Aree Protette delle Alpi Marittime, Parco Naturale Regionale delle Alpi Liguri, Ente di gestione dei Parchi delle Alpi Cozie, Parco Nazionale Gran Paradiso, Comune di Cuneo - parco fluviale Gesso e Stura). Le budget total alloué à ce projet est de 2 998 531 € dont 80 % financés par le FEDER et 20 % d'auto-financement par les structures elles-mêmes. A l'échelle des Ecrins, le PNE dispose de 17.5 % du budget total du projet ACLIMO, soit 524 748 € (80 % FEDER, 20 % autofinancement PNE) (site internet, [interreg-ALCOTRA](#)).

### Les missions

Le projet a pour but d'amener une réflexion commune sur le changement climatique et la ressource hydrique en montagne. Au travers de cette réflexion se dégagent 3 axes de travail :

- Améliorer la prise en compte de cette problématique par les acteurs locaux et le public via des actions de communication : éducation à l'environnement via des animations envers un public scolaire notamment, communication auprès du grand public sur les

bons comportements à adopter face au changement climatique et à la ressource en eau avec la création de vidéos.

- Renforcer la connaissance sur la ressource en eau des Alpes franco-italiennes. Des outils de modélisation sont développés en collaborant avec des laboratoires de recherche (création d'une méthode de suivi de la disponibilité hydrique sous forme de neige et de glace). Les partenaires du projet mènent des actions d'amélioration des connaissances sur la ressource hydrique à l'échelle des alpages (inventaire des zones humides au PNE).
- Mener des actions concrètes pour soutenir la transition de l'activité pastorale tout en préservant les habitats (accompagnement des acteurs agro-pastoraux, protection de certaines zones humides).

## Commande

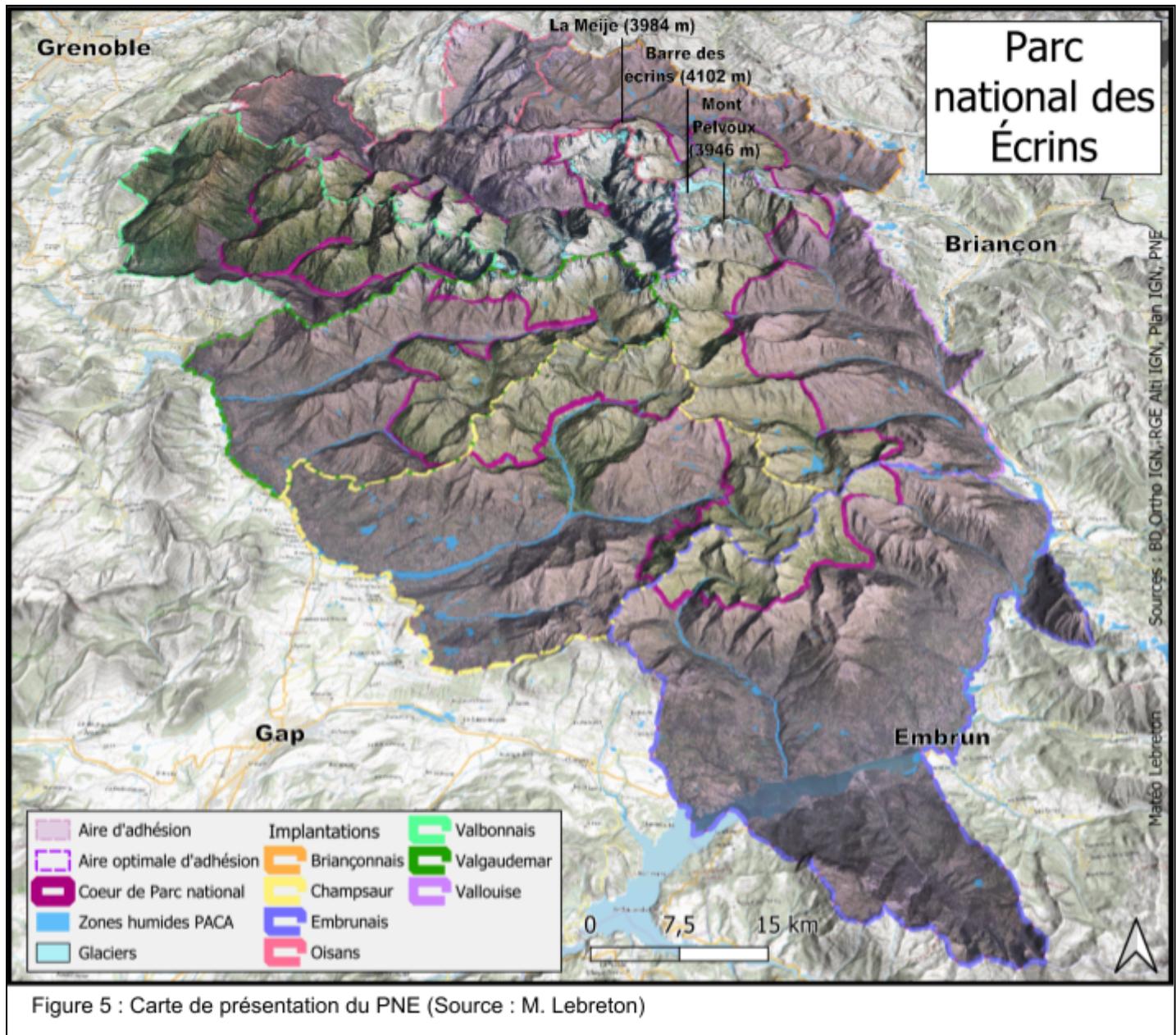
Dans le cadre du projet “ACLIMO”, le PNE est particulièrement investi sur les actions de connaissance de la ressource en eau et de protection de zones humides à l'échelle des alpages. Le travail principal qui est mis en place dans ce but est un inventaire le plus complet possible des zones humides sur les alpages du Parc. Les alpages sont en effet des lieux à fort enjeux vis-à-vis des activités humaines qui s'y développent, de leur biodiversité et de leur fragilité face au changement climatique et à la variation de la disponibilité en eau. Cependant pour des raisons de temps, de calendrier et de coût, celui-ci se concentre sur la zone cœur de Parc.

## Enjeux locaux

La thématique de la disponibilité de la ressource en eau face au changement climatique représente un défi auquel les territoires de montagne doivent se confronter. Les espaces montagnards du sud de la France, souvent considérés comme “châteaux d'eau”, récupèrent l'eau en tête de bassin versant qui alimente ensuite les rivières. En raison du changement climatique, ces espaces sont de moins en moins à même de stocker de l'eau en altitude, là où les écosystèmes et les activités humaines des territoires alpins en ont besoin en été. Cela est dû à la disparition progressive des glaciers et des neiges tardives qui apportent de l'eau tout au long de l'été en fondant progressivement. Les zones humides d'altitude, écosystèmes fragiles qui jouent également ce rôle de stockage et redistribution de l'eau, sont un sujet d'étude clef pour mieux les connaître et les préserver.

## I - III Le territoire d'étude

### Le massif des Écrins



La zone d'étude de cet inventaire de terrain est le Parc national des Écrins et en particulier sa zone cœur. Cet espace protégé est situé au centre des alpes françaises dans le massif du même nom. Il se trouve entre le massif du Parpaillon au sud, les trois massifs des Grandes Rousses, d'Arves et de Cercles au nord, du Queyras à l'est et du Dévoluy et Taillefer à l'ouest.

Ce massif est encadré par 4 villes principales qui amènent beaucoup de visiteurs, Grenoble, Gap (siège du Parc), Embrun et Briançon. Ce parc se répartit de manière inégale en deux départements dans deux régions différentes, l'Isère (38) en Auvergne Rhônes-Alpes et les Hautes Alpes (05) en Provence-Alpes-Côte d'Azur, la majeure partie du territoire étant situé dans le 05. Cet espace s'étend sur plus de 1 750 km<sup>2</sup> dont 930 km<sup>2</sup> de cœur de parc abritant notamment les plus hautes vallées et les plus hauts sommets. A l'instar des trois plus

importants du massif et du parc, le Mont Pelvoux (3946 m), la Meije (3984 m) et le point culminant la Barre des Écrins (4102 m) (figure 5).

Le climat, la topographie et la disposition des Écrins en font un réservoir de biodiversité très important au niveau floristique et faunistique, avec la présence notamment de 350 espèces de vertébrés et plus de 2500 espèces de plantes (site internet, Parc national des Écrins). L'isolement de ces hautes vallées a permis la conservation d'espèces rares et fragiles telles que le Gypaète barbu ou la Violette naine en raison d'une accessibilité réduite, c'est l'une des raisons de la création du Parc national. (site internet, Parc national des Écrins).

## Les alpages

Au sein même de cet espace, les unités fonctionnelles qui servent de support au projet ACLIMO sont les alpages se trouvant dans le Parc (figure 6). Dans les Écrins, ils représentent la majeure partie de la surface en altitude avec 184 alpages soit 40% du territoire du Parc national, répartie dans l'ensemble des implantations (figure 7). A une exception près du centre du secteur Briançonnais-Vallouise qui ne possède que peu d'alpages en raison de la concentration à cet endroit des plus hauts sommets et des glaciers.

Dans le massif, les zones pastorales concentrent les pratiques, la biodiversité et les enjeux. Cela reflète l'importance de ces milieux pour un grand nombre d'acteurs mais aussi pour une large partie des espèces. C'est pour ces raisons que les agents du parc sont très proches des éleveurs et bergers pour accompagner la gestion de ces espaces, notamment au travers de MAEC qui se multiplient depuis plusieurs années. Aujourd'hui, le PNE a aidé à la mise en place d'une trentaine de MAEC en alpage pour préserver différentes espèces ou milieux.

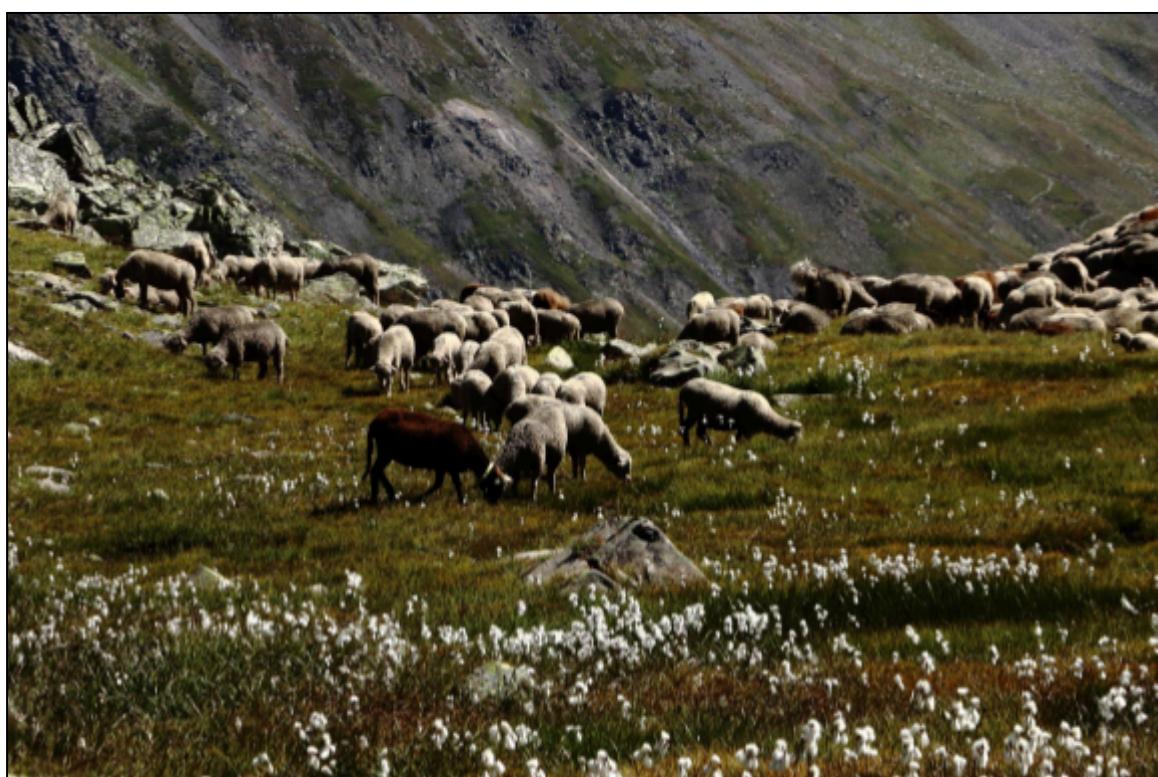
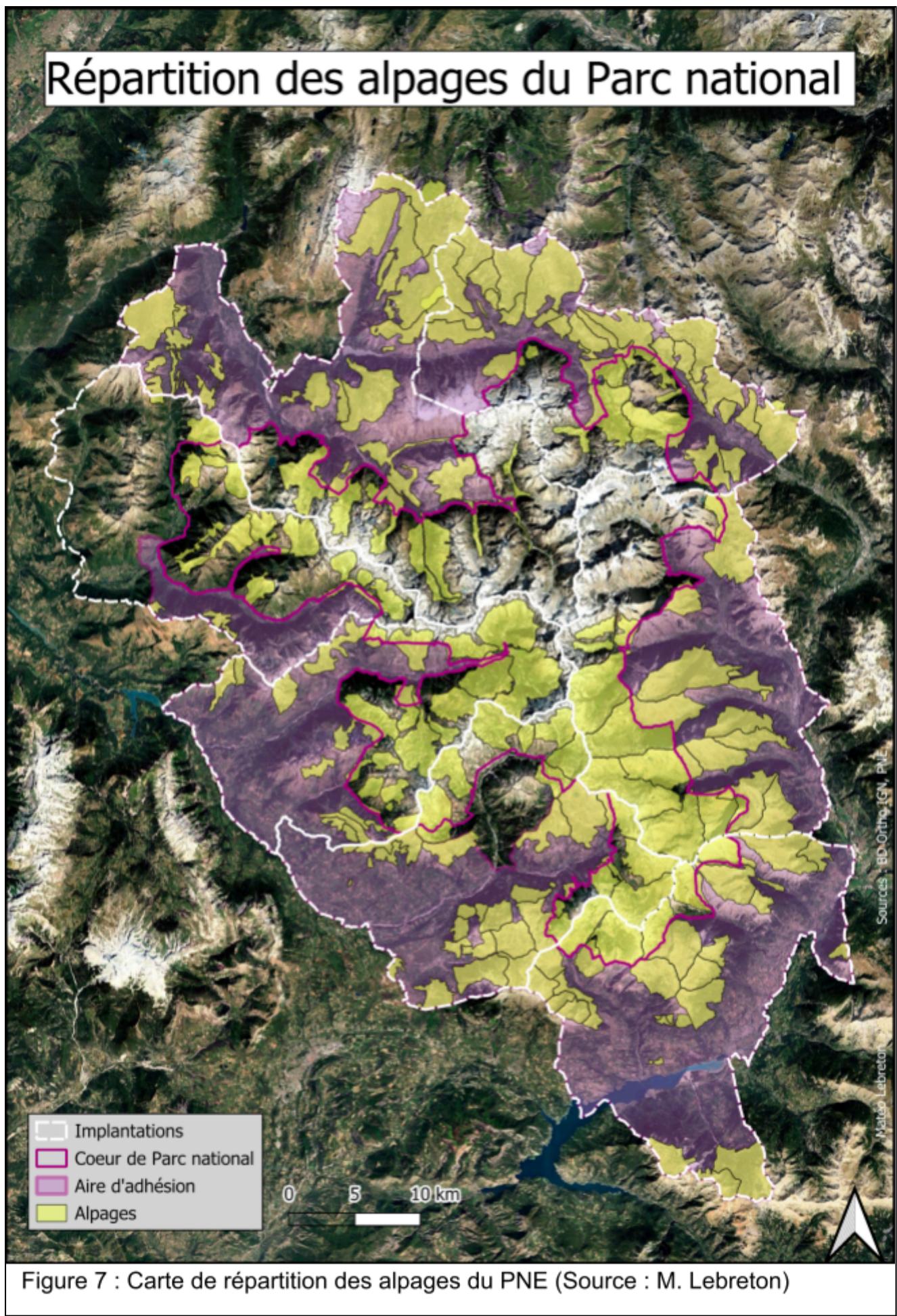


Figure 6 : Troupeau de moutons sur l'alpage de la ponsonnière (Source : Matéo Lebreton)



## I - IV Missions du stage

La mission principale du stage consiste en la réalisation d'un inventaire des zones humides présentes sur les espaces pastoraux dans la zone cœur du Parc national des Ecrins.

Pour cela, une étude bibliographique a d'abord permis de saisir les enjeux en lien avec les zones humides, le changement climatique et les cycles de l'eau notamment sur les territoires alpins. Ensuite, la phase de terrain de l'inventaire a été organisée en communiquant avec les différents secteurs et gardes. La réalisation de l'inventaire sur le terrain, qui a mobilisé le plus de temps durant le stage, est venue en appui aux secteurs du Parc. Ensuite, les données récoltées sont analysées afin de faire ressortir les caractéristiques des zones humides des Écrins, pour permettre d'orienter la gestion pour qu'elle soit plus adaptée à ce type d'écosystèmes fragiles et aux pratiques qui y sont exercées.

L'enjeu pour le PNE est de réaliser un état actuel de son capital zones humides en dressant un portrait des ZH présentes afin de mieux les appréhender et connaître le niveau de résilience du territoire à l'échelle globale ou locale (implantation, vallée, ou alpage) face à la variation de la disponibilité en eau. En supplément, les relevés permettent l'enrichissement de la base de données floristique du Parc, et donc de savoir plus précisément la répartition des espèces inféodées à ces milieux.

En parallèle de cet inventaire de terrain qui est le premier objectif, et occupe la majeure partie du stage, d'autres missions annexes vont compléter ce travail : participation à des relevés botaniques dans le cadre d'autres projets comme Praidire (étude des prairies de fauche) ou le suivi des nardaies (pelouses alpines dominées par le nard raide), participation à la vie du SAM via les réunions de service ou le soutien de collègues sur des questions techniques de géomatique.  
II - État de l'art : l'eau dans les Alpes et les Écrins

## II - État de l'art

### II - I Eau et changement climatique

#### Les Alpes, le château d'eau de la France et de l'Europe

Depuis plusieurs dizaines d'années, les effets du changement climatique se font de plus en plus ressentir et il devient une problématique principale dans la gestion des territoires. Cela est d'autant plus vrai en montagne, car ce sont des espaces qui ont une dynamique de réchauffement plus rapide que le reste du monde au vu de leurs caractéristiques (altitude, dépendance forte aux événements météorologiques) (Morin, 2022). Aujourd'hui, les Alpes se sont réchauffées de 2°C depuis le XXème siècle, soit quasiment 2 fois plus que dans le reste de la France (Morin, 2022).

Les montagnes sont les têtes de bassin versant de tous les cours d'eau du monde, jouant un rôle primordial dans le cycle de l'eau. En se situant en amont des écoulements, elles offrent de l'eau aux zones avales tout au long de l'année. L'importance des zones montagneuses dans ce cycle est d'autant plus important que c'est ici que l'eau est captée sous différentes formes par l'humain pour être redistribuée ensuite. En effet, 55 à 70 % de l'alimentation en eau des rivières est issue des têtes de bassin versant quelque soit sa taille (catalogue ACLIMO). Ce sont également des sentinelles du changement climatique, car elles sont particulièrement vulnérables à de petites perturbations des variables climatiques (CHAFFAUT *et.al*, 2021).

La première masse d'eau stockée est constituée de l'ensemble des glaciers, qui normalement se rechargent en hiver et fondent en été pour alimenter les ruisseaux. A l'échelle du bassin Rhône Méditerranée, ce sont 15,5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau douce qui sont stockés et 2,5 milliards de m<sup>3</sup> pour les Écrins aujourd'hui (GREC-SUD, 2018). Cependant, cette quantité est en forte diminution en raison du réchauffement rapide en altitude. La perte de surface glaciaire a triplé dans le massif des Ecrins entre 1980-2000 et 2000-2015, et 20 à 30 % de la masse glaciaire alpine a disparu depuis 1980. De plus, dans le futur seuls les glaciers alpins ayant une zone d'accumulation au-delà de 3 500 m seront toujours présents à la fin du XXIème siècle, soit 25 pour les Écrins sur 256 zones englacées actuellement (GREC-SUD, 2018). Cette fonte accélérée est causée par des températures trop douces en hiver et au printemps, ainsi que par une réduction de la quantité de neige accumulée en altitude. Les apports hivernaux ne compensent plus les pertes estivales ce qui engendre des bilans de masse négatifs.

En plus de la glace qui alimente les ruisseaux pendant l'été, la neige joue également un rôle de stockage en hiver et de diffusion lente en été. Néanmoins, la quantité de précipitations neigeuses baisse de manière significative surtout en moyenne montagne (ARNOUX *et al*, 2021). A l'échelle alpine française, c'est 50 % du manteau qui a disparu à basse et moyenne altitude (ETCHEVERS *et al*, 2002). Dans le PNE, l'ensoleillement moyen à 1 500 m pourrait être divisé par 2 d'ici 2055 (ADEME, 2023). Cela cause des problèmes de surabondance d'eau au printemps pouvant causer des inondations, et un assèchement des cours d'eau en

régime nival en été. Les débits maximums sont donc moins importants et décalés d'un mois en avance, avec une diminution de plus de 50 % pour le débit estival seul (ETCHEVERS et al, 2002). L'eau étant concentrée dans des périodes courtes, l'infiltration est moins efficace ce qui empêche le bon remplissage des nappes. De ce fait, depuis 1990, dans les Alpes, le bilan hydrique a diminué de 15 % dû à la fonte précoce de la neige et de l'évapotranspiration des végétaux (catalogue ACLIMO).

Ces différentes modifications de la disponibilité de l'eau dans les montagnes causent une intensification des risques naturels (crues torrentielles en cas de forts orages, etc.), ou encore une perte de la biodiversité, ainsi que des conséquences sur la végétation (GREC-SUD, 2018). Cependant, les zones humides jouent un rôle important dans la résilience de ces espaces face au changement climatique. En effet, elles stockent de l'eau lors des épisodes de pluies ou de fonte importante, réduisant ainsi les risques, et restituent cette eau lors des périodes de sécheresse (GREC-SUD, 2018).

### Conflits d'usages et pression anthropique sur les espaces montagnards

Cette réduction de la disponibilité de la ressource en eau pose de nombreux problèmes sur les territoires de montagne qui sont en première ligne du changement climatique. Les différents usages se concentrent aux mêmes endroits ce qui engendre une pression forte sur des cours d'eau et des bassins versants fragiles. Cela amène à de potentiels conflits entre les acteurs agricoles et pastoraux, du tourisme et les écosystèmes.

Par exemple, en 2022, le débit d'eau très faible de la rivière de la Bonne à la Chapelle-en-Valjouffrey (Isère, 38) a causé un conflit d'usage entre les agriculteurs produisant du maïs, en amont du cours d'eau et les maraîchers alternatifs, situés dans la zone aval du cours d'eau et ayant subi un manque d'eau à la fin de l'été (entretiens techniciens patrimoines PNE, 2024).

Concernant le pastoralisme, les bergers doivent repenser la manière de conduire les troupeaux dans les alpages, à cause des effets du changement climatique sur la ressource en eau mais aussi en herbe. Néanmoins, cela peut entraîner un regroupement autour des mêmes points d'eau, tels que les lacs, également très prisés des visiteurs. Par conséquent, de nouveaux conflits d'usage peuvent émerger entre les acteurs du territoires et les touristes (CEN 38 FAI, 2023). Au-delà de divers conflits, le pastoralisme peut avoir des conséquences sur les zones humides directement, tels qu'un prélèvement important de la végétation, le piétinement des sols ou encore l'apport de matières organiques, pouvant causer la modification de ces écosystèmes fragiles (CEN 38 FAI, 2023).

Des conflits avec les acteurs du tourisme comme les gestionnaires de station de ski peuvent également émerger. En effet, les stations de ski stockent l'eau pour produire de la neige de culture, entraînant ainsi un manque d'eau pour les agriculteurs en aval (CEN 38 FAI, 2023).

Par conséquent, la collecte des eaux et/ou le stockage de celle-ci dans les têtes de bassin versant modifie le fonctionnement général des écosystèmes, et plus particulièrement des zones humides (catalogue ACLIMO). Pour les écosystèmes en aval, cela crée un manque

d'eau, entraînant une perte d'habitats essentiels à de nombreuses espèces faunistiques et floristiques, une isolation des populations aquatiques, etc. (catalogue ACLIMO). Ces milieux peuvent également subir une augmentation de la température de l'eau, ainsi qu'une baisse de la concentration en O<sub>2</sub> et des sécheresses prolongées causant la mortalité de diverses espèces (catalogue ACLIMO). Pour finir, la diminution de la quantité d'eau peut augmenter la concentration de polluants dans les écosystèmes, pouvant avoir des conséquences sur l'accès à une ressource en eau de qualité, pour la consommation humaine par exemple (catalogue ACLIMO).

## II - II Les zones humides

Une zone humide, qu'est-ce que c'est ?

Avant de parler de zone humide, nous allons définir ce qu'est un bassin versant. Il s'agit d'un territoire géographique défini par des lignes de crêtes, qui correspond à la surface recevant les eaux de pluie qui circulent naturellement vers un même exutoire (cours d'eau ou nappe d'eau souterraine) (catalogue ACLIMO). Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéresserons plus particulièrement aux têtes de bassin versant, qui sont les parties amont du bassin versant, situées en montagne (catalogue ACLIMO). Ces espaces fournissent (quelque soit leur taille) 55 à 70 % de l'alimentation en eau des cours d'eau (catalogue ACLIMO).

Au sein de ces bassins versants, différentes zones humides se forment, créant ainsi des écosystèmes fragiles, sensibles au changement climatique et dont le fonctionnement est influencé par les précipitations et les activités humaines depuis plusieurs millénaires (GREC-SUD, 2018).

Une zone humide se définit (selon l'article L211-1 du Code de l'Environnement) comme une portion de territoire naturelle ou artificielle caractérisée par la présence d'eau de façon permanente ou temporaire. L'eau peut être stagnante, courante, douce, salée ou saumâtre. Un espace peut être considéré comme zone humide dès qu'il présente l'un des critères suivants : (CEN Isère, 2023 et arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) (voir annexe n°1)

- Ses sols correspondent à un ou plusieurs types pédologiques présentant des traces d'hydromorphie.
- sa végétation, si elle existe, est caractérisée par :
  - La présence d'espèces végétales hygrophiles
  - La présence de communautés végétales ou d'habitats caractéristiques

Il existe ainsi plusieurs typologies de zones humides, nous allons faire un détail des zones humides d'alpages : (CEN Isère, 2023)

- Les sources et les suintements : ce sont des petites zones humides correspondant à la zone où l'eau jaillit du sol, où la présence de l'eau est due à un écoulement.
- Les cours d'eau.
- Les prairies humides de hautes herbes : ce sont des prairies en eau au moins une partie de l'année, présentant des formations végétales herbacées supérieures à 40 cm.

- Les pelouses humides de basses herbes et tourbières : ce sont des zones humides qui présentent un horizon histique ; la tourbe, mais également une abondance de sphagnes (pour les tourbières acides) ou de carex (pour les tourbières alcalines).
- Les gouilles et les mares : ce sont de petites surfaces d'eau, de faible profondeur.
- Les lacs : ce sont des surfaces d'eau plus importantes (que les mares et les gouilles), avec une profondeur plus conséquente.

Ces différents types de zones humides ont des rôles variés et une biodiversité typique associée.

## Le rôle de ces écosystèmes en montagne

Ces milieux peuvent avoir différents rôles, aussi bien pour les écosystèmes eux-mêmes, que pour les activités humaines. En effet, les zones humides conditionnent la qualité des cours d'eau en jouant un rôle de filtration des polluants (catalogue ACLIMO). Elles permettent aussi une régulation des inondations et un soutien des cours d'eau lors des périodes d'étiage grâce à leur forte connectivité (catalogue ACLIMO). La période d'étiage se définit selon les agences de l'eau comme : "la période de l'année pendant laquelle les niveaux d'eau sont les plus bas" (Agences de l'eau, 2022).

Au-delà de ce rôle pour les écosystèmes, les zones humides offrent des services écosystémiques pour les humains. Elles ont tout d'abord une fonction hydrologique, en servant de zone tampon, offrant ainsi une protection contre les inondations, les risques d'érosion ou encore un stockage de l'eau. Ensuite, elles assurent une fonction biogéochimique, avec une rétention de matières en suspension, une accumulation de matière organique. Cela permet ainsi de stocker du carbone, de filtrer et d'épurer les eaux, etc. Pour finir, elles assurent une fonction écologique, en offrant des habitats spécifiques et diversifiés pour la biodiversité. De ce fait, cela crée des réservoirs de biodiversité, offrant des services récréatif et éducatif, mais aussi une production piscicole et fourragère (catalogue ACLIMO). Au niveau de l'activité pastorale, les zones humides offrent un service d'approvisionnement en eau, de qualité de l'eau pour l'abreuvement des animaux, un service de production fourragère (notamment en période de sécheresse),, etc (catalogue ACLIMO).

Pour conclure, le maintien en bon état des zones humides constitue l'un des enjeux essentiels pour la préservation et la qualité de la ressource en eau face au changement climatique.

## **II - III Problématique**

Nous venons de constater que la question de la ressource en eau est essentielle dans le contexte actuel du changement climatique de part les épisodes de fortes sécheresses de plus en plus fréquent l'été. En effet, la prise en compte des zones humides dans la gestion des espaces protégés est donc un enjeu primordial, que le parc national des Ecrins porte à travers le projet européen ACLIMO. Ce projet se concentre plutôt sur les zones humides d'alpages car elles jouent un rôle important dans l'économie montagnarde du territoire mais aussi sur les milieux agricoles en vallée, et ont une forte vulnérabilité face au changement climatique.

Le but de ce stage est de réaliser un état des lieux de ces zones humides d'alpages dans le cœur du parc national des Ecrins. Les résultats vont permettre de comprendre et anticiper les évolutions à moyen terme de ces espaces afin d'adapter les pratiques pastorales sur cet espace. Le but étant de concilier les usages anthropiques avec une préservation et une meilleure résilience de ces écosystèmes face au changement climatique. Nous avons ainsi formulé la problématique suivante pour essayer de répondre à nos différents questionnements.

### **“Comment les zones humides d'alpages du Parc national des Ecrins se répartissent-elles sur le territoire, et quels usages anthropiques s'y exercent ?”**

Cette question soulève plusieurs hypothèses auxquelles nous allons essayer de répondre à travers l'analyse des résultats :

- La topographie et l'emplacement géographique d'une zone humide a-t-elle une incidence sur son type de milieu et les pressions anthropiques qui s'y exercent ?
- La pente influence-t-elle la taille de la zone humide ?
- L'ensemble des zones humides sont-elles concentrées entre 1800 et 2600 m d'altitude ?
- Est-ce qu'il y a un schéma de répartition des zones humides dans les alpages du cœur de parc ?
- Les pressions anthropiques sont-elles importantes sur notre zone d'étude ?

## **III - Cadre méthodologique**

### **III - I Intégration au sein du PNE**

#### Dans l'équipe

Pour réaliser l'ensemble de ces missions variées, nous avons d'abord formé un binôme avec Garance COQUEREAU qui a été recrutée en tant que stagiaire sur la même période et mission. Cela a toujours permis de travailler à deux et donc de gagner en efficacité. L'arrivée d'un troisième stagiaire, Renaud POUCHAIN, a été très utile pour compléter l'équipe en particulier sur les phases de terrain. Nous avons donc été intégrés au service aménagement, mais nous ne travaillerons que très peu avec eux en dehors de Léa MARGAILLAN qui est chargée du projet ACLIMO et maître de stage. C'est pourquoi notre environnement de travail est principalement composé de Cédric DENTANT qui apporte une grande expertise sur la compétence botanique et une aide aux relevés, Léa MARGAILLAN pour l'aspect organisationnel et un guidage dans les réflexion et l'analyse liée aux données du projet, et les différents gardes qui ont permis d'optimiser les phases de terrain en renforçant les effectifs et en apportant leur expertise du terrain.

#### Organisation du travail

L'organisation temporelle de cette mission se découpe en 3 grandes parties (voir annexe 2). La première est dédiée à la bibliographie ainsi qu'à l'étude des données existantes de mai à juin. Cette phase a permis d'appréhender le projet et la thématique ainsi que de comprendre les données que nous devrons analyser et préparer l'automatisation des traitements. La pré analyse réalisée avant le terrain permet de gagner du temps sur l'analyse réelle à effectuer dans un lapse de temps très court après celui-ci.

La deuxième partie est la récolte de données sur le terrain grâce aux inventaires, celle-ci se concentre sur juillet et début août pour des raisons de météo et de période de floraison des plantes indicatrices de zone humide.

La dernière partie est l'analyse des données récoltées avec les traitements préparés en première partie de stage pour exploiter ces informations, cela se concentre sur fin août.

Enfin en parallèle de cette organisation, la rédaction de ce mémoire est transversale sur toute la période de stage.

### **III - II Missions effectuées**

Au cours du stage, plusieurs missions ont été réalisées. En premier lieu, une phase de consultation et de synthèse d'éléments bibliographiques en lien avec les trois thématiques principales du stage, l'eau, le changement climatique et les zones humides. Cette synthèse ayant pour but de dresser un état de l'art de la gestion de la ressource en eau en montagne, les modifications liées au changement climatique et le rôle central des zones humides dans la

résilience de ces territoires. Les connaissances acquises au travers de cet exercice ont permis d'apporter un éclairage sur l'intérêt et les apports d'un inventaire à l'échelle du Parc national. A la suite de ce travail de recherche, la partie de terrain a pu démarrer. Celle-ci représente la mission principale du stage et également celle demandant le plus de temps. Elle se découpe en deux phases, d'abord l'organisation avec l'ensemble des agents présents sur le terrain qui vont apporter leur aide, afin d'optimiser le temps et les trajets. Puis la récolte des données en réalisant l'inventaire des zones humides sur tous les alpages en cœur de parc, au travers de journées d'inventaire à parcourir le plus possible l'espace pour trouver le maximum de zones humides.

Enfin, une fois l'ensemble des données récupérées, leur analyse permet de faire ressortir les particularités des zones humides en fonction de différents critères ayant une entrée plutôt spatiale et topographique.

### **III - III Méthodes appliquées**

#### Méthode d'inventaire

##### 1. Les alpages, unité fonctionnelle couverte par l'inventaire des zones humides

L'unité géographique choisie pour l'inventaire des zones humides est celle de l'alpage, le prisme de l'inventaire étant celui de l'interaction entre les zones humides et le pastoralisme, ainsi que les autres activités qui se développent sur les alpages. Les contours des unités pastorales sont clairement définis. L'objectif étant l'inventaire exhaustif au sein de chaque alpage, le travail de terrain nécessite d'évoluer en terrain montagnard hors sentiers. L'effort d'inventaire exclut les zones entièrement minérales ou constituées de glaciers.

Plusieurs contraintes sont entrées en jeu pour planifier l'inventaire des zones humides :

- Les alpages couvrent environ 40% de la surface du Parc national des Ecrins, ce qui représente une surface importante à parcourir de la manière la plus exhaustive possible.
- La période de prospection est limitée à 3 mois environ en été, en raison de l'apparition tardive des plantes indicatrices de zones humides avec la neige.
- La période du projet ACLIMO est de 3 ans soit 3 possibles périodes d'inventaire des zones humides. La continuité de l'inventaire par-delà le projet ACLIMO n'est pas exclue, mais le Parc ne peut le garantir étant donné que la chargée de projet ne sera plus présente pour piloter l'inventaire.
- Dans les territoires de montagne, l'été est la période à laquelle les missions de terrain sont préférentiellement réalisées en absence de neige. Les gardes du PNE ont donc une charge de travail importante à cette période.

Pour ces différentes raisons, la chargée de projet ACLIMO a décidé de limiter l'inventaire des zones humides à certains alpages seulement. Le choix a porté sur les alpages situés en cœur de Parc, afin d'améliorer les connaissances sur les zones humides où le PNE dispose de leviers d'action facilités pour les préserver. D'autres alpages hors cœur ont également été

ajoutés à la liste des alpages à prospector, lorsque les techniciens patrimoine des différentes implantations identifiaient des enjeux sur les zones humides de ces alpages.

## 2. Les informations à relever par zone humide

Un formulaire est rempli pour chaque zone humide rencontrée sur le terrain. Ce formulaire reprend la méthode déjà couramment utilisée par les Conservatoires d’Espaces Naturels (CEN) Provence-Alpes-Côte d’Azur (PACA) et Isère, elle-même issue d’un protocole de l’Agence de l’Eau (AE) (voir annexe 3). L’objectif était de reprendre au maximum cette méthode (structure du formulaire, champs...) pour que les données issues de l’inventaire du PNE puissent être partagées et stockées dans les bases de données régionale (PACA) et départementale (38), contribuant ainsi à l’effort national d’inventaire des zones humides. Les différents champs du formulaire ont néanmoins été adaptés par la chargée de projet ACLIMO et le botaniste du PNE, à la fois au contexte propre aux alpages et à la chaîne de travail identifiée au sein du PNE.

L’inventaire des zones humides repose en partie sur les agents du PNE (réalisation en interne) pendant les 3 ans du projet ACLIMO, et sur des prestataires botanistes recrutés pendant l’été 2025 (réalisation externe). La chargée de projet ACLIMO coordonne l’action, notamment avec l’aide de stagiaires pendant l’été 2025. Pour que l’inventaire se déploie à large échelle en interne, la méthode se devait d’être accessible par tous les agents de terrain et réaliste quant à la charge de travail qu’elle implique. Pour cela, il a été fait le choix de supprimer certains champs de la méthode des CEN/AE, après test sur le terrain avec des gardes. Pour familiariser les gardes avec la flore des zones humides, le botaniste du PNE a créé une liste des 40 espèces étant les plus susceptibles d’être présentes sur la majorité des zones humides du Parc et facilement reconnaissables. En effet, le choix a été fait de ne baser la reconnaissance des zones humides que sur les indices hydrologiques et botaniques, en excluant les indices pédologiques qui impliquent le transport d’une tarière en terrain montagnard. Des guides d’aide à l’identification, facilitant le remplissage du formulaire, ont été créés et diffusés en interne pour faciliter la prise en main de l’inventaire.

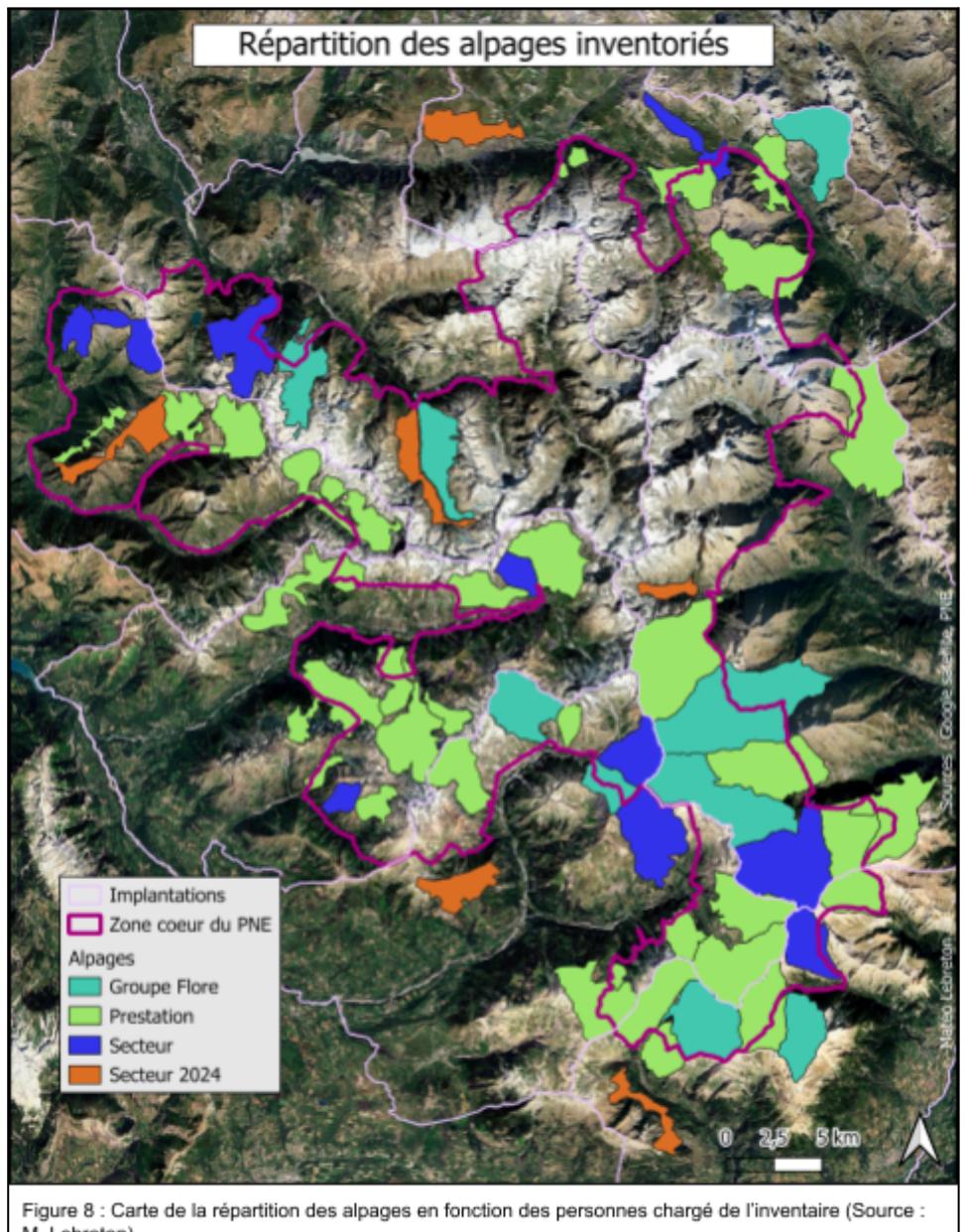
## Phase de terrain

Afin de récolter l’ensemble des informations prévus par le protocole sur le terrain il a été choisi d’utiliser une application de prise de données terrain sur le téléphone professionnel des agents, cette application est “ODK collect”. Elle permet de créer un formulaire avec des questions ouvertes ou fermées à remplir et intègre également un aspect cartographique qui permet de délimiter le contour de la zone humide avec un polygone. Une fois le formulaire finalisé, il est envoyé via une connexion internet vers une base de données où sont stockés tous les formulaires. Cette base de données est consultable en ligne via un projet Lizmap. L’application ODK est gratuite et utilisée dans d’autres protocoles du PNE.

Les différents alpages concernés par l’inventaire ont été partagés entre trois groupes d’inventaires (figure 8) :

- Les secteurs où ce sont les gardes du secteur aidés des stagiaires ACLIMO et la chargée de projet ACLIMO qui prospectent,
- Le groupe flore où ce sont les gardes faisant partie de ce groupe opérationnel ainsi que le botaniste du Parc et les stagiaires ACLIMO qui sont chargés de l'inventaire,
- Et enfin les prestataires. Ceux-ci ont été recrutés lors d'un appel d'offre pour compléter l'effort d'inventaire fourni en interne au PNE. Ces prestataires sont un regroupement de botanistes professionnels travaillant seuls ou en bureau d'étude.

Dans le but d'optimiser la prospection, nous nous répartissons dans l'espace en binômes fonctionnels avec un téléphone pour la prise de données et au moins une personne en mesure d'identifier les espèces et/ou connaissant déjà le terrain. Cette répartition était effectuée en fonction de la topographie de chaque alpage ainsi que les sous bassin versants de celui-ci. Pour aider à délimiter les zones pour chaque groupe nous nous appuyons sur la carte IGN mais aussi le travail de prélocalisation des zones humides effectué par PatriNat mais aussi par l'atlas DELPHINE (figure 9). Ces prélocalisations permettent de concentrer les efforts dans des zones où il y a de fortes chances de trouver des zones humides. En plus de celles-ci, les données d'observations antérieures des espèces indicatrices peuvent guider les recherches (figure 9).



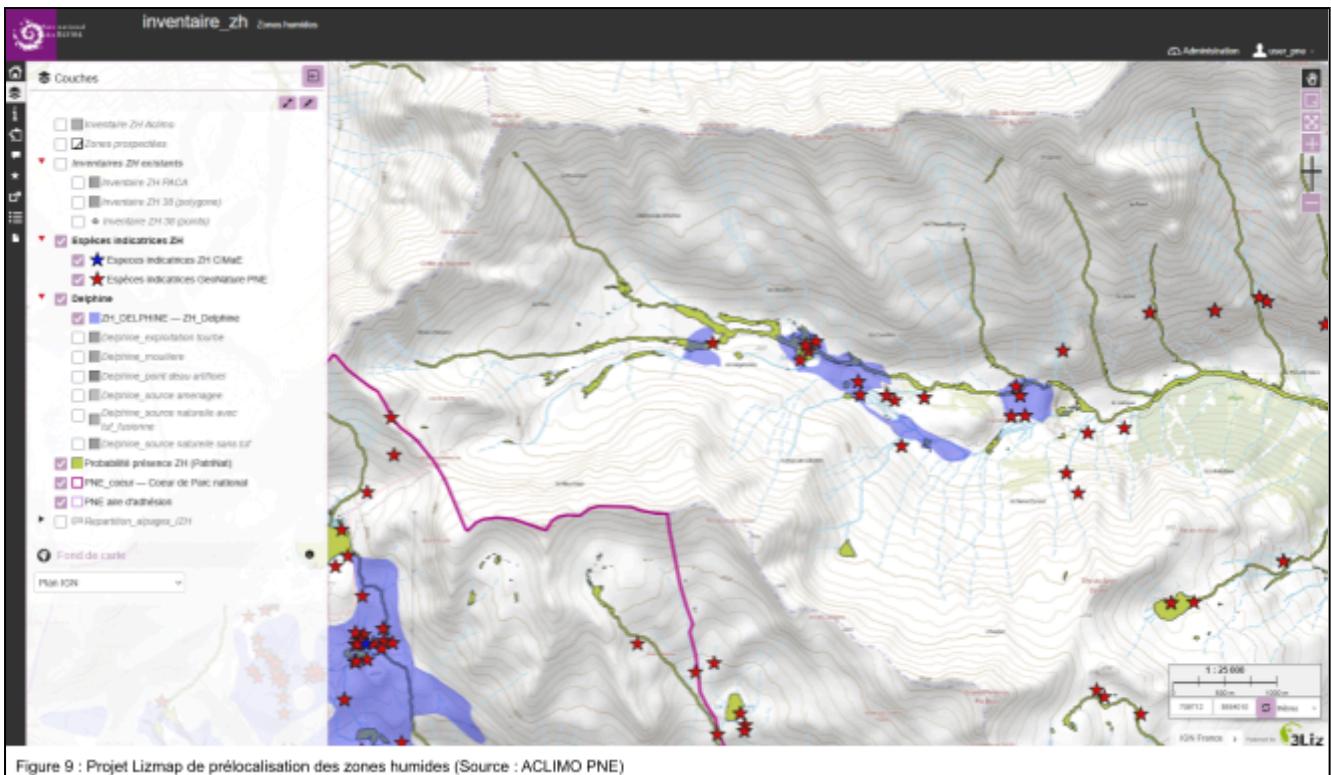


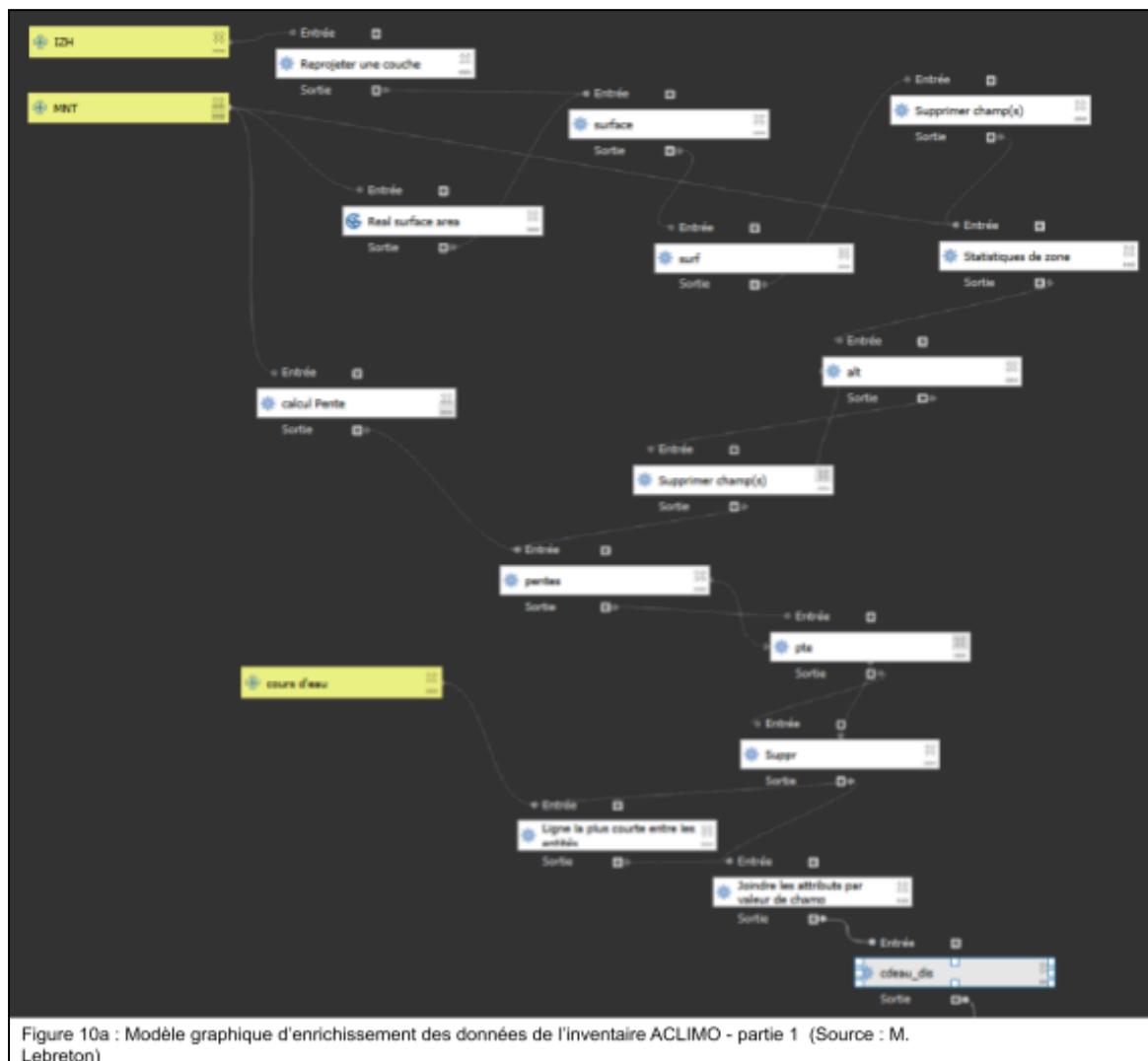
Figure 9 : Projet Lizmap de prélocalisation des zones humides (Source : ACLIMO PNE)

Une fois l'alpage parcouru dans son ensemble, une dernière donnée doit être enregistrée cette fois sur un projet Lizmap issu de la base de données. C'est la donnée de la zone prospectée sur l'alpage car la topographie parfois compliquée et le manque de temps empêchent la prospection sur chaque mètres carré notamment en haut de versant. La création de ces polygones est nécessaire pour avoir une idée plus précise de la surface réellement inventorier au cours du protocole. Cela apporte des données d'absence primordiales pour une analyse rigoureuse des données, et pour faciliter la répartition de la prospection entre agents d'une session d'inventaire à l'autre.

### Angle d'analyse

Après avoir récolté toutes ces données, il faut maintenant les traiter et les analyser pour faire ressortir les caractéristiques des zones humides des alpages des Ecrins, approximées par l'échantillon que constitue la base de données créée. Pour cela nous avons un grand nombre d'informations dans la base de données regroupant toutes les zones humides inventorierées. La base de données est constituée d'une ligne par zone humide inventoriée, soit 2053 lignes, avec autant de colonnes que de champs renseignés dans le formulaire. Nous allons l'enrichir en croisant l'information de la localisation de la zone humide avec d'autres données telles que le Modèle Numérique de Terrain (MNT) du Parc, le réseau hydrographique et le réseau de sentiers. Les informations ajoutées sont essentiellement liées à l'aspect spatial de la zone humide (surface, altitude, pente, distance au cours d'eau et sentier le plus proche ou densité de zones humides à proximité). L'ajout de ces données permet d'avoir des informations précises et objectives sur chaque zone humide en comparaison des données déjà présentes dans le formulaire qui sont basées sur une interprétation de ce qui a été vu sur le terrain.

Pour ajouter ces nouveaux champs, il faut créer une chaîne de traitement via le modeleur graphique présent dans Qgis (figure 9). Celui-ci permet de paramétrer les différents modules de traitement que l'on souhaite faire subir à notre couche de base et d'automatiser ce processus. Ces différents modules vont aller chercher dans toutes les couches qui lui sont données en entrée pour réaliser des calculs et remplir les champs avec les informations souhaitées. Le résultat au bout de la chaîne de traitement est une couche unique complétée avec l'ensemble des données récupérées au cours du modèle. Autrement dit, la base de données est complétée par de nouveaux champs (colonnes) pour toutes les zones humides inventoriées (lignes). Chacun des blocs dans le modèle suivant effectue une action qui modifie la couche et l'ordre des modifications permet d'avoir une couche correctement



paramétrée en sortie (figure 10).

Les données ajoutées sont récupérées dans la BD topo de l'IGN pour les cours d'eau et les sentiers et dans la BD alti de l'IGN pour le MNT qui sert à calculer l'altitude et la pente. De plus, pour réaliser la connectivité, un buffer de 150 m autour de chaque zone humide est réalisé pour compter combien d'entre elles se trouvent dedans. Cette distance a été définie par rapport à la moyenne de la distance maximale que peuvent parcourir certaines espèces d'amphibiens entre deux zones humides.

Pour les distances au cours d'eau et sentiers, c'est la distance en ligne droite vers la plus proche entité de ces couches qui est calculée. Cette distance est calculée à vol d'oiseau sans prendre en compte le relief ce qui fausse légèrement les résultats qui sont plus courts que dans la réalité.

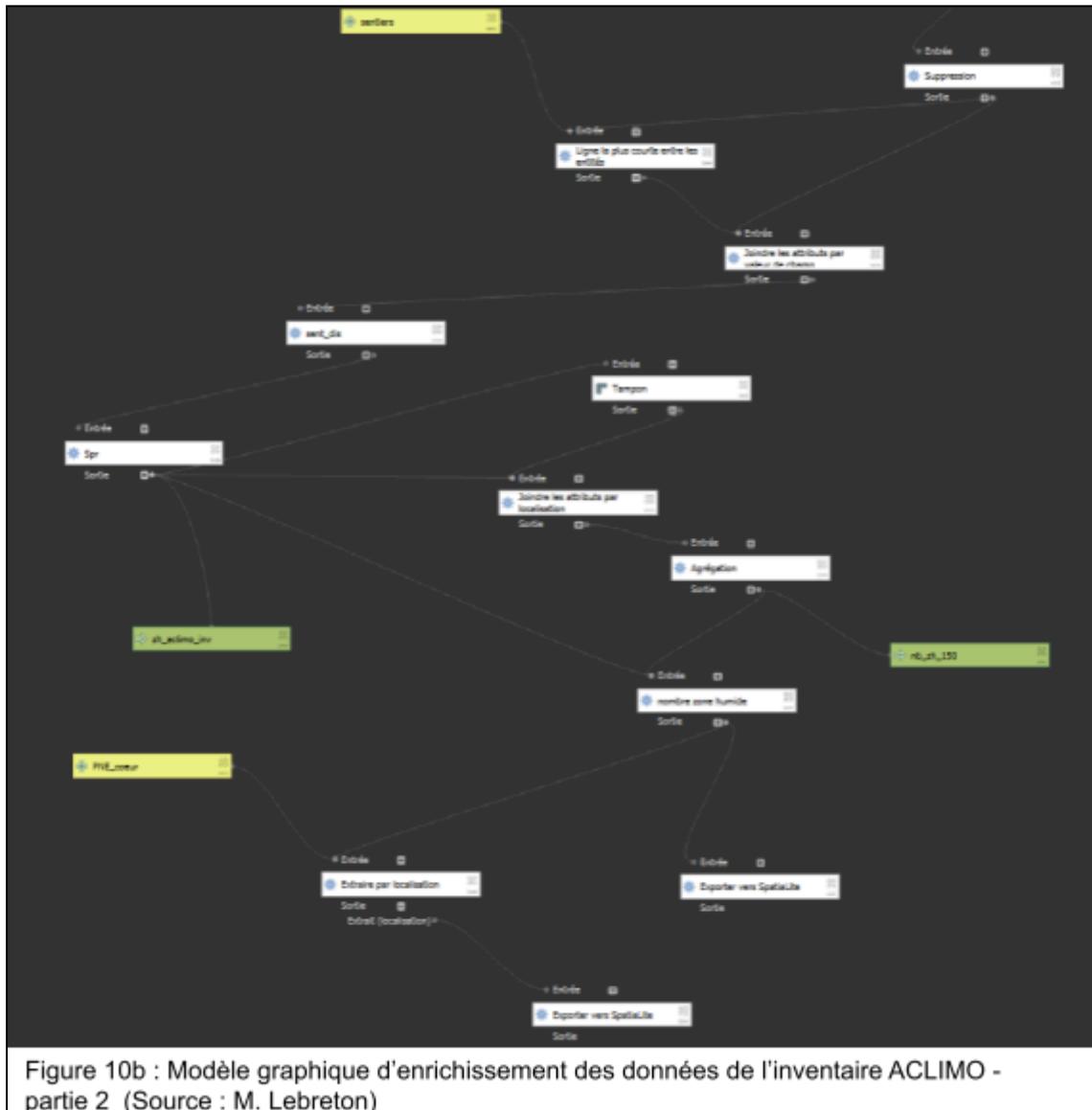


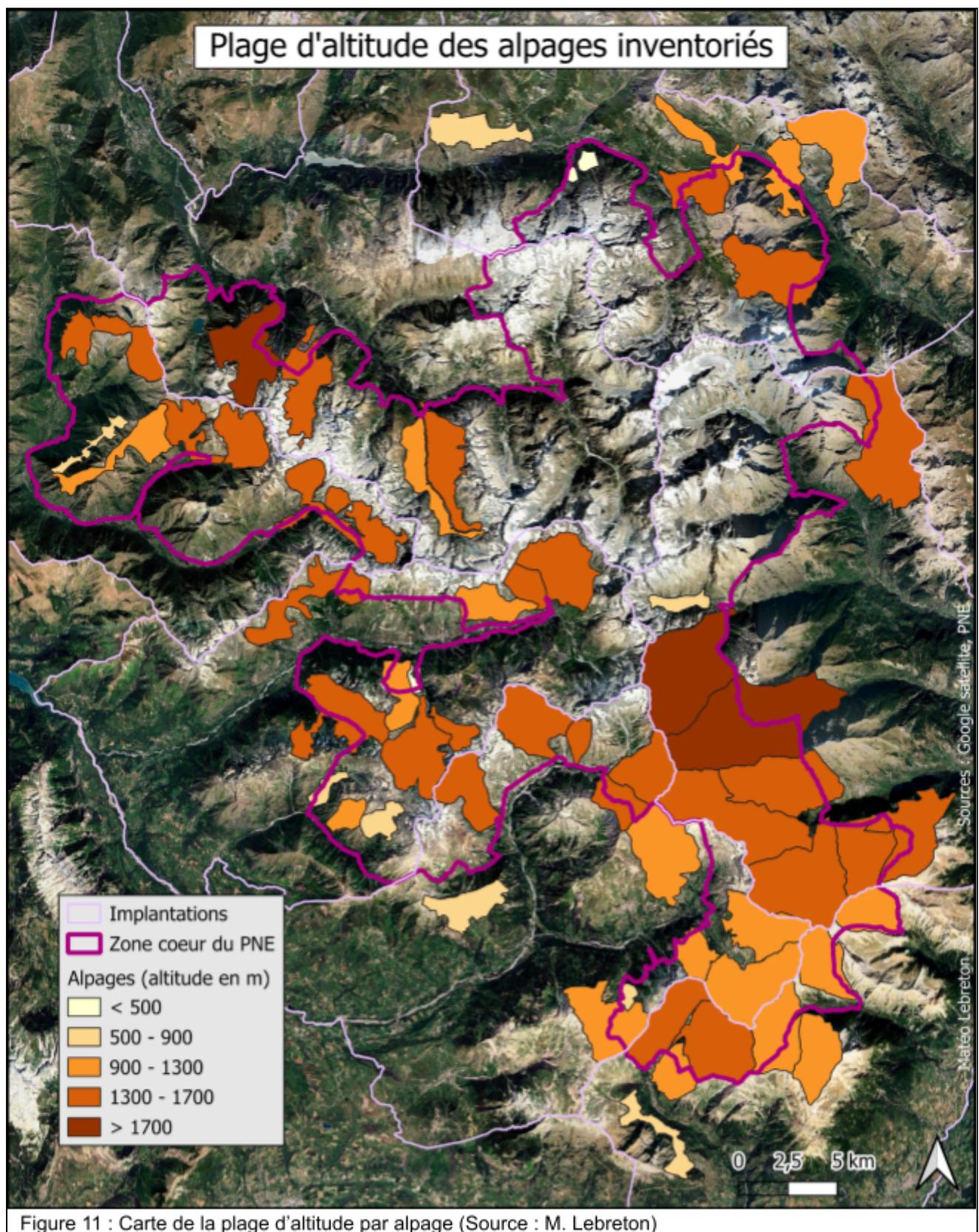
Figure 10b : Modèle graphique d'enrichissement des données de l'inventaire ACLIMO - partie 2 (Source : M. Lebreton)

Une fois la couche prête, il va être possible de l'exploiter de deux manières. Dans un premier temps, via un aspect spatial toujours sur Qgis avec la création de cartes pour avoir une représentation visuelle des données et notamment de la répartition dans l'espace en fonction de différents critères.

Dans un deuxième temps, via un aspect statistique sur Rstudio avec la réalisation de graphiques descriptifs ayant pour but de mieux identifier les caractéristiques principales des zones humides et voir les facteurs qui influencent la disposition spatiale de celles-ci. Ce traitement de visualisation passe par la création d'un script R qui va d'abord nettoyer les données avant d'associer les variables pour essayer de faire ressortir des dynamiques ou des corrélations entre elles. Cet aspect de l'analyse a été traité en collaboration directe avec Garance COQUEREAU.

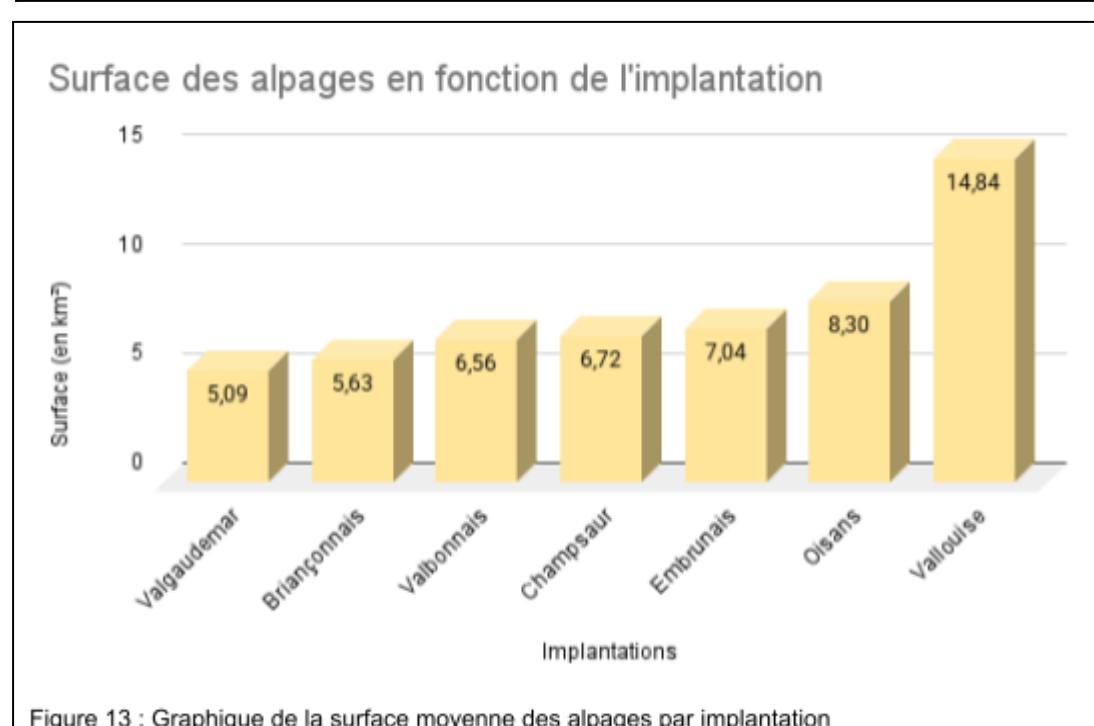
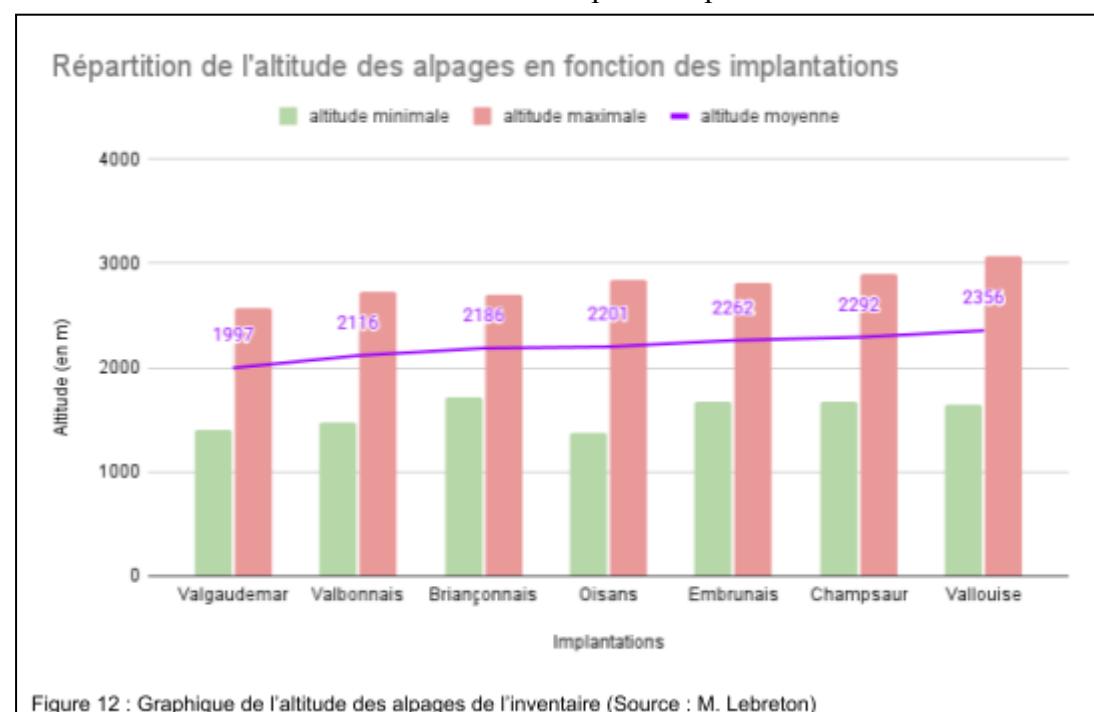
## IV - Résultats

### IV - I Les alpages du cœur de Parc



Les alpages sont analysés en premier, de manière descriptive, car ils sont l'unité fonctionnelle servant de base à l'inventaire. De plus, cela permet de mieux comprendre certains résultats obtenus lors de l'analyse des données de zones humides inventoriées.

Dans un premier temps, nous pouvons remarquer que les alpages du cœur de Parc ont une large amplitude altitudinale comprise en majorité entre 900 et 1700 m (figure 11). L'altitude moyenne de ces alpages est de 2201 m et le Valgaudemar abrite les alpages les plus bas et les plus petits du Parc à l'inverse de la Vallouise qui possède les plus hauts et vastes (figure 12 et 13). Cependant, ces informations sont à relativiser avec la méthode de découpage des alpages qui est effectué en fonction des vallons et remonte donc jusqu'aux crêtes et sommets, avec des altitudes maximales proches de 3000 m. Or les hauts de versants sont des espaces minéraux et difficiles d'accès où les bêtes ne pâturent pas.



## IV - II Les zones humides

### Les physionomies d'habitats des zones humides

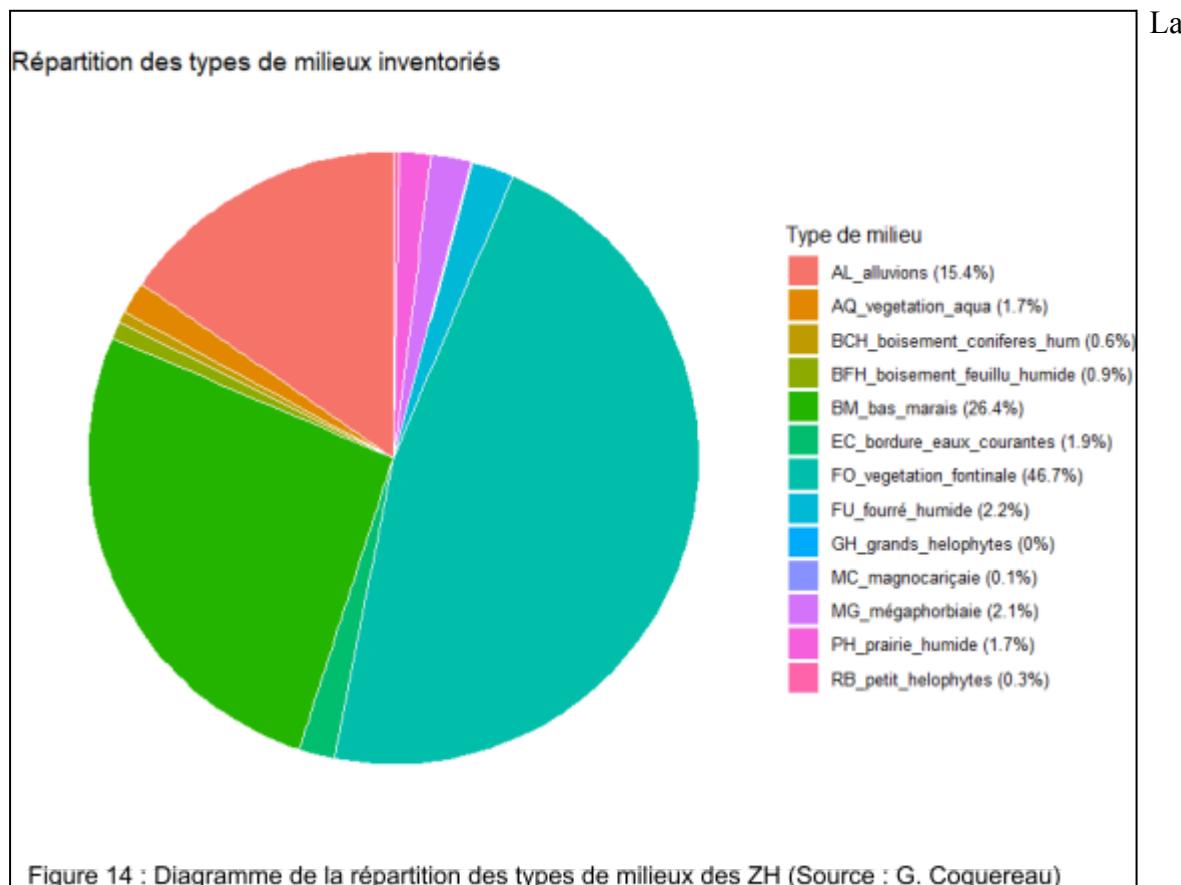


figure 14 témoigne de la grande diversité des milieux identifiés comme zones humides sur les alpages du cœur du PNE. Trois milieux sortent du lot :

- Les sources et mouillères sont les zones humides les plus présentes sur les alpages inventoriés (46,7%). Ces milieux présentent une végétation fontinale dominée par les bryophytes, avec une végétation peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (*Epilobium alsinifolium*, *Saxifraga aizoides*, *Carex frigida*) qui colonise les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants. Ces milieux imbibés en permanence apparaissent rapidement quand l'eau est présente, même en petite quantité et temporairement.
- En second, nous trouvons les bas marais avec un pourcentage de 26,4%. Il s'agit de formations basses dominées par des cypéracées de petite et moyenne taille à nappe d'eau proche ou juste au-dessus de la surface. On y retrouve les communautés riveraines des sources et des ruisseaux de montagne, avec une riche flore arctico-montagnarde.
- Enfin, les alluvions sont la troisième physionomie d'habitat la plus représentée (15,4%). Il s'agit des torrents à régime nival, avec un bilan hydrique déficitaire sur un substrat drainant. Ce sont des milieux dominés par des formations très ouvertes pionnières car régulièrement perturbés par l'apport de matériaux grossiers et d'eau à fort débit.

Certaines autres physionomies d'habitats sont peu présentes et cela peut s'expliquer par le fait que l'inventaire a été effectué sur les alpages, donc la végétation est en majorité herbacée. C'est notamment le cas des boisement de feuillus et de conifères ou les mégaphorbiais qui sont respectivement des formations végétales arborescentes, arbustives et de grandes herbacées.

## Caractéristiques topographiques et spatiales des zones humides

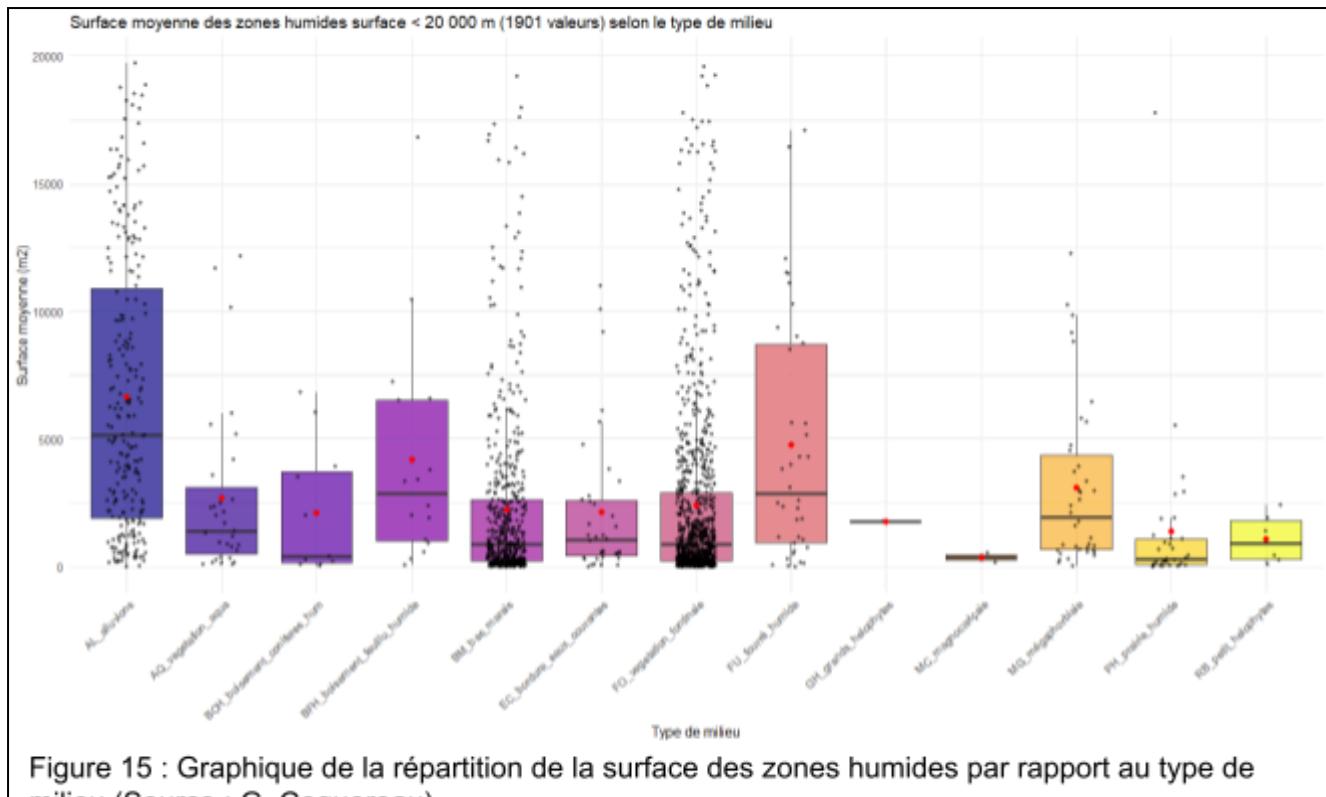


Figure 15 : Graphique de la répartition de la surface des zones humides par rapport au type de milieu (Source : G. Coquereau)

Ces milieux peuvent avoir une taille variable même si certains sont plus susceptibles d'occuper des espaces plus vastes. C'est notamment le cas des boisements ou des mégaphorbiais et fourrés humides qui sont plutôt présents en bas des alpages (figure 15). Cela peut s'expliquer par l'étagement altitudinal de la végétation : ce sont des milieux de l'étage subalpin avec un état climacique arboré contrairement aux alpages présents à l'étage alpin qui a un état climacique de prairie herbacée (voir annexe 4). Ces formations s'étalent facilement sur les bas de versant et occupent rapidement l'espace.

A l'inverse, on observe également des zones humides de plus petite taille et plus hautes en altitude comme les bas marais, les mares avec végétation aquatique ou la végétation fontinale (figure 15 et 16). Ceux-ci requièrent des conditions précises de topographie plus rares en altitude ce qui les contient à des surfaces plus faibles.

Néanmoins, il ne faut pas négliger l'influence que peut avoir le type de milieu sur la précision de la surface de la zone humide telle que inventoriée. En effet, des milieux difficiles d'accès (végétation dense, forte pente) auront leur contour tracé à la main sur l'application ODK de manière plus approximative, en suivant les indices d'humidité sur une photo aérienne, que si l'agent pouvait en faire correctement le tour.

### Altitude moyenne des zones humides selon le type de milieu

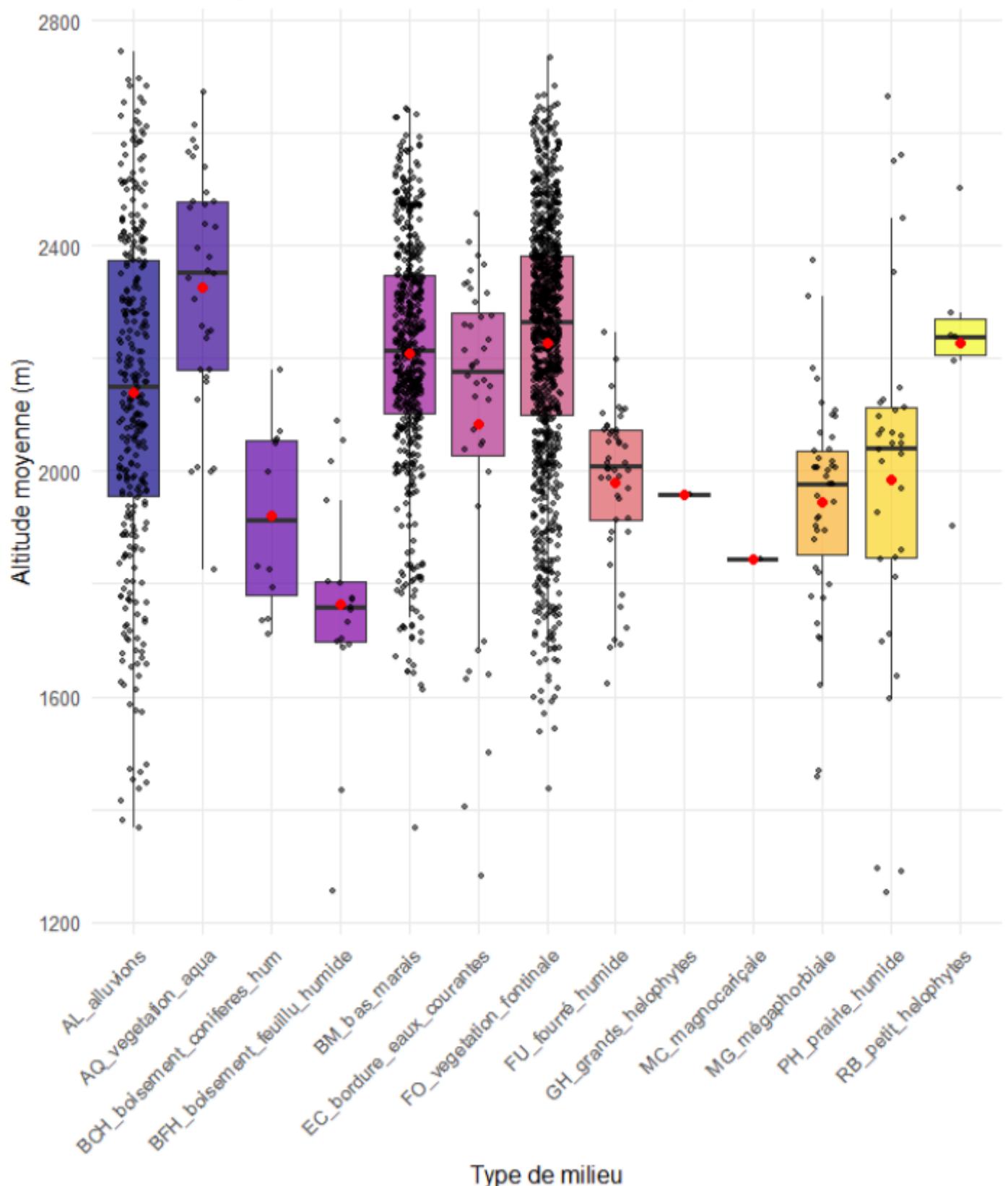


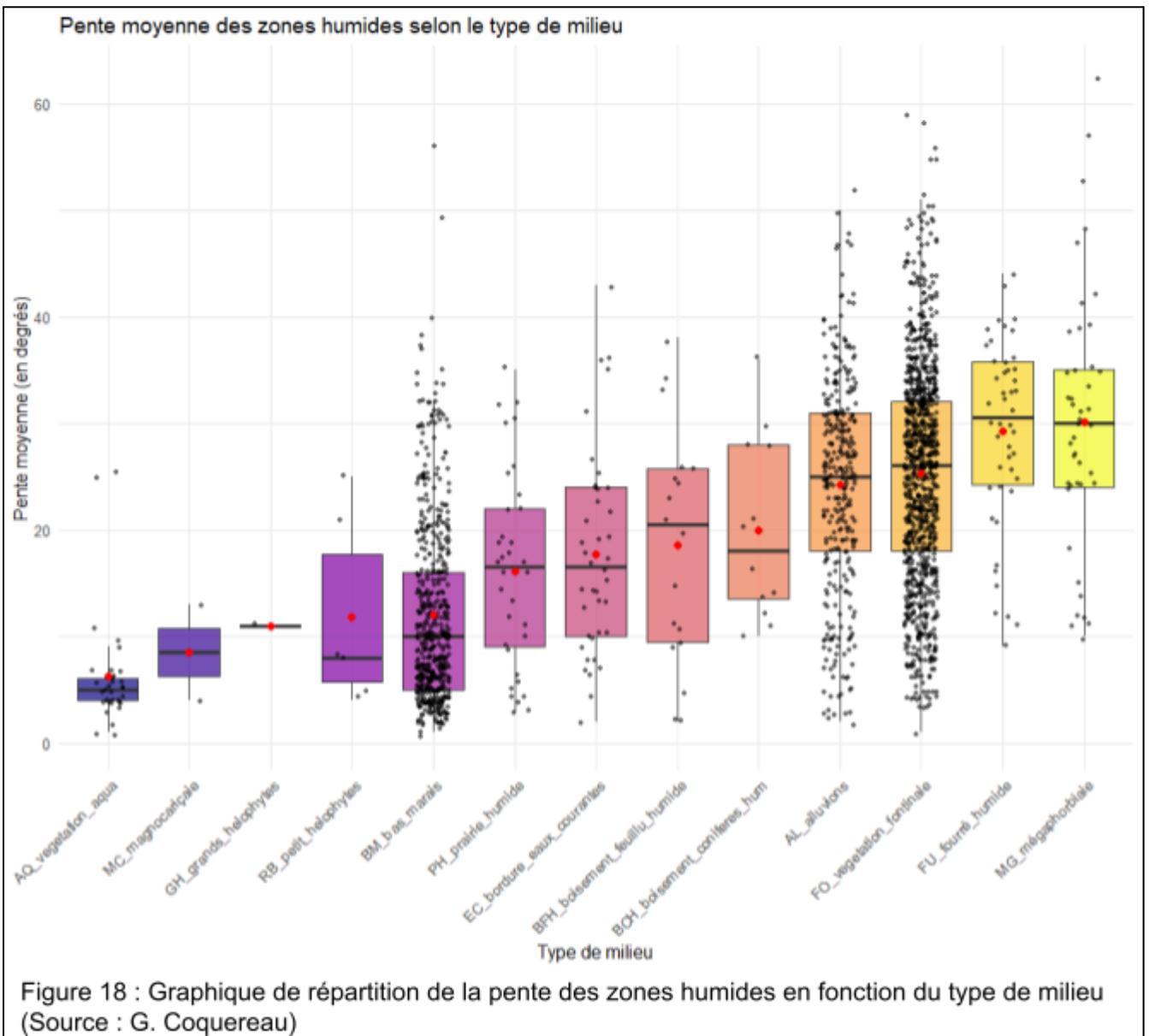
Figure 16 : Graphique de la répartition du type de milieux en fonction de l'altitude  
(Source : G. Coquereau)

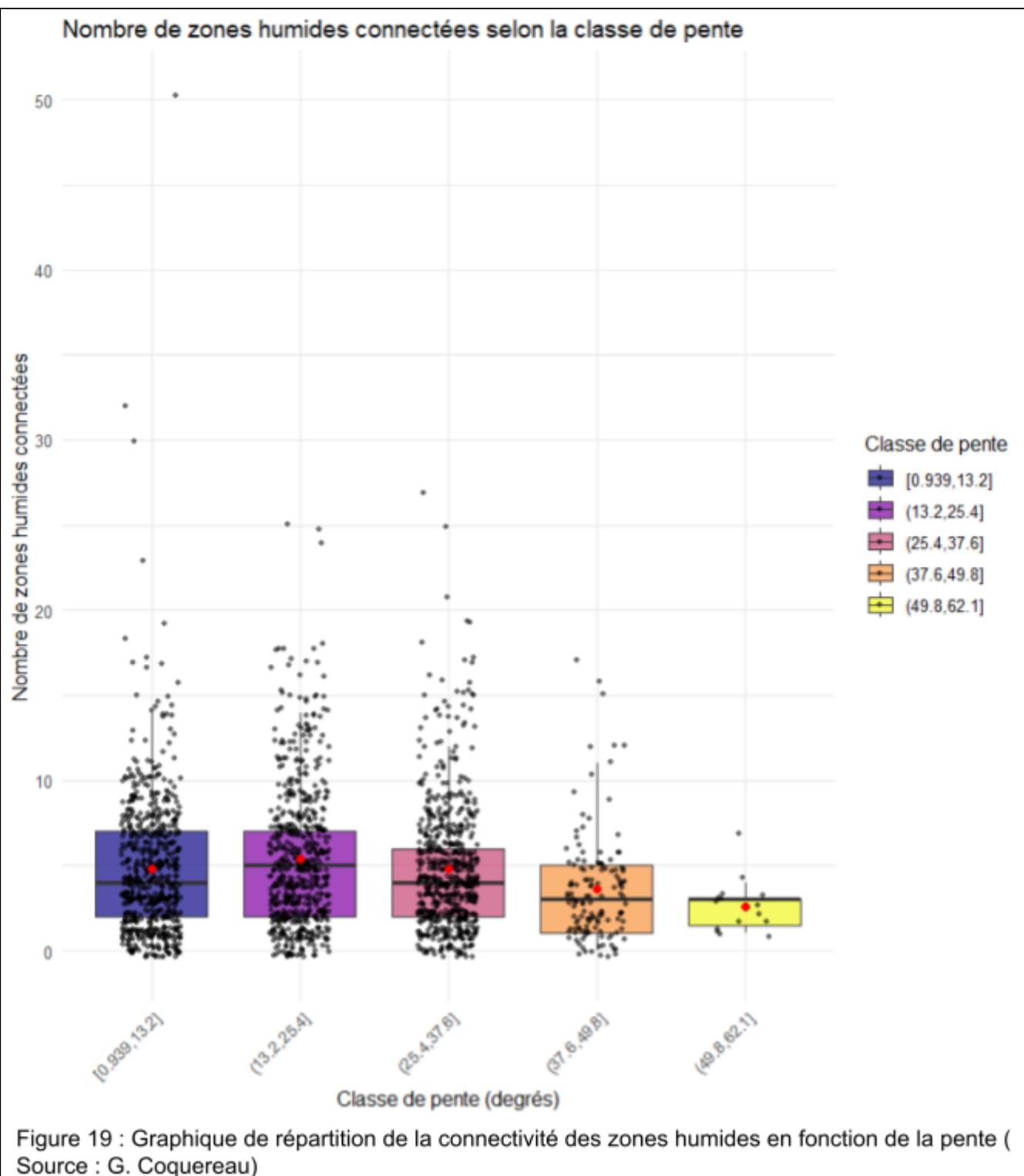
La pente joue également un rôle dans le type de milieu observé d'une zone humide (figure 18). Le test statistique anova (analysis of variance) montre que les types de milieux observés présentent des pentes différentes, au moins pour certains types de milieux.(figure 17). En effet, c'est lorsque la pente s'adoucit et que l'eau ralentit, qu'une grande partie des zones humides sont créées en permettant à l'eau de rester plus longtemps au même endroit. C'est le cas des bas marais qui se forment dans des creux et des replats d'altitude ou encore les mares avec végétation aquatique ayant le même fonctionnement, ces milieux ont donc une pente faible (figure 18). A l'inverse, certains milieux se caractérisent par des pentes plus fortes, tels que les alluvions ou les sources : l'eau n'y stagne pas et s'écoule vers le bas, induisant un certain type de végétation. La topographie et l'hydrologie jouent donc un rôle prépondérant dans l'apparition et la définition du milieu d'une zone humide.

```
> Anova(lm_test)
Anova Table (Type II tests)

Response: pentes_moy
          Sum Sq Df F value    Pr(>F)
type_milieu 80956  12 70.879 < 2.2e-16 ***
Residuals 193978 2038
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

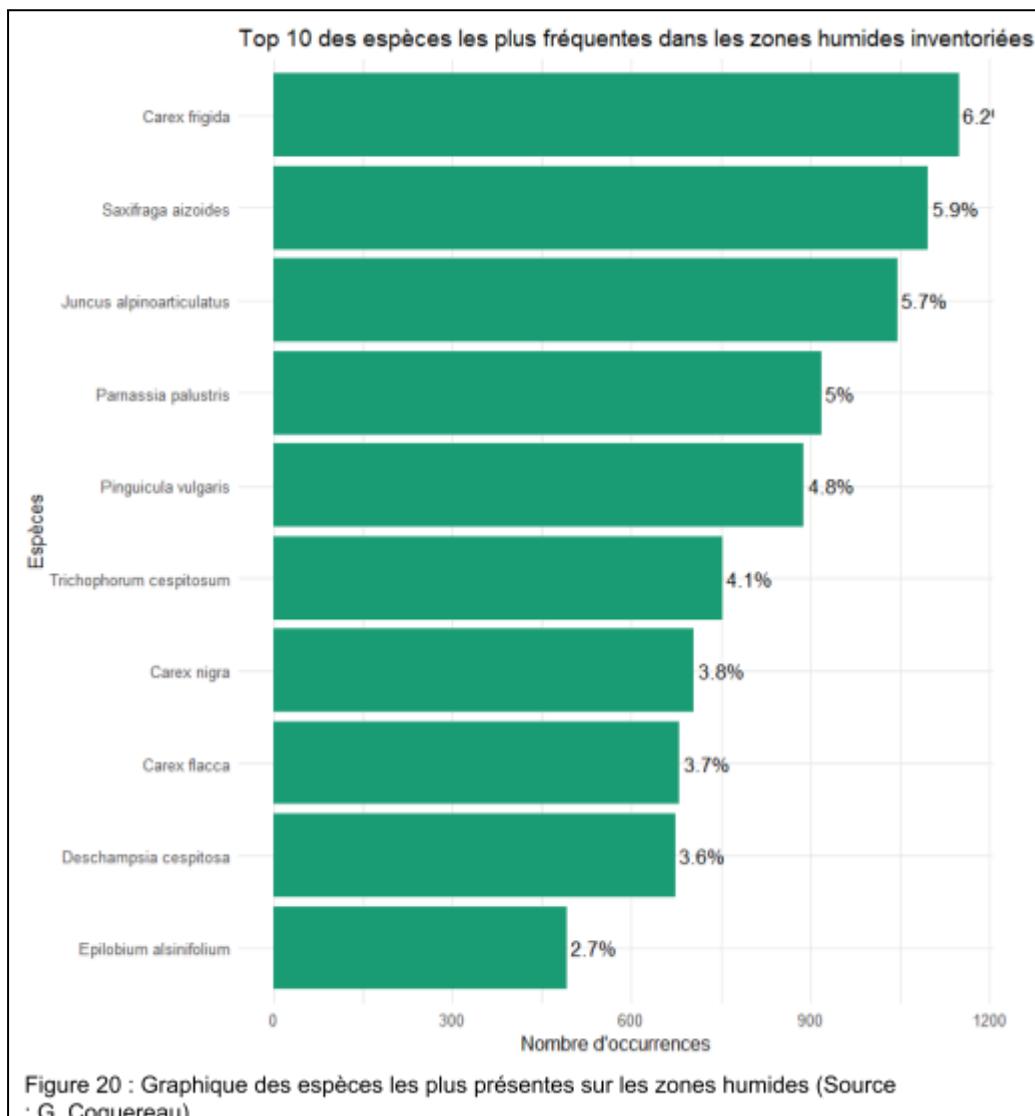
> Figure 17 : Test statistique anova des moyennes de pente en fonction du type de milieu  
(Source : G. Coquereau)





Cette pente a aussi un impact sur la densité et la connectivité de ces zones humides (figure 18). Plus la pente va être forte, moins les ZH seront présentes car le milieu sera trop minéral, soumis à une érosion qui ne permet pas l'établissement d'une végétation. La pente implique un écoulement direct de l'eau vers l'aval, qui ne permet pas de créer des connexions avec d'autres zones humides proches. Cet isolement pour les zones humides de pente peut diminuer leur résilience face aux perturbations (dont le changement climatique), à la fois pour le milieu en lui-même et pour la biodiversité qu'il abrite.

## Richesse spécifique des zones humides



Cet inventaire présente une entrée botanique passant par la reconnaissance d'espèces indicatrices. Plusieurs espèces ressortent plus que d'autres, cependant il faut prendre en compte le biais observateur qui est important. En effet, certaines plantes sont plus difficiles à reconnaître que d'autres, et des agents peuvent avoir des facilités avec quelques espèces "repère" qu'ils inventoriaient plus régulièrement. Cela entraîne des résultats qui ne reflètent pas forcément la réalité de la rareté de certaines plantes sur le terrain. Néanmoins, le top 10 des espèces les plus fréquentes est cohérent avec la fréquence des types de milieux observés. En effet, plusieurs espèces ont un milieu de prédilection où elles auront plus de chances d'être présentes. C'est le cas du *carex frigida* (figure 21) qui est présent surtout dans les bas marais et la végétation fontinale qui font partie des milieux les plus inventoriés, mais peut se retrouver dans d'autres milieux. C'est également le cas pour la *saxifraga aizoides* (figure 22) qui est inféodée à la végétation fontinale et aux alluvions, qui sont aussi des milieux très présents dans l'inventaire. Il est donc normal de retrouver ces deux plantes au sommet du graphique de fréquence des espèces inventoriées (figure 20).

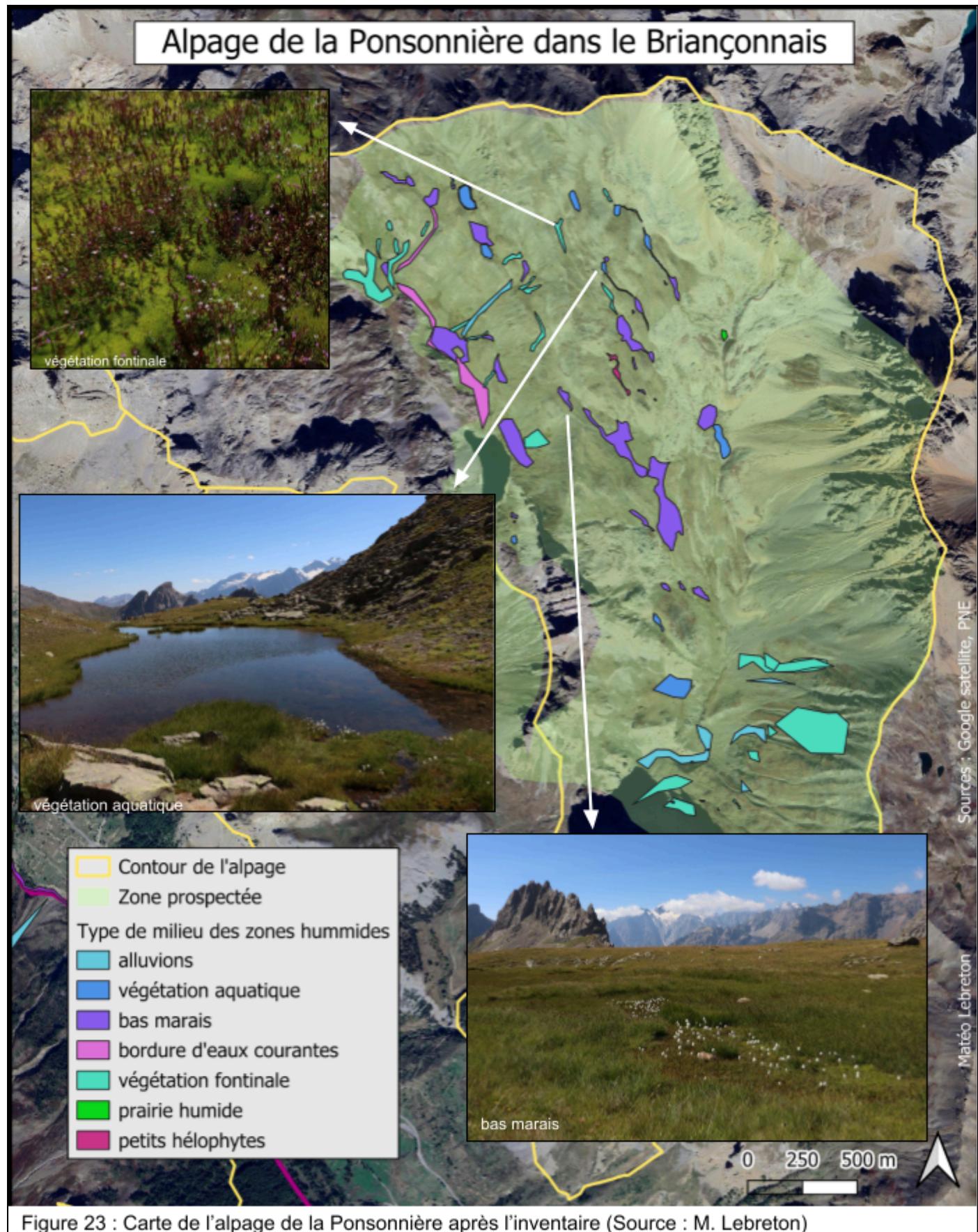


Figure 21 : *Carex frigida* (Source : M. Lebreton)



Figure 22 : *Saxifraga aizoides* (Source : M. Lebreton)

Exemple de l'alpage de la Ponsonnière dans le Briançonnais



Comme nous l'avons vu, la topographie influence le type de milieu et elle joue donc également un rôle dans la répartition des zones humides dans l'espace. On peut le voir sur l'exemple de l'alpage de la Ponsonnière qui est représentatif des zones humides des Ecrins et de leur organisation spatiale sur les alpages (figure 23 et 24). Les bas marais et la végétation aquatique étant dans des zones plus plates, ils se retrouvent au centre des vallons là où la pente s'adoucit. Quand on s'éloigne du centre et que la pente se raidit, ils disparaissent au profit de la végétation fontinale ou des alluvions qui sont de plus en plus présents.

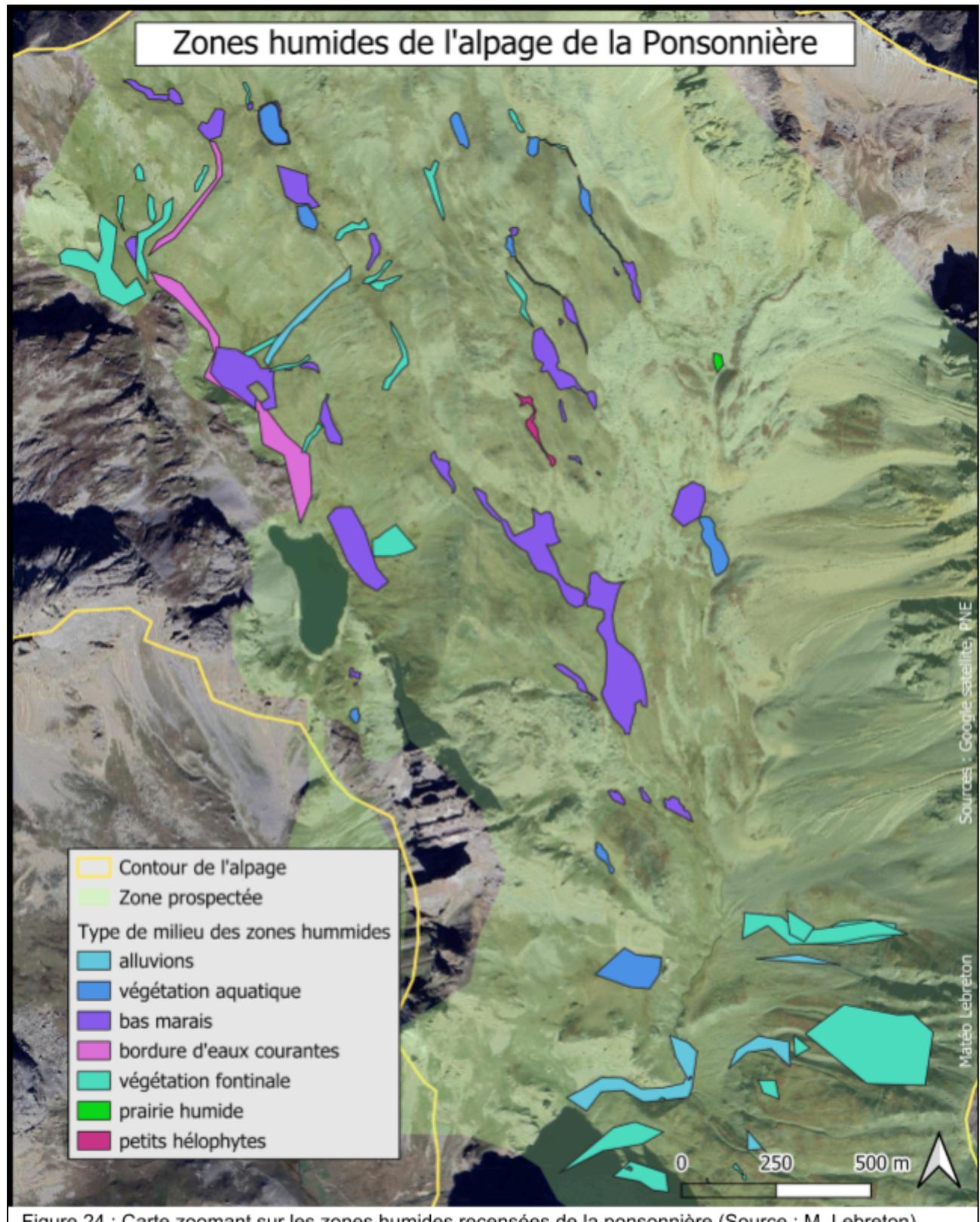


Figure 24 : Carte zoomant sur les zones humides recensées de la ponsonnière (Source : M. Lebreton)

## Activités humaines

Intensité du pietinement sur une échelle de 1 à 5

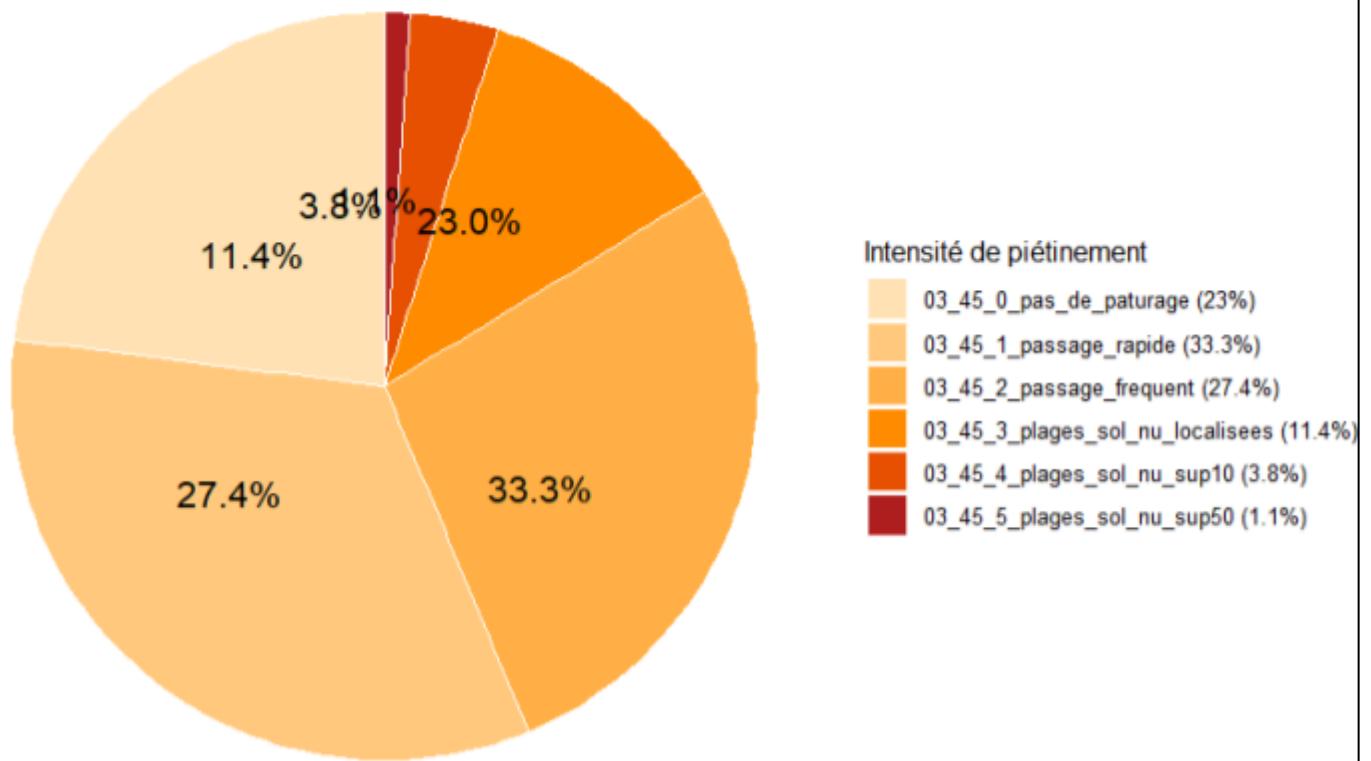
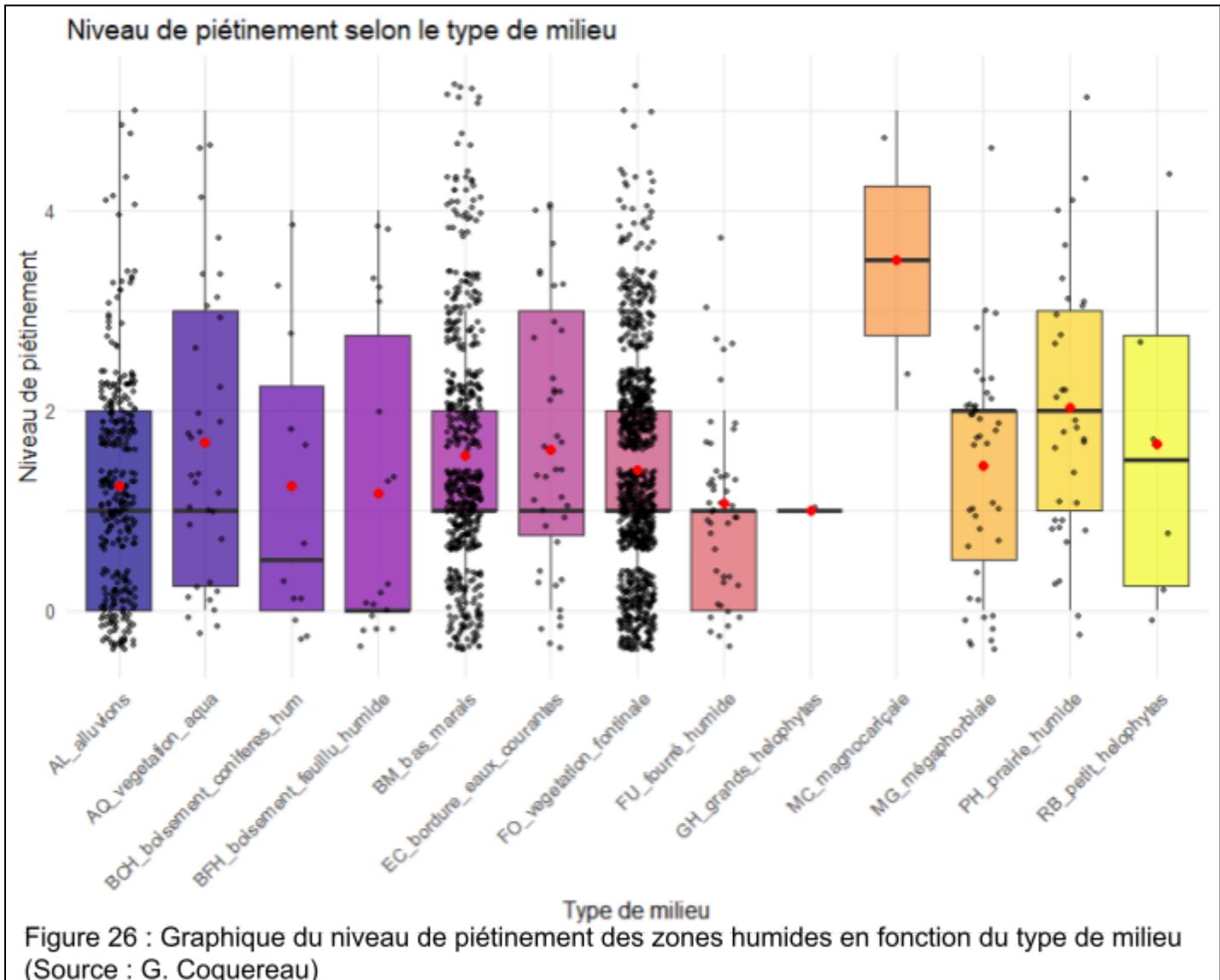


Figure 25 : Diagramme du niveau de piétinement des zones humides (Source : G. Coquereau)

L'impact premier des activités humaines sur les alpages est le piétinement, d'abord animal causé par les troupeaux, puis humain causé par la fréquentation. Les alpages concentrent un grand nombre d'activités sur un même espace, il est donc logique de retrouver un piétinement léger de niveau 1 et 2 sur les zones humides qui s'y trouvent et non 0 (figure 25). Cependant il est intéressant de noter que les 2 niveaux les plus forts ne sont que peu présents, cela reflète que les zones humides sur les alpages du cœur de Parc national des Écrins ne sont pas fortement dégradées ou uniquement dans de rares cas par le piétinement.

Ce piétinement peut différer en fonction du milieu de la zone humide (figure 26). Les fourrés humides ou les mégaphorbiais présentent un piétinement bas, lié à la difficulté pour les bêtes comme les humains de naviguer dans cet environnement composé de plantes hautes et très denses sur un sol détrempé et pentu (figure 18).



Un test statistique anova montre que la pente joue un rôle significatif sur les niveaux de piétinement.(figure 27). Plus elle est importante, moins il y a de piétinement. Cela est dû au fait qu'une pente trop élevée décourage les bêtes comme les humains à s'aventurer dans ces espaces et donc réduit drastiquement le nombre de passages et l'impact de ceux-ci. Au contraire, une pente très faible rend le terrain accessible et donc les passages beaucoup plus importants et réguliers (figure 28). C'est pour cela que l'on retrouve des milieux pentus comme la mégaphorbiais et les fourrés humides présentant un niveau de piétinement le plus bas (figure 25).

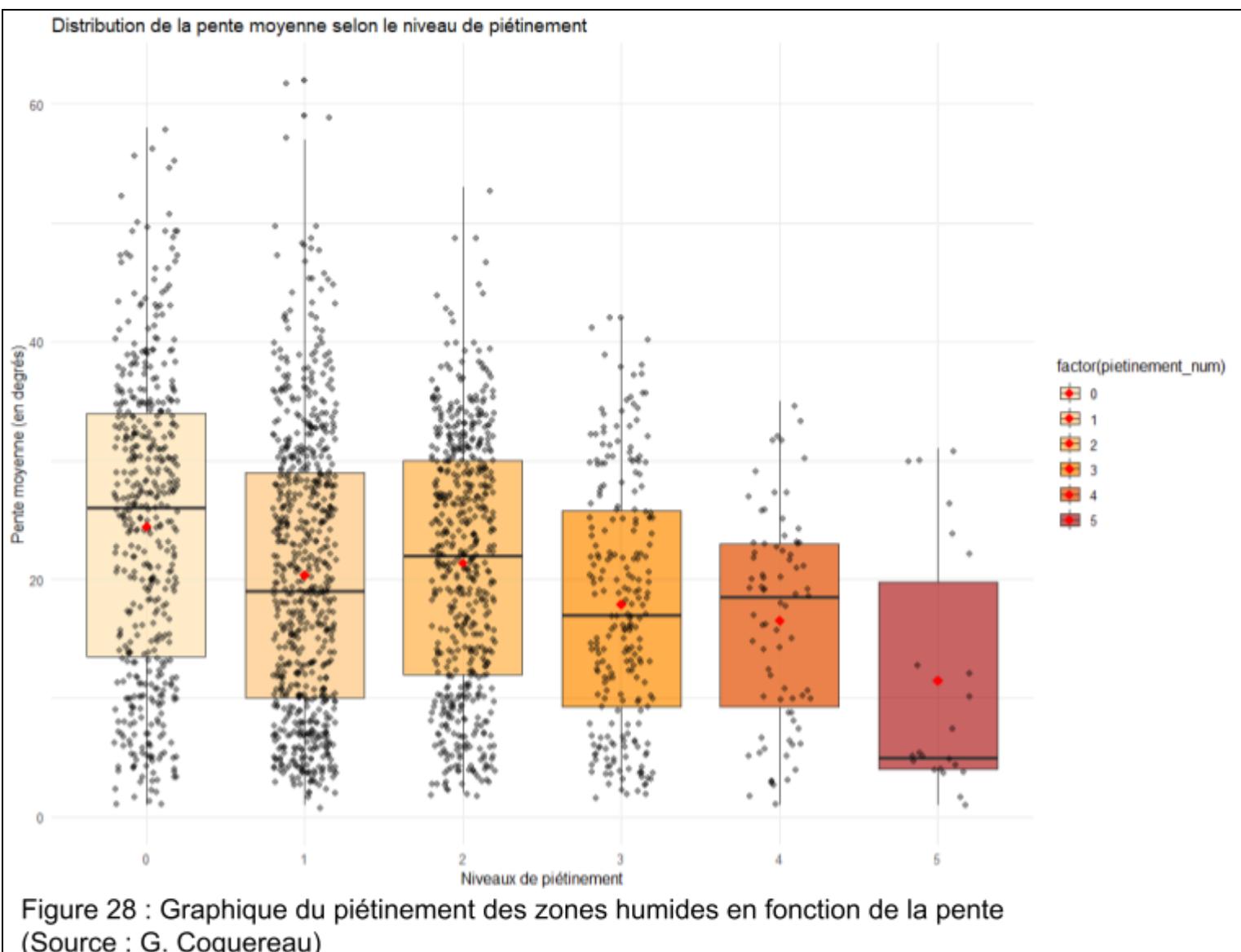
```

> Anova(lm_test2)
Anova Table (Type II tests)

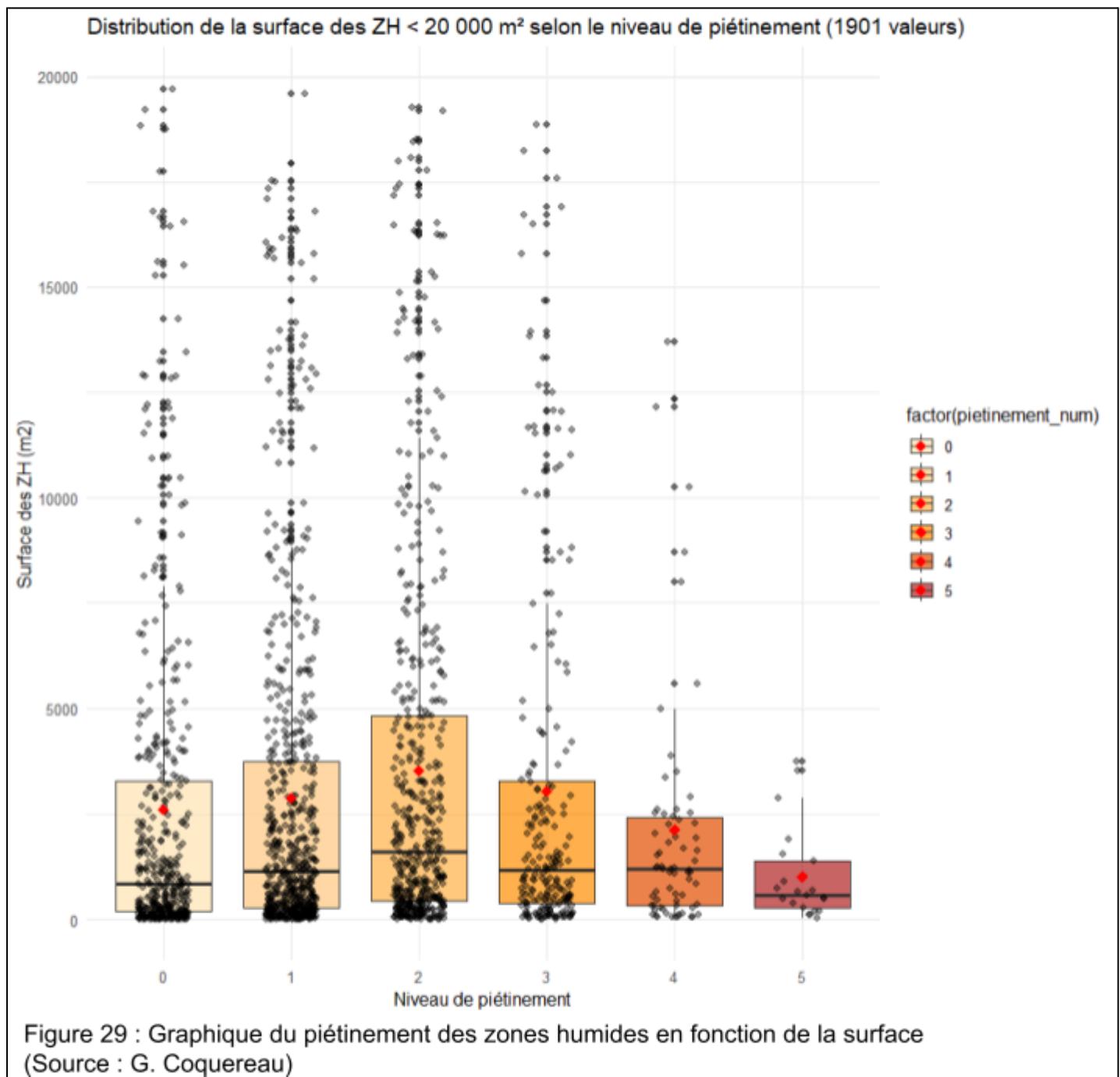
Response: pentes_moy
          Sum Sq Df F value    Pr(>F)
pietinement 11800  5 18.341 < 2.2e-16 ***
Residuals   263134 2045
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

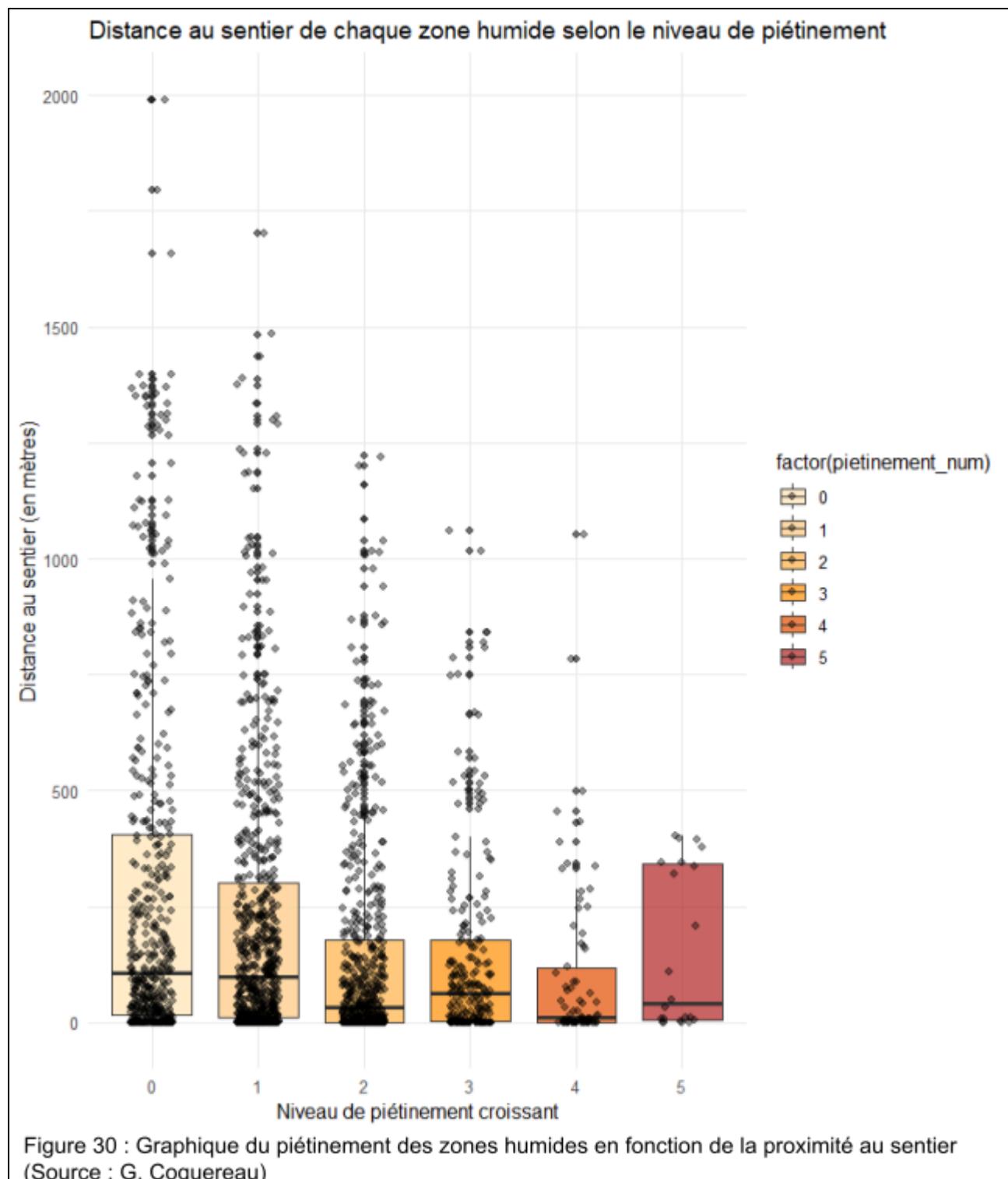
```

Figure 27 : Test d'anova des moyennes de pentes en fonction du piétinement  
 (Source : G. Coquereau)

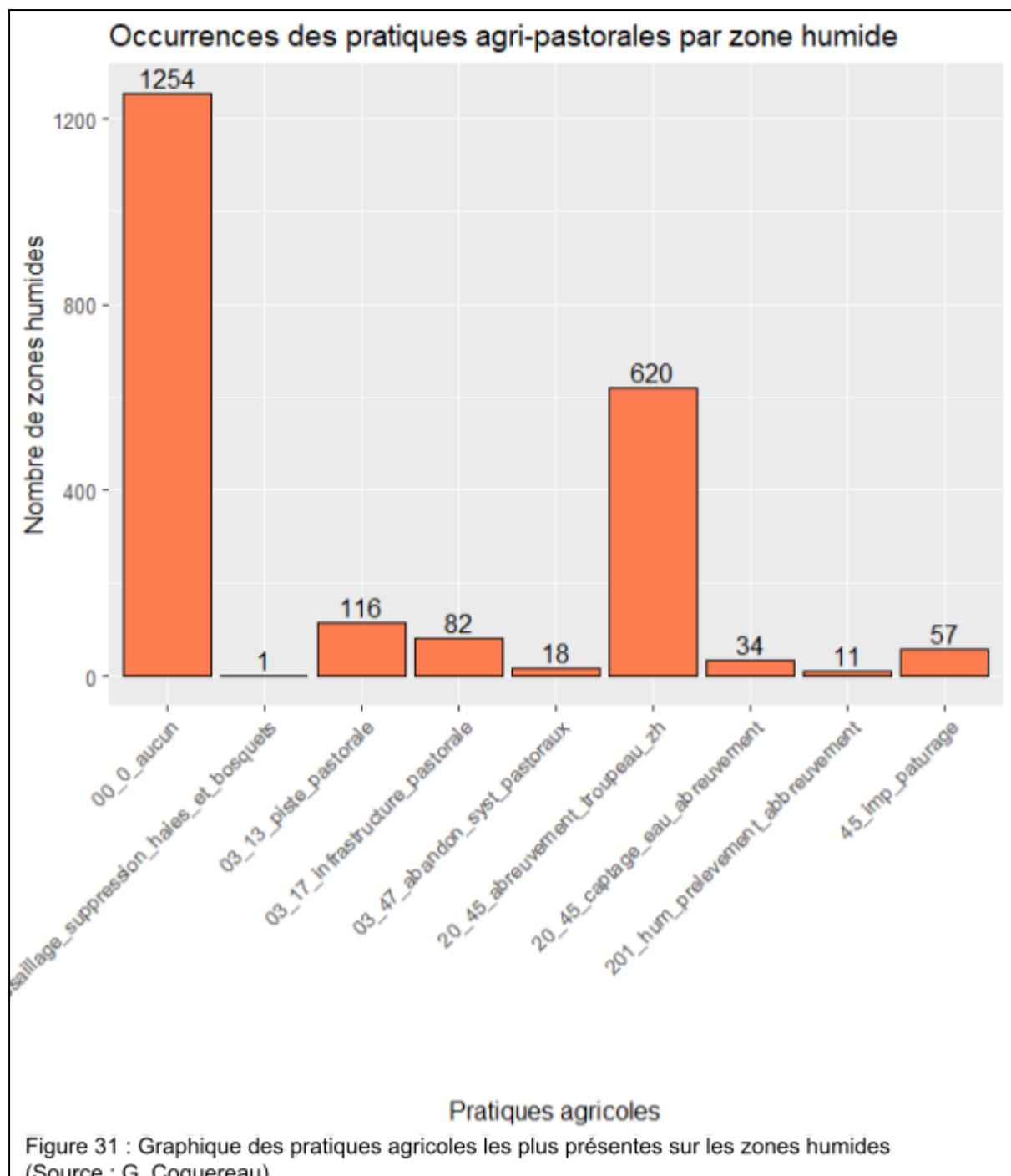


La surface de ces zones humides peut elle aussi influencer le piétinement. On peut remarquer que les ZH les plus piétinées ont tendance à être de petite taille (figure 29). Cela ne veut pas forcément dire que les petites ZH sont plus impactées. En effet, pour une même quantité de passage, une grande zone humide va pouvoir disperser celui-ci sur sa surface contrairement à une ZH plus petite qui va subir ces passages dans un espace restreint. Les conséquences sont donc plus fortes sur une zone humide de petite taille.





En plus des troupeaux qui représentent la majeure partie du piétinement, il y a aussi l'humain dans le cadre de ses pratiques de loisir. Sur cet impact humain, la proximité au sentier semble jouer un rôle, car les zones humides proches d'un sentier et accessibles vont attirer les visiteurs et c'est pourquoi les zones humides très piétinées sont à proximité directe d'un sentier (figure 30). Celles éloignées des points de passage et demandant un effort hors sentier important sont donc plus épargnées par les passages continus et dégradants.



Concernant les pratiques agro-pastorales, il est intéressant de voir qu'en cœur de Parc l'absence de pratique est majoritaire ce qui minimise l'impact sur les zones humides. Néanmoins elles ne sont pas inexistantes et celle la plus présente et de loin est l'abreuvement du troupeau dans la ZH, qui est une pratique qui peut engendrer de forts piétinements (figure 31). Il n'y a donc que peu de pratiques mais celles présentent ont un impact direct sur la zone humide.

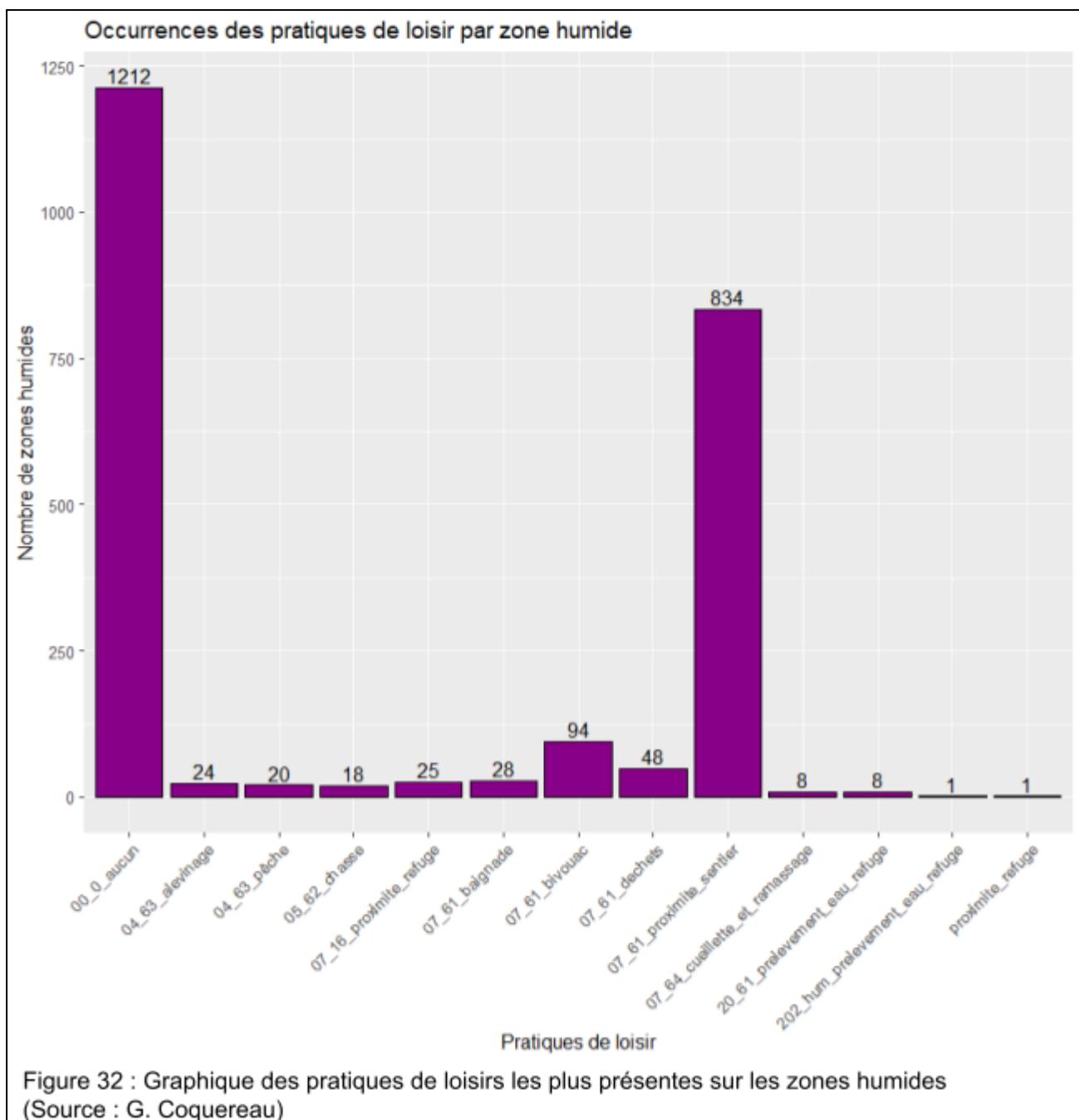


Figure 32 : Graphique des pratiques de loisirs les plus présentes sur les zones humides  
 (Source : G. Coquereau)

En plus de l'aspect agricole, les alpages regroupent également des pratiques de loisirs. Encore une fois, l'absence de pratique est fortement majoritaire ce qui est une bonne chose pour les zones humides. Cependant, la seule étant très présente est la proximité au sentier (figure 32) qui comme nous l'avons vu au-dessus a un impact important sur le piétement de la ZH (figure 30). Il y a donc peu de pratiques de loisirs mais celles-ci peuvent avoir un réel impact sur les zones humides concernées.

# V - Discussion

## V - I Apports et limites

### Apports

Cet inventaire a été très intéressant pour le Parc en renforçant ses connaissances sur les zones humides des Écrins quant à leur localisation et leur état, en recensant la majorité des zones humides importantes des Écrins. Les relevés botaniques faits pour délimiter les zones humides ont également permis via une liaison directe, d'enrichir considérablement la base de données des observations de terrain et notamment avec la découverte d'espèces encore jamais observées dans le Parc. La prospection a aussi permis aux gardes de mieux connaître les alpages de leur secteur en particulier dans des zones éloignées et moins accessibles. Le projet ACLIMO a également permis de mettre la thématique de l'eau qui est très transversale, au centre des réflexions et de la gestion du territoire.

Ce stage a été très instructif dans de nombreux domaines. Tout d'abord il m'a permis de développer fortement mes compétences en botanique avec une spécialisation sur les plantes de milieux humides au travers des journées de terrain. En plus de ces connaissances botaniques, j'ai également renforcé mon savoir et ma compréhension des zones humides de montagne. Tout cela a accru mes compétences naturalistes sur les écosystèmes pastoraux d'altitude. J'ai également enrichi mon expérience des Parcs nationaux, quant à leur fonctionnement, leurs actions, leurs enjeux et l'impact positif qu'ils ont sur le territoire. Cela au travers du travail avec différents types d'agents, des chargés de projet ou de mission ayant une expertise dans des domaines précis à l'échelle du Parc, et des gardes moniteurs ayant une grande connaissance du terrain et des usages qui s'y développent. J'ai pu voir la large palette des compétences de cette structure de l'État. Cette mission a également développé le travail en équipe et la répartition des tâches ainsi que l'autonomie de travail qui a été présente tout au long du stage.

### Limites

Malgré les nombreux apports de cet inventaire, il présente plusieurs limites. Dans un premier temps, la phase de terrain étant limitée par la météo et la végétation, il est compliqué de prospecter l'ensemble des alpages sur ce lapse de temps. De plus, c'est également la période où les gardes ont le plus de terrain sur différents protocoles et pour les missions de police et de surveillance, ce qui réduit encore le temps passé à réaliser cet inventaire. Au-delà de l'aspect temporel, il est aussi impossible de prospecter la surface exacte de chaque alpage car il y a des zones inaccessibles, trop pentues et dangereuses et le temps imparti à chaque alpage est court, il faut donc prioriser certaines zones.

Les données botaniques relevées sont également très tributaires du biais observateur ce qui exclut certaines espèces présentes mais non identifiées. Les données polygonales de localisation et de surface sont aussi touchées par un manque de précision. Cela est causé par la complexité de l'inter relation et la connexion des milieux humides entre eux mais aussi la grande quantité de zones humides sur un même espace séparées de quelques mètres. Cette complexité importante a amené à la création de polygones des fois très larges englobant des

milieux plus secs, ou trop petits notamment sur les bords de cours d'eau qui suivent le torrent de manière continue sur toute la longueur du linéaire.

Le fait d'être basé à Gap a aussi compliqué parfois l'organisation des sessions de terrain dans des secteurs éloignés. Notamment avec des questions de planning très chargé et de modifications de dernières minutes qui ont parfois empêché d'avoir les effectifs espérés.

Le temps a aussi posé problème pour l'analyse des données, en effet, les inventaires se poursuivant fin août et en septembre notamment pour les prestataires, les données n'étaient pas complètes. Il a donc fallu définir subjectivement une date limite à partir de laquelle figer la base de données pour l'analyser. Cette date a été choisie la plus tardive possible pour intégrer un maximum de données d'inventaire, tout en permettant un temps d'analyse. Pour cela, l'analyse effectuée est essentiellement descriptive, et elle pourrait être largement complétée étant donnée la richesse de la base de données. Une analyse statistique, par exemple, pourrait apporter de la robustesse aux résultats descriptifs.

### Lien avec le Master GEMO

Ce stage s'inscrit dans le parcours du master GEMO, en géographie des environnements de montagnes, via une expérience professionnelle permettant de mettre en application des apprentissages universitaires. En effet, ce stage au sein du Parc national des Ecrins m'a permis d'accroître mes connaissances sur les socio-écosystèmes montagnards. Les cours dispensés au cours de cette première année m'ont donné des clés de compréhension essentielles en outils de gestion de l'environnement. Il me semble que la géographie, appliquée aux environnements montagnards, permet d'appréhender des sujets extrêmement variés avec une approche sociologique et une compréhension des enjeux écologiques de montagne, essentielle dans le cadre de ma mission au sein du Parc. J'ai ainsi pu approfondir des sujets divers, pour lesquels je n'avais pas nécessairement d'expertise : les zones humides de montagne, les effets du changement climatique. J'ai également mobilisé des compétences de travail d'équipe acquises notamment au travers du projet tutoré. Cependant, une compétence m'a manqué lors de l'analyse de donnée, c'est la connaissance statistique et la maîtrise de Rstudio qui aurait été un plus dans les enseignements et pour ce stage.

### Perspectives

Le futur de ce projet est d'abord la fin de l'inventaire des zones humides et la réalisation d'actions pilotes à l'échelle du Parc, pour tenter de mieux préserver les zones humides identifiées comme dégradées. Ensuite les données de l'inventaire pourraient être analysées plus en profondeur, comme suggéré plus haut. Une piste d'analyse, issue d'une réflexion alimentée par l'ensemble des journées de terrain, serait d'évaluer la quantité de zones humides s'étant asséchées, en comparant les données de l'inventaire avec celles des cartes IGN anciennes. L'inventaire pourrait être reconduit dans quelques années pour réaliser un suivi et ainsi voir l'évolution de la présence des zones humides et de leur taux de dégradation. Une fois ACLIMO fini, il est primordial que la thématique de l'eau et du changement climatique continue à être traitée au sein du PNE. En effet, la réduction de la ressource en eau et la forte demande des activités humaines en font un thème inévitable dans la gestion des territoires. Pour cela, le PNE prévoit d'inclure cette thématique de manière transversale dans sa Stratégie d'Adaptation au Changement Climatique, en cours d'élaboration.

# Conclusion

Cet inventaire des zones humides d'alpage du Parc national des Écrins a permis d'avoir de nombreuses informations sur ces zones humides et notamment comment elles se répartissent. Sur le territoire du Parc, la majorité des zones humides se répartissent en 3 milieux, les bas marais, les alluvions et les végétations fontinale qui représentent quasiment 50% des zones humides inventorierées. Les autres milieux sont plus anecdotiques mais néanmoins présents. Nous avons pu définir que certains facteurs jouent un rôle important dans le type de milieu ainsi que l'emplacement dans l'alpage des zones humides. C'est le cas de la topographie et donc de la pente qui est le facteur ayant le plus d'impact. En effet, elle permet de ralentir ou d'accélérer l'écoulement de l'eau, et donc de permettre un stockage de l'eau aux endroits les plus plats. C'est elle qui va guider l'apparition de bas marais ou de mares par exemple, sur les replats de la partie centrale des vallons. C'est elle aussi qui va favoriser la végétation fontinale et les alluvions dans les pentes raides des versants car ce sont des milieux avec des espèces plus propices à une eau qui s'écoule mais ne stagne pas.

Le formulaire saisi permet également d'accéder à des informations sur les activités humaines et leur impact. Cela permet d'affirmer que les zones humides du cœur de parc sont en majorité épargnées par ces impacts directs, à l'exception du piétinement du bétail et des humains qui reste léger avec un pastoralisme plutôt extensif et une accessibilité parfois compliquée. Ce piétinement est d'ailleurs lui aussi influencé par la topographie, car les zones humides et les milieux les plus pentus présentent un piétinement très faible. Un autre facteur influence également celui-ci, c'est la proximité avec les points de passage comme les entiers, en effet plus une zone humide est proche plus il va y avoir de piétinement sur celle-ci et notamment humain. L'idée générale est que les pratiques humaines en cœur de Parc sont présentes, mais restent pour l'instant limitées sauf dans certains lieux très accessibles et touristiques ou hébergeant des troupeaux importants.

Nous pouvons donc en conclure, pour répondre à la problématique, que les zones humides d'alpage du Parc national des Écrins se répartissent sur ces espaces en fonction de la topographie et que le type de milieu y est également lié. De plus, ces zones humides montrent des traces d'activités humaines principalement pastorales mais aussi de loisir, ces traces étant en majorité faibles et avec un impact réduit. Ces mêmes impacts sont eux aussi régis en partie par la topographie de l'alpage mais également par la contiguïté des infrastructures de déplacements.

Pour finir, on peut confirmer l'importance capitale de la topographie dans la compréhension et l'agencement de ces territoires d'altitudes et de leurs écosystèmes riches et fragiles.

# Bibliographie

## Références scientifiques :

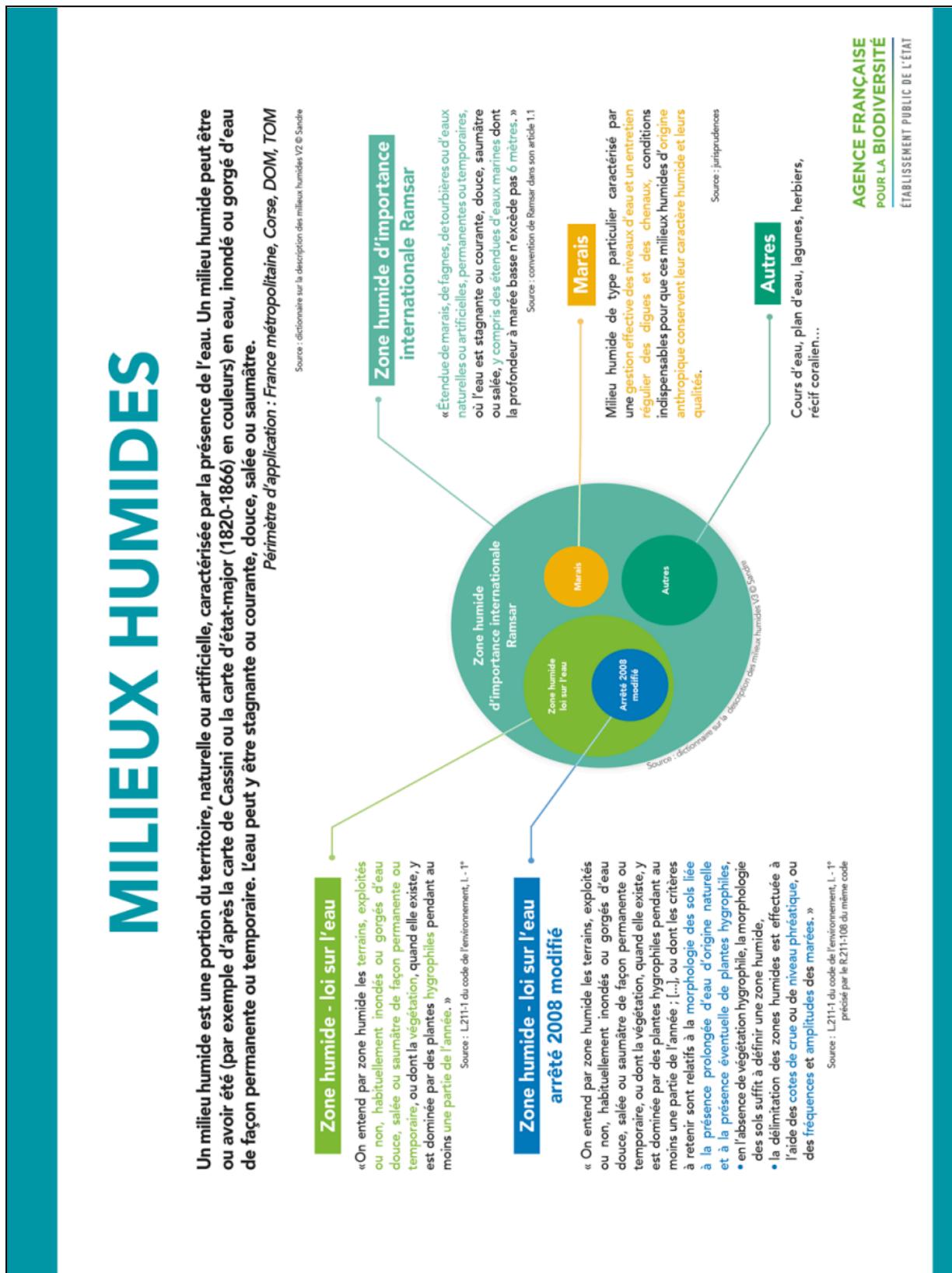
1. ADEME et PNE, *Étude d'expérimentation pour l'adaptation au changement climatique du secteur touristique dans le Parc national des Écrins.* [document interne au PNE]. [Consulté en juin 2025]
2. ARNOUX M., HUNKELER D., COCHAND F., BRUNNER P., SCHAEFLI B., 2021, *Dynamiques du stockage en eau souterraine et du régime hydrologique des bassins versants Alpins face aux changements climatiques.* [en ligne]. Disponible à l'adresse: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/hydrologie/externe-studien-berichte/dynamiques-du-stockage-en-eau-souterraine-et-du-regime-hydrologique-des-bassins-versants-alpins-face-aux-changements-climatiques.pdf.download.pdf/Dynamiques-du-stockage-en-eau-sous-terrine.pdf> [Consulté en mai 2025].
3. BONAMOUR Emma, *Catalogue ACLIMO : Adaptation au manque d'eau en alpage*, 2025. [en ligne, document issu du PNM]. Disponible à l'adresse : <https://www.calameo.com/books/001006185deb6905555e8> [Consulté en mai 2025]
4. CHAFFAUT Quentin et al, *La gravimétrie hybride pour cartographier la dynamique du stockage de l'eau dans un bassin versant de montagne*, 2021. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://hal.science/hal-03662397/> [Consulté en mai 2025]
5. Conservatoire d'Espaces Naturels Isère et Fédération des Alpages de l'Isère, 2023, *Les zones humides et activités pastorales en alpages : S'ouvrir à la complexité* [document interne au Parc national des Ecrins] [Consulté en mai 2025].
6. ETCHEVERS, Pierre, MARTIN, Eric, 2002, *Impact d'un changement climatique sur le manteau neigeux et l'hydrologie des bassins versants de montagne.* [en ligne]. Disponible à l'adresse: [IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES SUR LE MANTEAU NEIGEUX, INCIDENCE SUR L'HYDROLOGIE NIVALE, LES AVALANCHES](#) [Consulté en mai 2025].
7. GREC-SUD, 2018. Cahier "Montagne", *Impacts du changement climatique et transition(s) dans les Alpes du Sud.* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.grec-sud.fr/publications/montagne/> [Consulté en mai 2025].
8. MORIN Samuel, 2022, *Le changement climatique en montagne : impacts, risques et adaptation.* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.annales.org/re/2022/re106/2022-04-09.pdf> [Consulté en août 2025].

## Autres références :

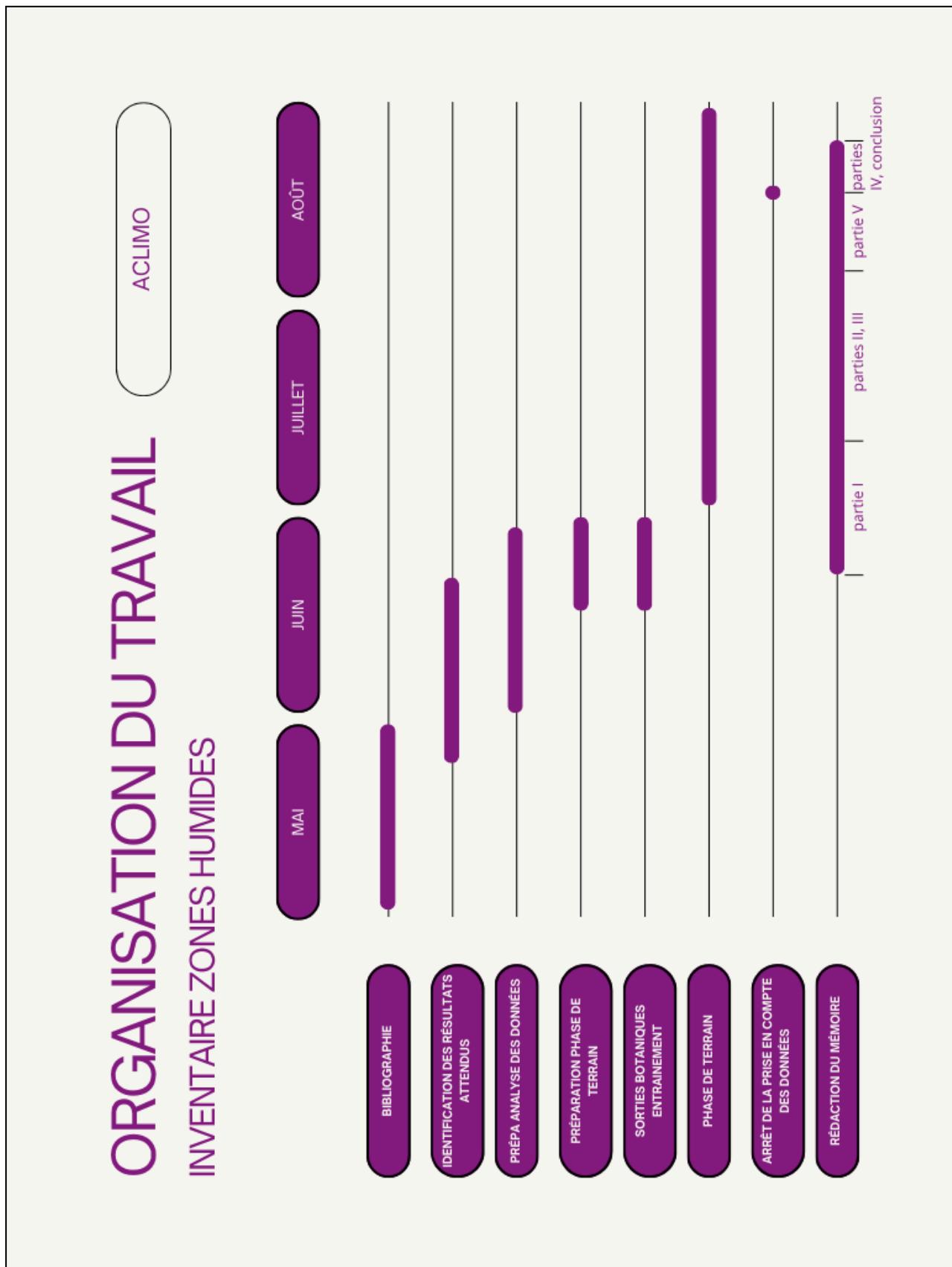
1. ACLIMO : Adaptation au changement climatique et prévention des risques, 2023. *Parc national des Ecrins* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecrins-parcnational.fr/aclimo-adaptation-changement-climatique-prevention-risques> [Consulté en juillet 2025].
2. ACLIMO | Alcotra 2021 - 2027, [sans date]. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.interreg-alcotra.eu/fr/aclimo> [Consulté en août 2025].
3. Emma Bonamoure, *Catalogue ACLIMO : Adaptation au manque d'eau en alpage*, 2025. [en ligne, document issu du PNM]. Disponible à l'adresse : <https://www.calameo.com/books/001006185deb690555e8>
4. Fonctionnement et organisation, 2014. *Parc national des Ecrins* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecrins-parcnational.fr/fonctionnements-et-organisation> [Consulté en aoûti 2025].
5. Historique : les dates clefs, 2014. *Parc national des Ecrins* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecrins-parcnational.fr/historique-les-dates-clefs> [Consulté en août 2025].
6. La charte, 2014. *Parc national des Ecrins* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecrins-parcnational.fr/la-charte> [Consulté en août 2025].
7. Qu'est-ce qu'un parc national ?, 2014. *Parc national des Ecrins* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecrins-parcnational.fr/quest-ce-quun-parc-national> [Consulté en août 2025].
8. Qu'est ce que l'étiage ? | Les agences de l'eau, 2022. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.lesagencesdeleau.fr/ressources/quest-ce-que-letiage> [Consulté en août 2025].
9. Une zone humide c'est quoi ? | Zones Humides, [sans date]. [en ligne]. Disponible à l'adresse <https://www.zones-humides.org/entre-terre-et-eau/une-zone-humide-c-est-quoi> [Consulté en juillet 2025].

## Annexes

Annexe n°1 : Schéma de la définition des milieux humides (Source : Office Française de la Biodiversité)



Annexe n°2 : Diagramme de Gantt (Source : Matéo Lebreton)



## Annexe n°3 : Formulaire ODK collect pour l'inventaire des zones humides (Source : PNE)

### Formulaire pour l'inventaire des zones humides sur les alpages en cœur du Parc national des Écrins

Champ Valeurs possibles Commentaire

Onglet 1 – Renseignements Nom de la ZH Lieu-dit Nom donné à la zone humide. Il peut s'agir d'un nom usuellement donné, de la toponymie sur une carte IGN, du nom du lieu-dit suivi d'un numéro si plusieurs zones humides se situent sur le même lieu-dit...

Observateur NOM Prénom Cette information pourra être utilisée pour contacter l'observateur en cas de besoin.

Onglet 2 – Délimitation Critères de délimitation de la ZH Présence d'une végétation hygrophile Si ce critère est coché, l'observateur doit saisir au moins une espèce, parmi la liste des espèces indicatrices ci-dessous ou « autre » si elle n'apparaît pas dans la liste.

Hydrologie (balancement des eaux, crues, zones d'inondation, fluctuation de la nappe) Ce critère est coché si l'humidité est observable (eau, boue...).

Espèces indicatrices de ZH *Arabis soyeri* subsp. *Subcoriacea* Cette liste d'espèces a été élaborée par Cédric DENTANT. Elle contient 40 espèces indicatrices de zones humides observables sur les alpages dans le parc national des Écrins. Ces espèces ont également été choisies pour leur relative facilité d'identification. Un guide pour l'aide à l'identification a été créé.

L'effort d'identification permet d'améliorer la connaissance des ZH et de manière générale de la flore dans les Écrins. Il n'est cependant pas demandé de renseigner pour chacune des espèces de la liste si elle est présente ou absente.

L'option « Autre » permet à l'observateur de renseigner toute autre espèce indicatrice de zone humide qu'il sait identifier.

Callitriches spp.  
Caltha palustris  
Cardamine amara  
Carex bicolor  
Carex davalliana  
Carex echinata  
Carex elata  
Carex flacca  
Carex foetida  
Carex frigida  
Carex nigra  
Carex paniculata  
Carex rostrata  
Deschampsia cespitosa  
Equisetum fluviatile  
Equisetum variegatum  
Eriophorum angustifolium  
Eriophorum latifolium  
Eriophorum scheuchzeri  
Eriophorum vaginatum  
Juncus alpinoarticulatus

*Juncus arcticus*  
*Juncus effusus*  
*Juncus inflexus*  
*Juncus triglumis*  
*Molinia caerulea*  
*Parnassia palustris*  
*Pinguicula alpina*  
*Pinguicula vulgaris*  
*Potamogeton spp.*  
*Potamogeton alpinus*  
*Potamogeton praelongus*  
*Ranunculus trichophyllus*  
*Saxifraga aizoides*  
*Saxifraga stellaris*  
*Sparganium spp.*  
*Sparganium angustifolium*  
*Sparganium minimum*  
*Tofieldia calyculata*  
*Trichophorum alpinum*  
*Trichophorum cespitosum*  
Autre

#### Traçage cartographique du contour de la ZH

Onglet 3 – Description      Typologie SDAGE      7 – Zones humides de bas fonds en tête de bassin      Les typologies SDAGE de zones humides proposées sont celles observables sur les alpages du Parc. Un guide d'aide à l'identification est disponible.

- 10 – Marais et landes humides de plateaux
- 11 – Zones humides ponctuelles
- 12 – Marais aménagés dans un but agricole ou sylvicole
- 13 – Zones humides artificielles

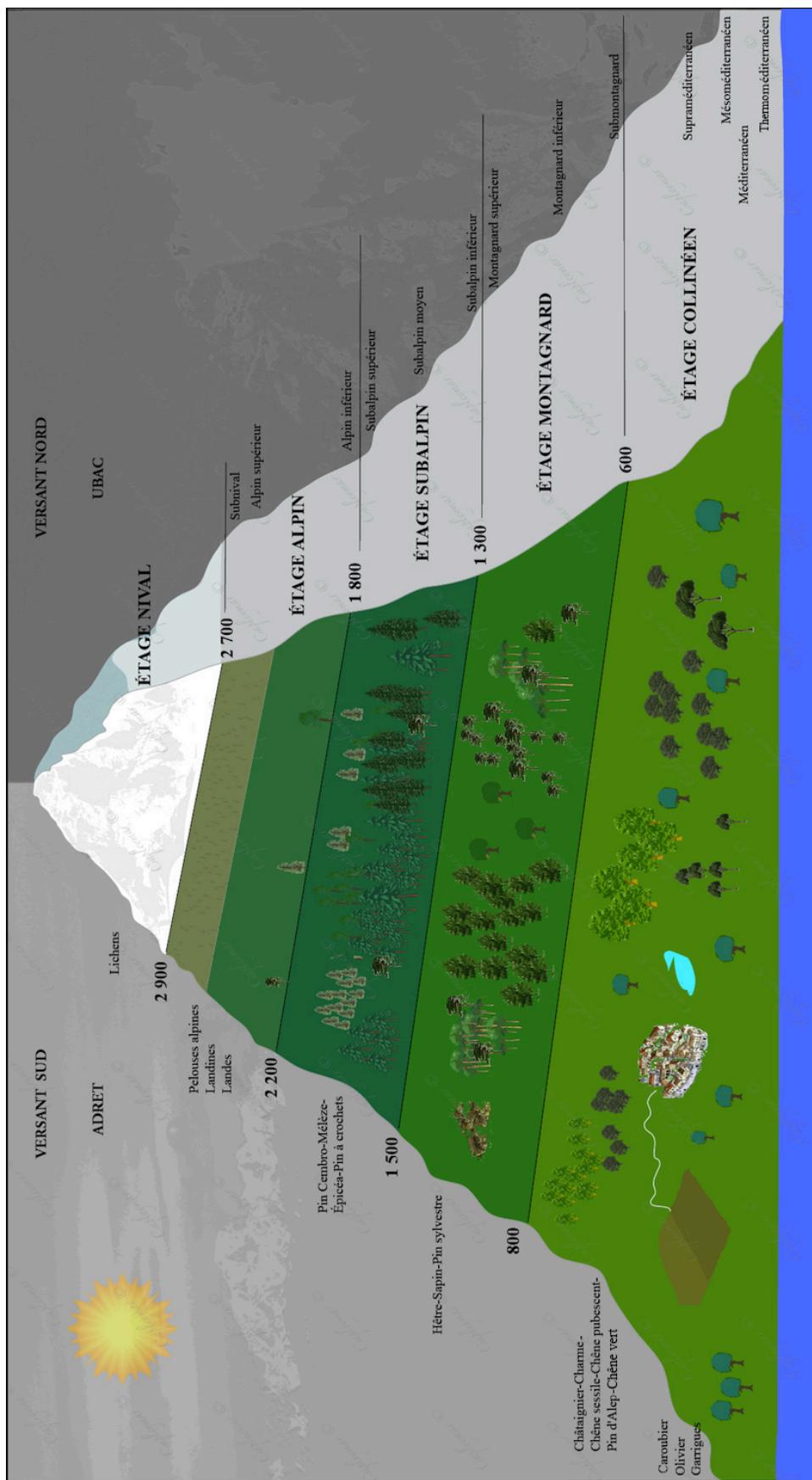
Type de milieux      Fourré humideLes habitats proposés sont les physionomies des formations végétales de l'annexe 2 de la boîte à outils RhoMéo, typiques des zones humides ou pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide (<https://rhomeo-bao.fr/>). Les physionomies ont été filtrées pour ne laisser que celles observables sur les alpages du Parc. Un guide d'aide à l'identification est disponible.

- Boisement feuillu humide
- Boisement de conifères humide
- Alluvions (Végétation herbacée pionnière Des)
- Grands héliophytes (Communauté de )
- Petits héliophytes (Communauté de )
- Magnocariçaie
- Bas-marais et marais de transition
- Mégaphorbiaie
- Végétation aquatique
- Végétation fontinale (sources, mouillères)
- Bordure d'eaux courantes (Végétation amphibie des)
- Prairie humide (et pelouse humide)

Onglet 4 – Processus visibles	Eutrophisation	Présence d'espèces nitrophiles
Blitum bonus-henricus		Liste d'espèces nitrophiles non exhaustive.
Lemna spp.		
Rumex acetosa		
Rumex alpinus		
Urtica dioica		
Autre		
Aucune		
Piétinement	Observations visuelles de piétinement	
0 – Pas de pâturage, ni traces de fréquentation : pas de crottes observées, ni traces de pas	Notes de pression de pâturage liée au piétinement, basées sur la grille développée par le Parc national de la Vanoise (Vincent AUGE). Un guide pour l'aide à la notation des observations visuelles de piétinement est disponible.	
1 – Trace de passage rapide (crottes et/ou pas)		
2 – Traces de passages plus fréquents et dispersés sans création de sol nu		
3 – Plages de sol nu localisées		
4 – Plages de sol nu >10 % de la surface		
5 – Plages de sol nu > 50 % de la surface		
Source potentielle de piétinement		
Animale sauvage		
Animale domestique		
Humaine		
Ne sait pas		
Présence d'espèces indicatrices de piétinement		
Alchemilla vulgaris	Liste d'espèces indicatrices de piétinement non exhaustive.	
Nardus stricta		
Poa supina		
Autre		
Aucune		
Autres processus visibles	Érosion naturelle	Sélection réalisée parmi les « impacts » dans la méthode utilisée pour les inventaires PACA et Isère.
Atterrissage, envasement, assèchement		
Envahissement d'une espèce		
Mouvement de terrain		
Autre		
Aucun		
Onglet 5 – Pratiques humaines	Pratiques liées à la gestion des eaux	Comblement, assèchement, drainage des zones humides
		Sélection réalisée sur les « activités » et « impacts » dans la méthode utilisée pour les inventaires PACA et Isère.
Les pratiques ici listées se veulent représentatives des pratiques potentiellement observables sur les alpages en cœur du PNE.		
Création de retenues collinaires		
Activité hydroélectrique (microcentrales et autres)		
Modification du fonctionnement hydraulique		

Action sur la végétation immergée, flottante ou amphibie, y compris fau cardage et démottage	
Aucune	
Pratiques agricoles et pastorales	Débroussaillage, suppression haies et bosquets, remembrement et travaux connexes
Prélèvements d'eau pour l'abreuvement (captage et prise d'eau)	
Abreuvement du troupeau dans la zone humide	
Suppression ou entretien de la végétation fauchage et fenaison	
Infrastructure pastorale (cabane d'alpage, parc de tri...)	
Présence de pistes pastorales	
Abandon de systèmes pastoraux	
Aucune	
Pratiques liées aux travaux forestiers	Coupes, abattages, arrachages et déboisements
Taille, élagage	
Plantations	
Présence de traînes et pistes forestières	
Aucune	
Pratiques liées aux loisirs	Baignade
Proximité d'un sentier dans les 100 m	
Présence de déchets	
Bivouac	
Proximité d'un refuge dans l'espace de fonctionnalité	
Prélèvements d'eau pour le fonctionnement d'un refuge	
Chasse	
Pêche	
Alevinage	
Cueillette et ramassage	
Aucune	
Localisation pour chaque pratique	Non déterminée
Au niveau de la zone humide	
Au niveau de l'espace de fonctionnalité	
Au niveau de la zone humide et de l'espace de fonctionnalité	
Photographie	Photographie de la zone humide.

Annexe n°4 : Schéma de l'étagement de la végétation en fonction de l'altitude (Source : homoalpinus.com)



Annexe n°5 : Extrait du livret d'aide à l'identification des pressions sur les zones humides  
(Source : Léa Margaillan)

### 3. OBSERVATIONS VISUELLES DE PIÉTINEMENT

**0 – Pas de pâturage, ni traces de fréquentation : pas de crottes observées, ni traces de pas**

#### 1 – Quelques crottes visibles

Trace de passage rapide : quelques crottes et/ou traces de pas présentes, sans création de plages de sol nu.



#### 2 – Traces de pas visibles sans création de sol nu

Traces de passages plus fréquents et dispersés : traces de crottes et/ou de pas visibles un peu partout, mais sans création de plage de sol nu.



### 3. OBSERVATIONS VISUELLES DE PIÉTINEMENT

#### 3 – Plage de sol nu localisée

Traces de fréquentation régulière et dégradation du tapis végétal localisée : des plages de sol nu à cause du piétinement sont visibles et ces plages ne représentent pas plus de 10 % de la surface de la ZH.



#### 4 – Plage de sol nu >10 % de la surface

Traces de fréquentation régulière et dégradation du tapis végétal bien présente : des plages de sol nu à cause du piétinement sont visibles et ces plages représentent entre 10 % et 50 % de la surface de la ZH.



### 3. OBSERVATIONS VISUELLES DE PIÉTINEMENT

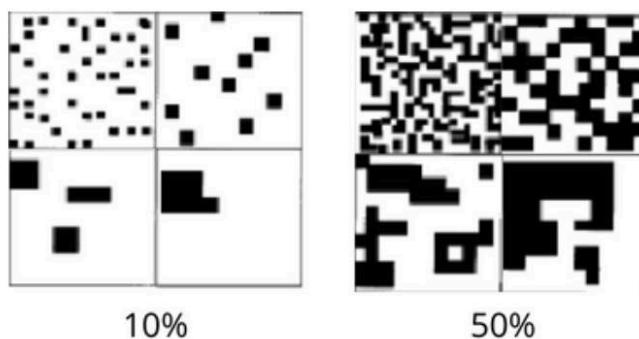
#### 5 – Bord de ZH avec plages de sol nu > 50 % de la surface

Dégradation importante de la ZH : plages de sol nu avec traces de piétinement et formation de boue sans tapis végétal sur plus de 50 % de la ZH.



©Vincent Augé, PNV

Cette grille de lecture visuelle du piétinement a été réalisée par Vincent Augé, Parc national de la Vanoise.



Aide visuelle à l'estimation du pourcentage de sol couvert par des plages de sol nu.

# Liste des figures

1. Carte de localisation du PNE (Source : M. Lebreton)
2. Reine des Alpes au vallon de Fournel (Source : M. Lebreton)
3. Organigramme du Parc national des Ecrins (Source : PNE)
4. Carte des secteurs du parc (Source : PNE)
5. Carte de présentation du PNE (Source : M. Lebreton)
6. Troupeau de moutons sur l'alpage de la ponsonnière (Source : M. Lebreton)
7. Carte de répartition des alpages du PNE (Source : M. Lebreton)
8. Carte de la répartition des alpages en fonction des personnes chargé de l'inventaire (Source : M. Lebreton)
9. Projet Lizmap de prélocalisation des zones humides (Source : ACLIMO PNE)
10. Modèle graphique d'enrichissement des données de l'inventaire ACLIMO (Source : M. Lebreton)
11. Carte de la plage d'altitude par alpage (Source : M. Lebreton)
12. Graphique de l'altitude des alpages de l'inventaire (Source : M. Lebreton)
13. Graphique de la surface moyenne des alpages par implantation
14. Diagramme de la répartition des types de milieux des ZH (Source : G. Coquereau)
15. Graphique de la répartition de la surface des zones humides par rapport au type de milieu (Source : G. Coquereau)
16. Graphique de la répartition du type de milieux en fonction de l'altitude (Source : G. Coquereau)
17. Test statistique anova des moyennes de pente en fonction du type de milieu (Source : G. Coquereau)
18. Graphique de répartition de la pente des zones humides en fonction du type de milieu (Source : G. Coquereau)
19. Graphique de répartition de la connectivité des zones humides en fonction de la pente (Source : G. Coquereau)
20. Graphique des espèces les plus présentes sur les zones humides (Source : G. Coquereau)
21. Carex frigida (Source : M. Lebreton)
22. Saxifraga aizoides (Source : M. Lebreton)
23. Carte de l'alpage de la Ponsonnière après l'inventaire (Source : M. Lebreton)
24. Carte zoomant sur les zones humides recensées de la ponsonnière (Source : M. Lebreton)
25. Diagramme du niveau de piétinement des zones humides (Source : G. Coquereau)
26. Graphique du niveau de piétinement des zones humides en fonction du type de milieu (Source : G. Coquereau)
27. Test d'anova des moyennes de pentes en fonction du piétinement (Source : G. Coquereau)
28. Graphique du piétinement des zones humides en fonction de la pente (Source : G. Coquereau)
29. Graphique du piétinement des zones humides en fonction de la surface (Source : G. Coquereau)
30. Graphique du piétinement des zones humides en fonction de la proximité au sentier (Source : G. Coquereau)
31. Graphique des pratiques agricoles les plus présentes sur les zones humides (Source : G. Coquereau)
32. Graphique des pratiques de loisirs les plus présentes sur les zones humides (Source : G. Coquereau)

## Liste des annexes

Annexe n°1 : Schéma de la définition des milieux humides (Source : Office Française de la Biodiversité)

Annexe n°2 : Diagramme de Gantt (Source : Matéo Lebreton)

Annexe n°3 : Formulaire ODK collect pour l'inventaire des zones humides (Source : PNE)

Annexe n°4 : Schéma de l'étagement de la végétation en fonction de l'altitude (Source : homoalpinus.com)

Annexe n°5 : Extrait du livret d'aide à l'identification des pressions sur les zone humides (Source : Léa Margaillan)

# Table des matières

<b>Résumé.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>2</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>3</b>
<b>Sommaire :</b>	<b>4</b>
<b>Listes de sigles :</b>	<b>5</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>I - Contexte du stage.....</b>	<b>7</b>
I - I Le Parc national des Écrins.....	7
Historique.....	8
Objectifs.....	8
Actions.....	9
Fonctionnement.....	10
I - II Le Projet ACLIMO.....	12
Origine du projet.....	12
Les missions.....	12
Commande.....	13
Enjeux locaux.....	13
I - III Le territoire d'étude.....	14
Le massif des Écrins.....	14
Les alpages.....	15
I - IV Missions du stage.....	17
<b>II - État de l'art.....</b>	<b>18</b>
II - I Eau et changement climatique.....	18
Les Alpes, le château d'eau de la France et de l'Europe.....	18
Conflits d'usages et pression anthropique sur les espaces montagnards.....	19
II - II Les zones humides.....	20
Une zone humide, qu'est-ce que c'est ?.....	20
Le rôle de ces écosystèmes en montagne.....	21
II - III Problématique.....	21
<b>III - Cadre méthodologique.....</b>	<b>23</b>
III - I Intégration au sein du PNE.....	23
Dans l'équipe.....	23
Organisation du travail.....	23
III - II Missions effectuées.....	23
III - III Méthodes appliquées.....	24
Méthode d'inventaire.....	24
Phase de terrain.....	25
Angle d'analyse.....	27
<b>IV - Résultats.....</b>	<b>30</b>
IV - I Les alpages du coeur de Parc.....	30
IV - II Les zones humides.....	32
Les physionomies d'habitats des zones humides.....	32

Caractéristiques topographiques et spatiales des zones humides.....	33
Richesse spécifique des zones humides.....	37
Exemple de l'alpage de la Ponsonnière dans le Briançonnais.....	39
Activités humaines.....	41
<b>V - Discussion.....</b>	<b>48</b>
V - I Apports et limites.....	48
Apports.....	48
Limites.....	48
Lien avec le Master GEMO.....	49
Perspectives.....	49
<b>Conclusion.....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>51</b>
Références scientifiques : .....	51
Autres références : .....	51
<b>Annexes.....</b>	<b>53</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>59</b>
<b>Liste des annexes.....</b>	<b>60</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>61</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>63</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>63</b>



# Résumé

Le projet ACLIMO est un projet européen franco-italien sur les zones humides et le changement climatique en montagne. Ce mémoire de Master 1 Gestion et évaluation des environnements montagnards traite de sa mise en place au sein du Parc national des Écrins, et plus particulièrement de l'action principale menée par cette structure qui est l'inventaire des zones humides des alpages du cœur de Parc. Le but de cet inventaire est de recenser de manière la plus exhaustive les zones humides présentes sur ces territoires pastoraux mais également les activités humaines qui y sont exercées et leurs impacts. La problématique soulevée par cette action et qui va être abordée dans ce mémoire est : Comment les zones humides d'alpages du Parc national des Écrins se répartissent-elles sur le territoire, et quels usages anthropiques s'y exercent ?

Les résultats de cet inventaire permettent de répondre à cette problématique et de comprendre comment les zones humides se répartissent sur les alpages et quels sont les facteurs clés de cette répartition. En complément, ils doivent aussi permettre de savoir si ces zones humides sont beaucoup dégradées ou non et quels sont les facteurs qui influencent cette dégradation. Pour cela, des traitements cartographiques et des graphiques exploratoires sont réalisés pour faire ressortir des liens entre les différentes variables comme la surface, la pente, le type de milieu ou le piétinement. La finalité de ce projet est d'améliorer la connaissance de ces milieux pour mieux les préserver, dans un contexte de changement climatique qui les fragilise tout en soulignant leur importance dans le cycle de l'eau en montagne.

Mots clés : Zones humides - eau - milieux - topographie - répartition

## Abstract

This thesis of the Master 1 management and evaluation of mountain environments deals with the ACLIMO project, which is an european project between Italy and France about wetlands and climate change in mountains, and its setting up in the Écrins National park. More particularly of the main action led by this structure, which is inventory of mountain pasture wetlands in the heart of the park. The goal of this inventory is to inventory in the most exhaustive way wetlands present in these pastoral territories but also the human activities carried out there and their impacts. The problematic raised by this action and which will be discussed in this report is: How are the alpine pasture wetlands of the Écrins National Park distributed over the territory, and what anthropogenic uses are exerted there?

The results of this inventory permit us to respond to the problematic and understand how the wetlands are spread over the alpine pastures and what are the key factors. In addition, they also need to permit us to know if they are really degraded or not and if certain factors are aggravating or on the contrary reducing. By doing this through cartographic treatments and exploratory graphics to highlight links between the different variables such as the surface, slope, type of environment and trampling. The purpose of this project is to increase knowledge about these environments to better preserve them, in a context of climate change which weakens them while emphasizing their importance in the water cycle in the mountains.

Keywords: Wetlands - water - environments - topography - distribution