



FOCUS

ALPAGES ET BESOIN EN EAU

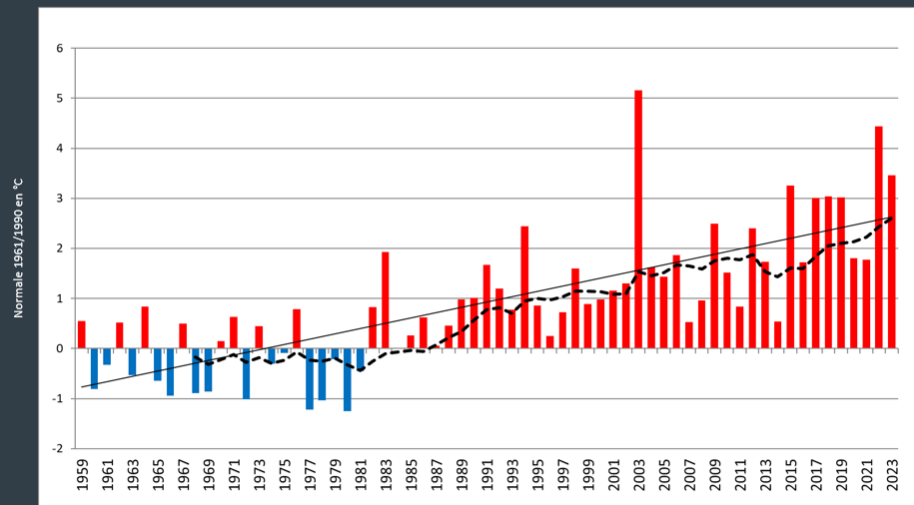
Anne-Lise BARD HOUDANT,
Directrice de la Société d'Economie
Alpestre de la Haute-Savoie

Avec des contributions de
Christophe CHAIX,
Climatologue, Agence Alpine des Territoires



Températures moyennes estivales dans les Alpes du Nord

Été 2023 : 3^e le plus chaud

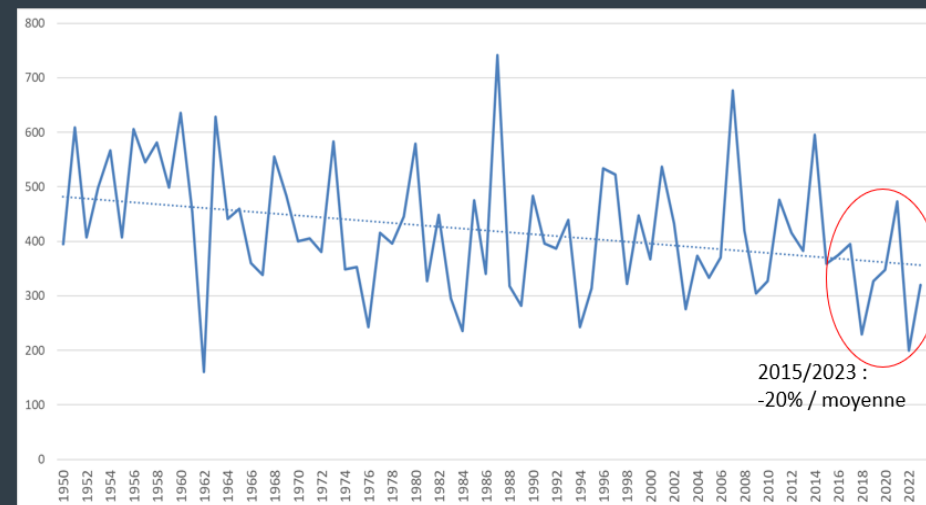


Écarts des températures moyennes estivales (en °C) par rapport à la normale 1961-1990 de 1959 à 2023 dans les Alpes du Nord.

Source : Données Météo-France, traitement AGATE-OBSCAN

Cumuls estivaux de précipitation à la Clusaz

Une chute sévère depuis 2015



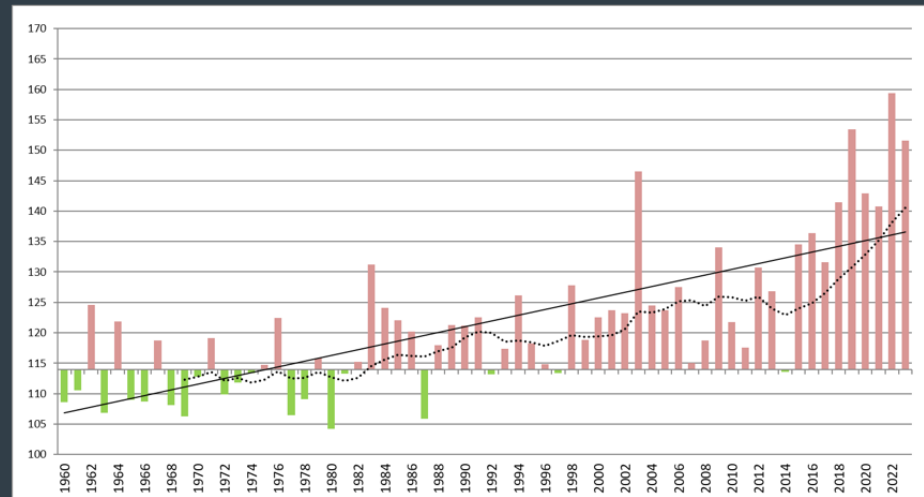
2015/2023 :
-20% / moyenne

Cumuls de précipitation estivaux en mm en tre 1950 et 2023 à la Clusaz

Source : Données Météo-France, traitement AGATE-OBSCAN

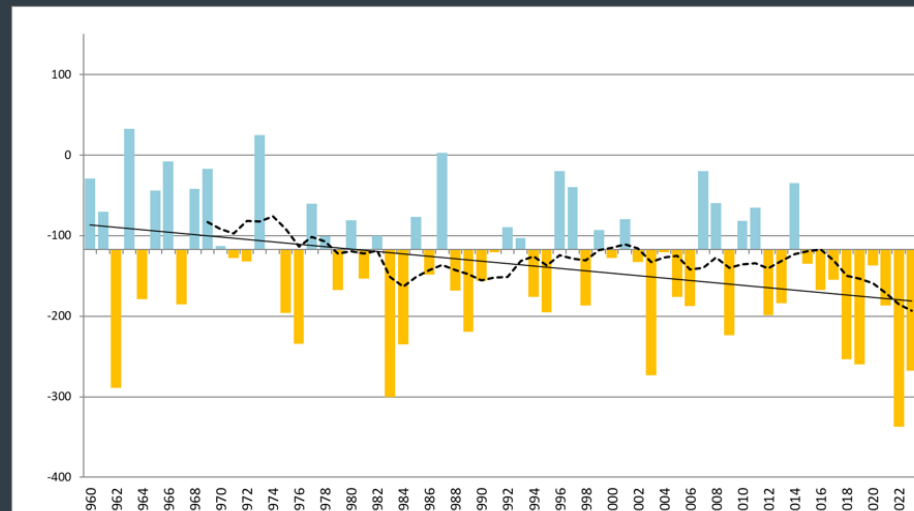
Evapotranspiration estivale à Bourg-Saint-Maurice

(Penman décadaire en mm)



Source : Données Météo-France, traitement AGATE-OBSCAN

Bilan hydrique estival à Bourg-Saint-Maurice (P-ETP)



Source : Données Météo-France, traitement AGATE-OBSCAN

Les tendances actuelles préfigurent-elles celles à venir ?

➤ Des marqueurs forts qui s'inscrivent dans le temps :

- Températures annuelles et estivales + élevées
- Évapotranspiration + importante
- Bilans hydriques < à la normale
- Cumuls et hauteurs d'enneigement plus faibles

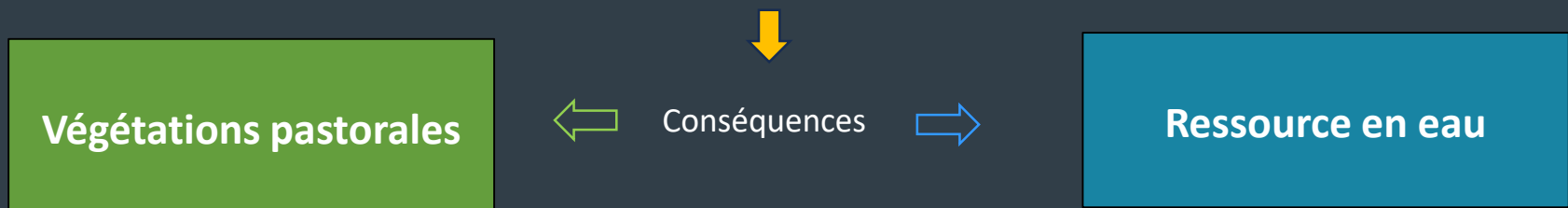
Un marqueur moins significatif : la « baisse » des précipitations estivales

➤ De la variabilité et de l'imprévisible :

- Sur le volume et la répartition annuelle des précipitations
- Sur le couple précipitations / températures en ailes de saison

➤ La donnée remarquable des projections pour 2050 :

-20% de PP efficaces (après évapotranspiration) en été



Eau en alpage : ressource et usages

Le dérèglement climatique vient :

- augmenter le besoin;

ET

- perturber la disponibilité de la ressource en saison d'alpage/estive

➤ **Ressources en eau en tête de bassin versant :**

- Sources, émergences
- Zones humides
- Ruisseaux
- Glaciers, névés
- Végétation
- Rosée

➤ **Usages pastoraux**

- Abreuvement
- Traite et transformation fromagère
- Besoins domestiques



Besoin en eau en alpage en Haute-Savoie: estimations et ordres de grandeur

Besoin en abreuvement des troupeaux

Ovin à l'entretien	0,5 à 4 L/j
Ovin en lactation	5 à 8 L/j
Caprin en lactation	6L/j
Vache en lactation	60 à 100 L/j
Génisse	50 à 80 L/j
Vache allaitante / équidé	40 à 60 L/j



31 878

ovins



6 660

caprins



30 330

bovins



dont 12 240

vaches laitières



600

équidés/asins

65000 ha

1050 alpages

120 jours d'estive

Abreuvement

200 000 m³

à 350 000 m³

**Traite et transformation
fromagère**

env. 1 m³/j * 350 alpages

env. 2 m³/j * 200 ateliers

Soit env. 100 000 m³

Besoin abreuvement en alpage en Haute-Savoie: comparaisons

En volume / saison

Abreuvement : 200 000 m³ à 350 000 m³ / saison d'estive

Soit le besoin en AEP de 11 000 à 19 500 habitants sur 120 jours

Soit 4 à 7 % de la consommation théorique pour la neige de culture en 2019-2020 en Haute-Savoie

En volume / ha

Abreuvement : 3,1 à 5,4 m³ / ha alpage / saison d'estive

En volume / kg de MS

Graminée prairiale irriguée (Rhône) : 1 m³ eau pour 1 à 2,5 kg MS

Brebis allaitante au pâturage : 0,5 à 4l eau /jour + 2kg MS (herbe, feuillage)

Vache laitière au pâturage : 60 à 100l eau/jour + 17 kg MS (herbe)

Quelles adaptations des systèmes pastoraux au dérèglement climatique?

	1	2	3	
			Jouer sur l'articulation alpage / exploitation, et sur la complémentarité entre exploitations au sein d'un GP	
	Ajuster la conduite du troupeau de manière conjoncturelle	Modifier la structure de l'alpage pour augmenter la ressource mobilisable	Ajustements conjoncturels	Évolutions structurelles
VÉGÉTATIONS	Exemples : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Jouer sur le niveau de prélèvement de la ressource sur les végétations les plus grossières, telles que les pelouses à brachypode, les queyrellins... ▸ Explorer des zones peu parcourues habituellement 	Exemples : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Mobiliser de nouvelles surfaces ▸ Aménager des équipements pour mieux valoriser les ressources pastorales (cabane, accès, clôtures, points d'eau...) 	Exemple : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Négocier entre éleveurs d'un GP l'ajustement des dates de montée / descente et des effectifs estivés 	Exemple : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Modifier les dates d'agnelage ou de vêlage, les effectifs estivés
EAU	Exemples : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Monter des tonnes à eau ▸ Jouer sur l'articulation des quartiers 	Exemples : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Aménager des équipements (impluvium, captage de source) ▸ Mettre en place des partenariats de multi-usage de la ressource 	Exemple : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Descendre les animaux de manière anticipée 	Exemples : <ul style="list-style-type: none"> ▸ Ajuster des effectifs ▸ Réfléchir à la non montée en alpage des agneaux 

Quelles adaptations des systèmes pastoraux au dérèglement climatique : quelles problématiques pour l'eau?

- Les alpages « sans eau »
- La diminution ou le tarissement des sources
- La mobilisation de nouvelles ressources et de nouvelles surfaces
- La desserte en eau des différents quartiers
- Des interactions plus sensibles avec les zones humides, les milieux aquatiques
- Le stockage d'eau : insertion paysagère, qualité de l'eau, évaporation, partage de l'eau, acceptabilité...
- Les économies d'eau

Stockage d'eau pastoraux : types d'ouvrages et volumes

Cuve de récupération

0,5 à 1 m³



Citerne enterrée

5 à 100 m³



Citerne souple

5 à 300 m³



Impluvium

50 à 500 m³

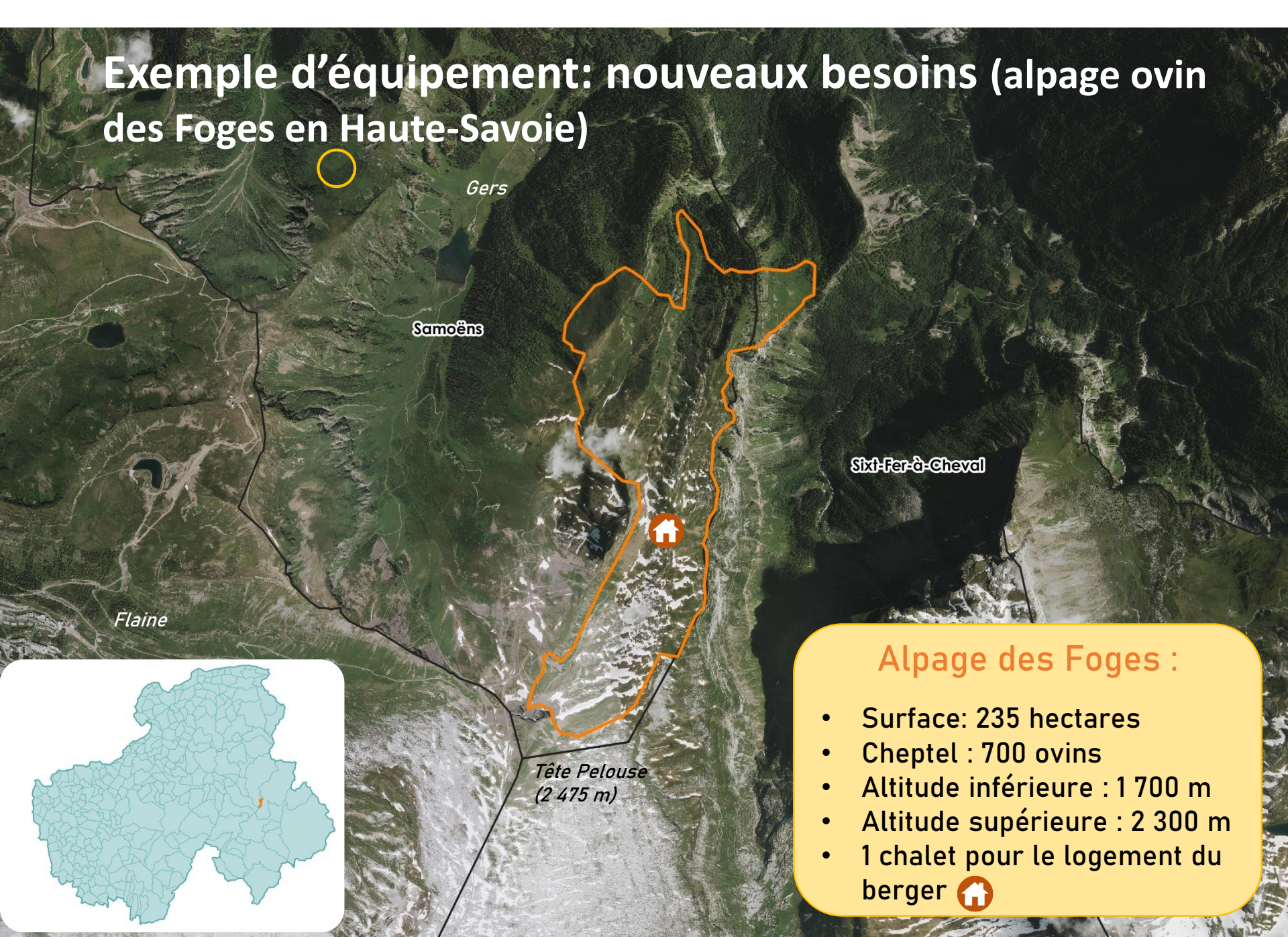


Retenue collinaire

Qqs 100^{aines} à 1000^{ers} m³

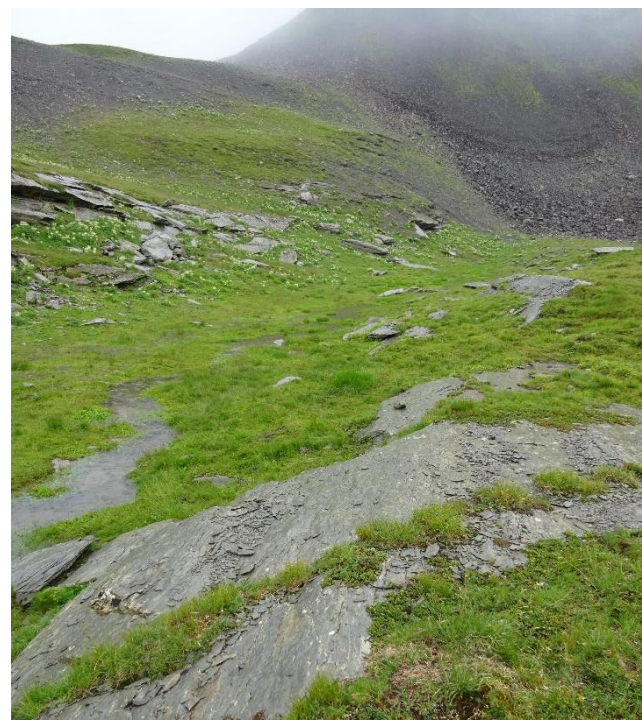
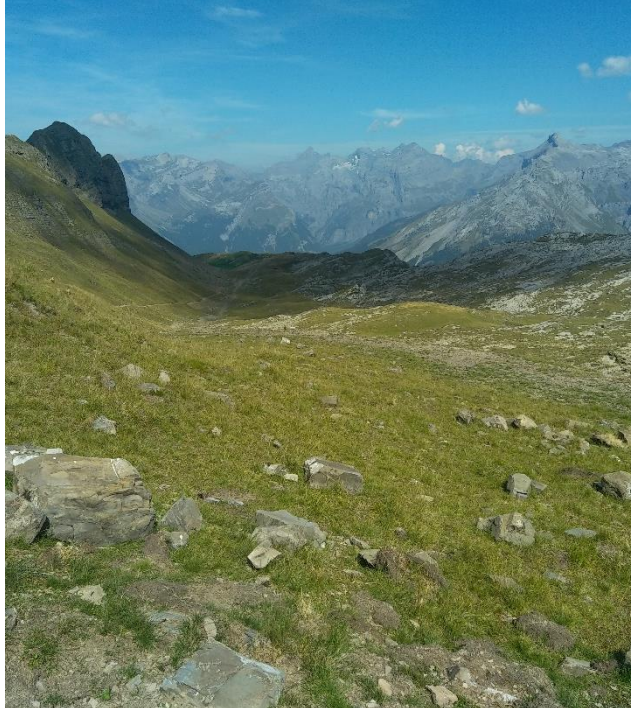


Exemple d'équipement: nouveaux besoins (alpage ovin des Foges en Haute-Savoie)



Alpage des Foges :

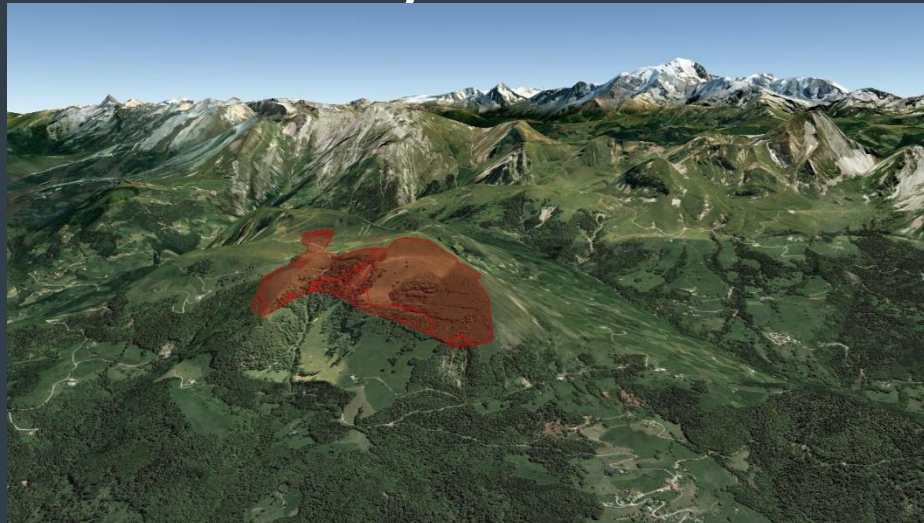
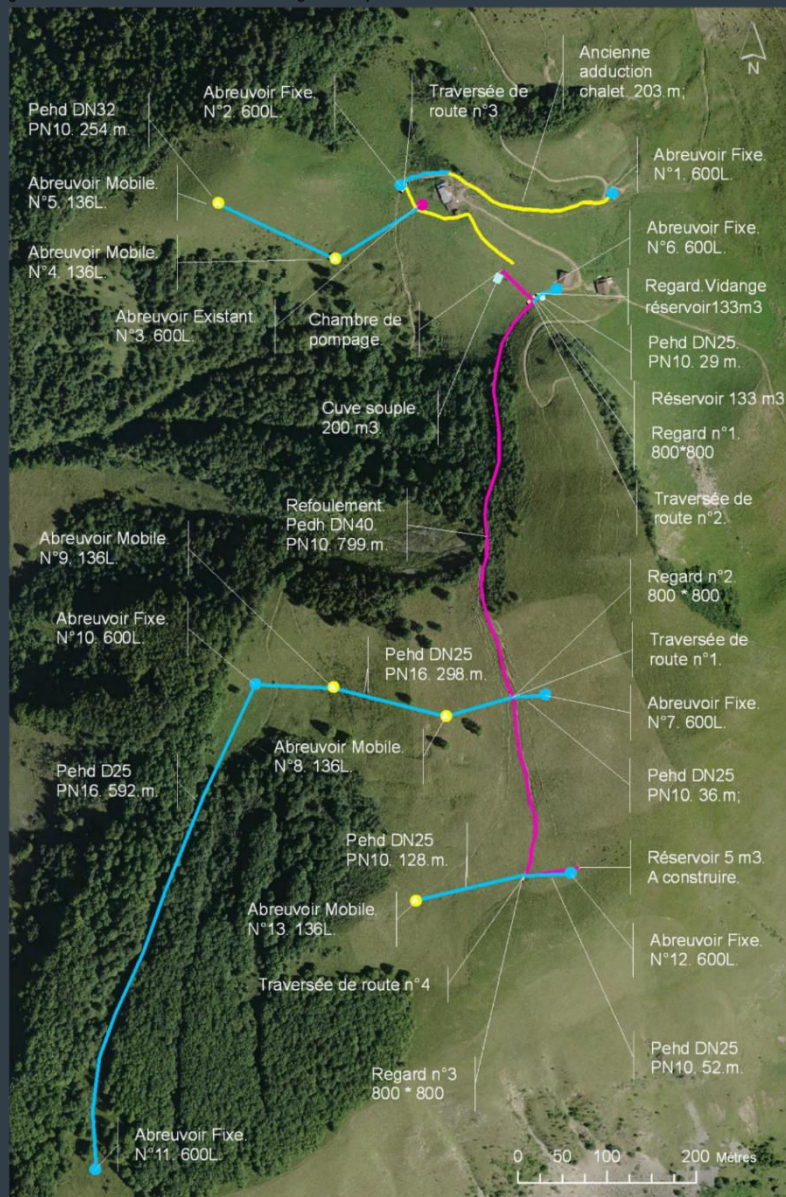
- Surface: 235 hectares
- Cheptel : 700 ovins
- Altitude inférieure : 1 700 m
- Altitude supérieure : 2 300 m
- 1 chalet pour le logement du berger 🏠



Exemple d'équipement : sécurisation et desserte (alpage bovin lait de Sulens en Haute-Savoie)

APP de Serraval, Alpage – Ecole de Sulens. Proposition de travaux pour l'alimentation en eau de l'alpage.

Figure 4-1. Carte de localisation des ouvrages. Orthophoto.



L'accompagnement des réseaux pastoraux

- Assistance aux porteurs de projets pour les travaux de sécurisation de la ressource en eau (aides Régions, Départements, Collectivités)
- Conseil, conciliation des usages, partage de l'eau (domaines skiables, hydroélectricité, DFCI...), accompagnement aux bonnes pratiques (MAEC, PGZH...)



Alpage de Samance, Le Grand Bornand



Alpage de Gamonet, Glières Val de Borne

L'accompagnement des réseaux pastoraux

- **Partage d'expérience, dossiers/fiches techniques et travaux prospectifs dans le cadre des réseaux (Alpin ou AURA, Alpagnes sentinelles, Clim'pasta ...)**

réalisé:

- *Acceptabilité*
- *Réglementation eaux fromagères et domestiques - arbre de décision*
- *Guide pratique stockage*

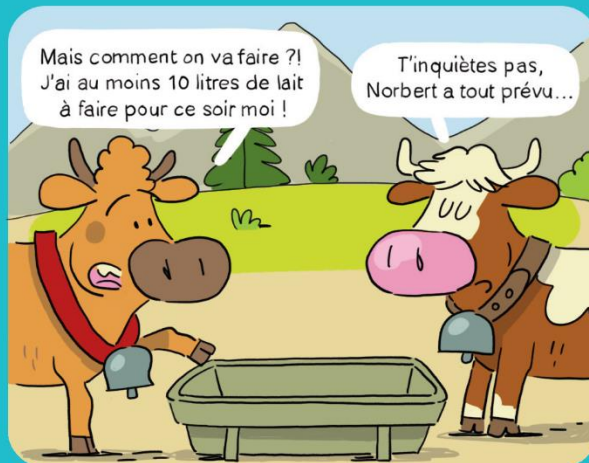
en cours

- *Qualité de l'eau d'abreuvement*
- *Quantité / ruptures alimentation (enquête sur saison 2022)*

en projet

- *Outil commun de présentation des ouvrages*
- *Zones humides et pastoralisme*





Les aventures de Norbert, le chien de berger titulaire



Etude

« Qualité de la ressource en eau en alpages et équipements »

2022-2023



Société
d'économie
alpestre
de Savoie

CONSEIL
SAVOIE MONT BLANC



Société
d'économie
Alpestre
de la Haute-Savoie

Contexte de l'étude :

Etude sur la qualité de l'eau d'abreuvement entamée en 2021 dans le cadre de la convention CIMA entre les services pastoraux du massif des Alpes sur différentes structures de stockages (ouvertes et fermées) → une trentaine d'alpages suivis depuis 2021.

Avec la spécificité laitière des Savoie, et des filières lait cru associée (AOP et IGP), volonté des SEA 73 et SEA 74 en 2022 d'approfondir cette étude sur les **stockages ouverts** (modalité de stockage et effets induits sur la qualité de l'eau) et sur des paramètres bactériologiques intéressants la filière.

- Les SEA ont proposé de faire un état des lieux de la qualité de l'eau issue des installations de stockages sur les alpages : retenues collinaires et impluvium.
- Objectif : mieux orienter l'accompagnement technique des services pastoraux en prenant en compte le risque de maîtrise sanitaire des laits.



Méthodologie:

Quelques éléments de définition :

Retenue collinaire (ou retenue d'altitude) :



Ouvrage artificiel permettant de stocker l'eau à des périodes où la ressource est abondante.



Eau issue majoritairement d'eaux superficielles (cours d'eau) et/ou souterraines (source, trop-plein, forage), par captage ou gravitaire.

Usage de la retenue principalement dédié à la production de neige de culture en Haute-Savoie et Savoie

- Généralement de grosse contenance (plusieurs milliers de m³)



Impluvium :



surface imperméable collectant les **précipitation directes (pluie/neige) et le ruissellement** des eaux issues du versant amont à l'ouvrage, associée à un ouvrage de stockage d'eau.



usage principalement pastoral.

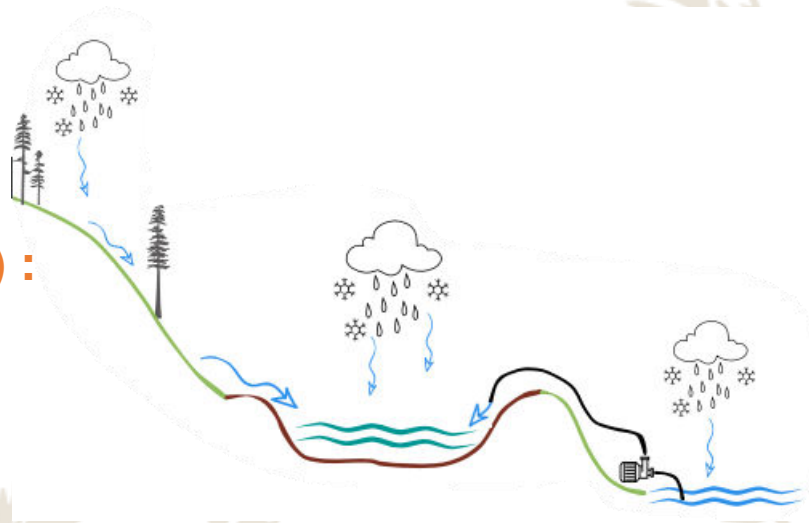


Généralement implanté au niveau de dépression naturelle et proximité des crêtes pour bénéficier de l'eau de fonte.



≠ Bassines : alimentées par pompage dans une nappe souterraine, principalement utilisé pour l'irrigation des cultures

Retenue collinaire (ou retenue d'altitude) :



Impluvium :



Paramètres analysés et seuils :

Paramètres analytiques	Méthode	Interprétation	Unité	Seuils d'acceptabilité ANSES (2010)	
Bactériologie					
Entérocoques intestinaux	NF EN ISO 9308-1:2000	Indicateur de contamination fécale	UFC/100ml	< 100 UFC/100ml	Acceptable
<i>Escherichia coli</i>	NF EN ISO 7899-2	Indicateur de contamination fécale		100 à 500 UFC/100ml	Moyenne
				500 à 1000 UFC/100 ml	Médiocre
				> 1000 UFC/100ml	Mauvaise
Coliformes totaux	NF EN ISO 9308-1:2000	Indicateur de sensibilité à la contamination microbiologique	UFC/100ml	< 100 UFC / 100ml	peu sensible
				> 100 UFC / 100m	sensible
Listeria Mono spp	AFNOR BIO 12/18 - 03/06 (VIDAS)	Indicateur de contaminations fécale, du sols et des végétaux.	Non détecté / 5L	Non détecté / 5L	Bonne
				Détecté / 5L	Mauvaise
Salmonella spp	NF EN ISO 19250	Indicateur de contamination fécale	Non détecté / 500 mL	Non détecté / 500 mL	Bonne
				Détecté / 500 mL	Mauvaise
Physico-Chimique					
pH	NF EN ISO 10523	Acidité de l'eau	unité pH	6 ≤ pH ≤ 9	Acceptable
				pH < 6 ou 9 < pH	Mauvais
Température de mesure du pH	NF EN ISO 10523		°C		
Conductivité à 25°C	NF EN 27888	Concentration totale de matières organiques et minérales dissoutes dans l'eau	µS/cm	200 ≤ conductivité ≤ 1100	Acceptable
				conductivité < 200 ou conductivité > 1100	Mauvais
Carbone Organique Total (COT)	NF EN 1484	Quantité de Carbone organique présent dans l'eau	mg(C)/L	< 5	Acceptable
				> 5	Mauvais

Elaboration du protocole avec le FRGDS PACA et le Laboratoire Départemental de la Drôme en 2021



Seuils d'acceptabilité des paramètres définis à partir d'une étude de l'ANSES et selon les recommandations des filières laitières

Objectif : en 2022, 3 prélèvements sur chaque site au cours de la saison d'alpage (source si possible, stockage + abreuvoir)
 en 2023, 5 prélèvements sur chaque site (uniquement impluvium) → analyse biostatistique

→ Prélèvement étalés de juillet à octobre



Répartition des sites de prélèvements en Haute-Savoie et Savoie en 2022 :

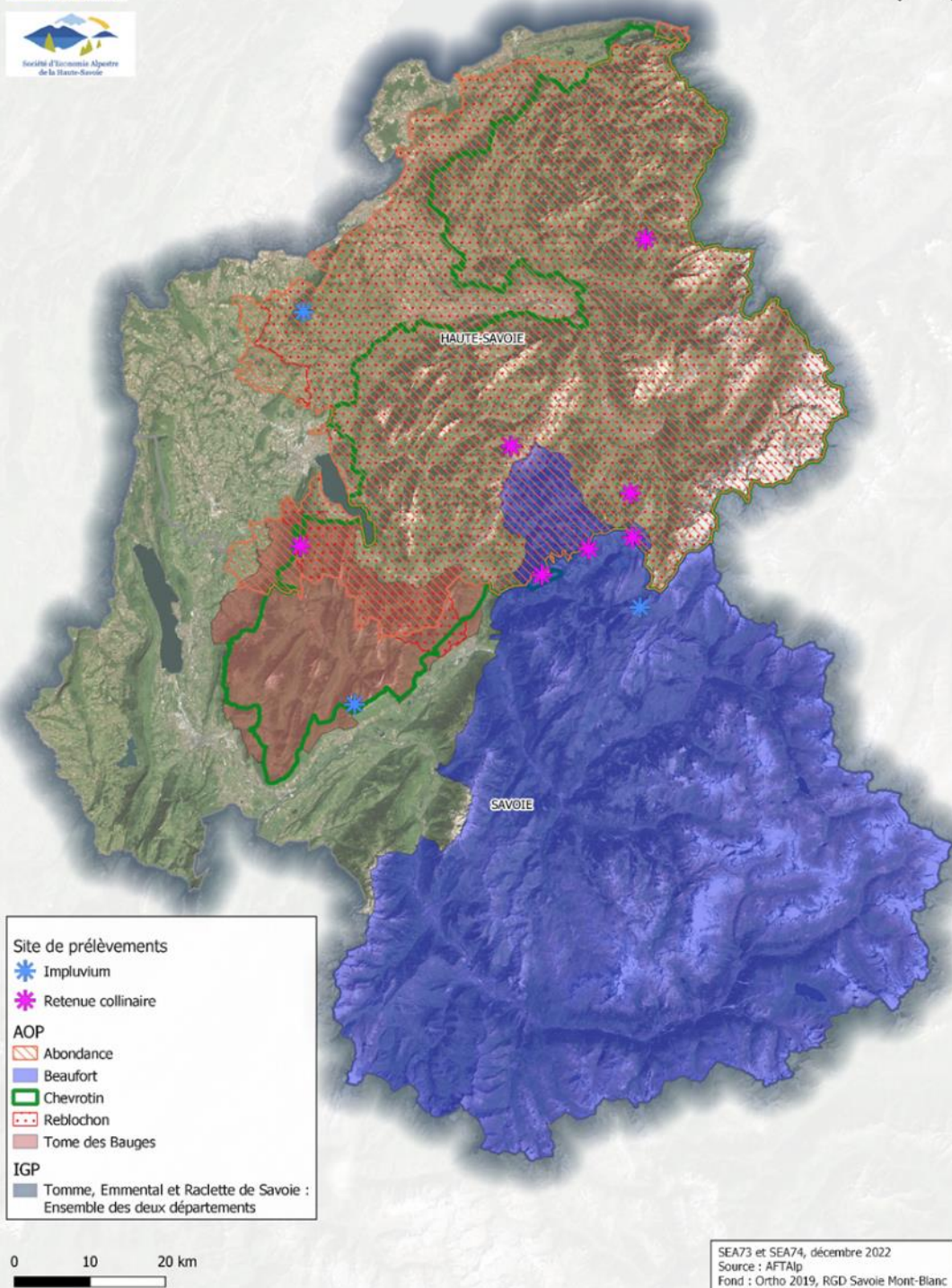
- 5 sites en Savoie et 5 sites en Haute-Savoie
- Répartition sur l'ensemble des périmètres des productions AOP / IGP.
- 51 prélèvements effectués sur la saison :
 - Source : 1 prélèvement
 - Stockage : 27 prélèvements
 - Abreuvoir : 23 prélèvements

En 2023 :

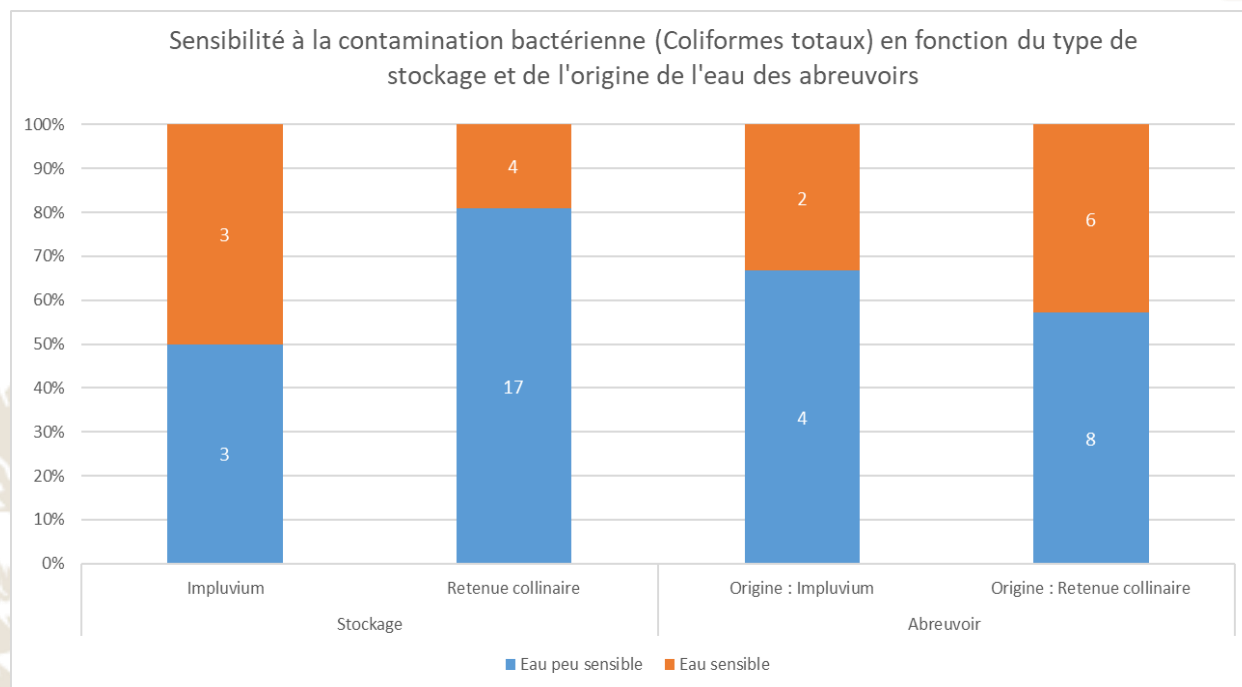
- 6 sites en Savoie et 2 sites en Haute-Savoie
- Répartition sur l'ensemble des périmètres des productions AOP / IGP.
- 40 prélèvements effectués sur la saison



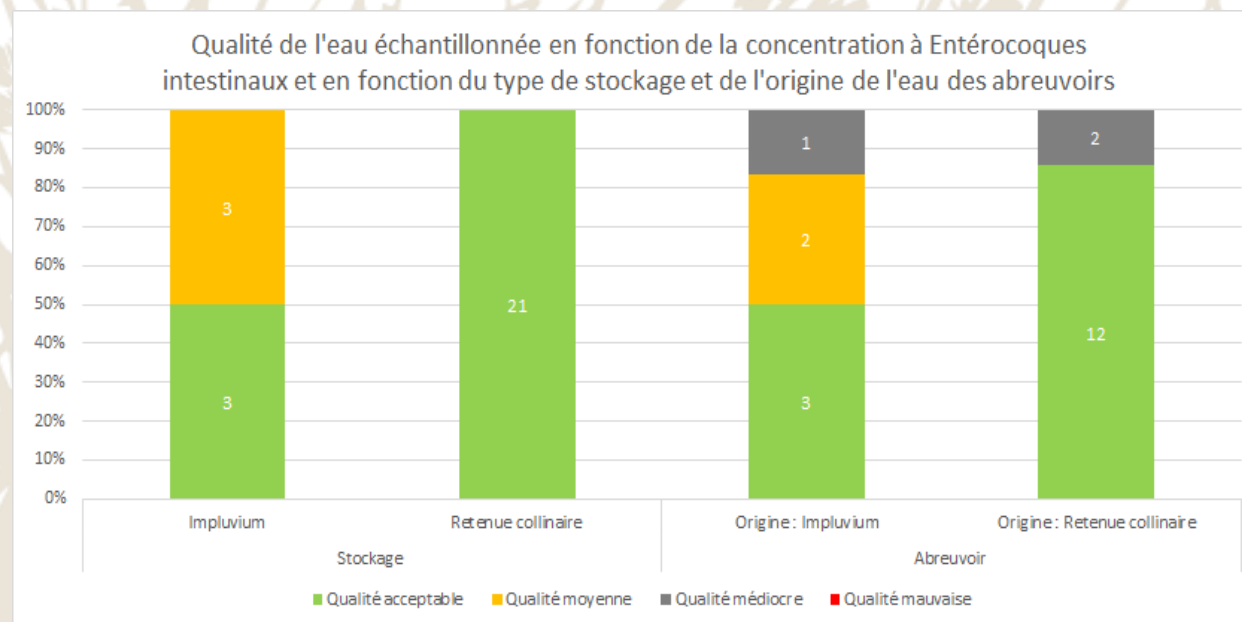
Répartition des sites de prélèvements
Lien avec les productions AOP/IGP en Savoie et en Haute-Savoie



Résultats 2022 : Bactériologie

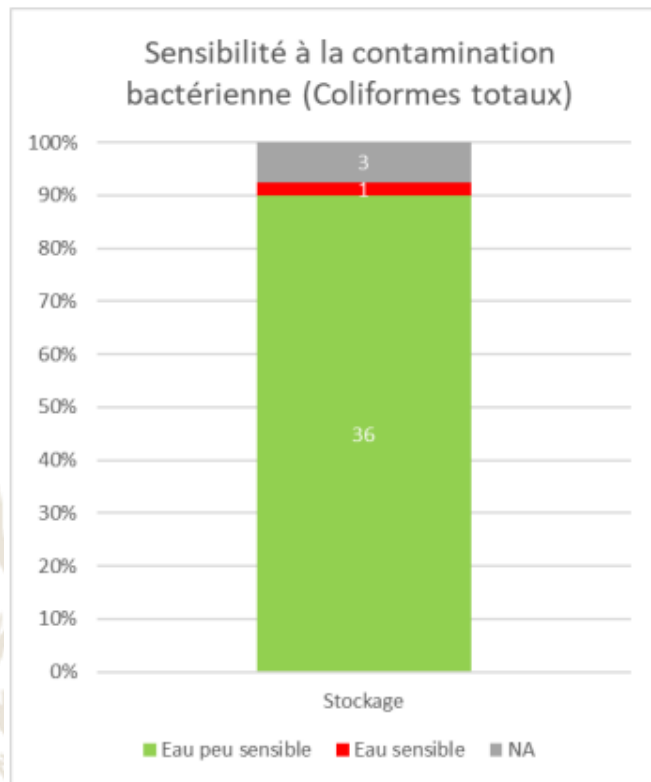


→ Les impluviums semblent plus sensibles au développement d'agents pathogènes que les retenues collinaires. Cette différence se lisse au niveau des abreuvoirs, avec la moitié de ces structures qui sont sensibles, toute origine de l'eau confondue.

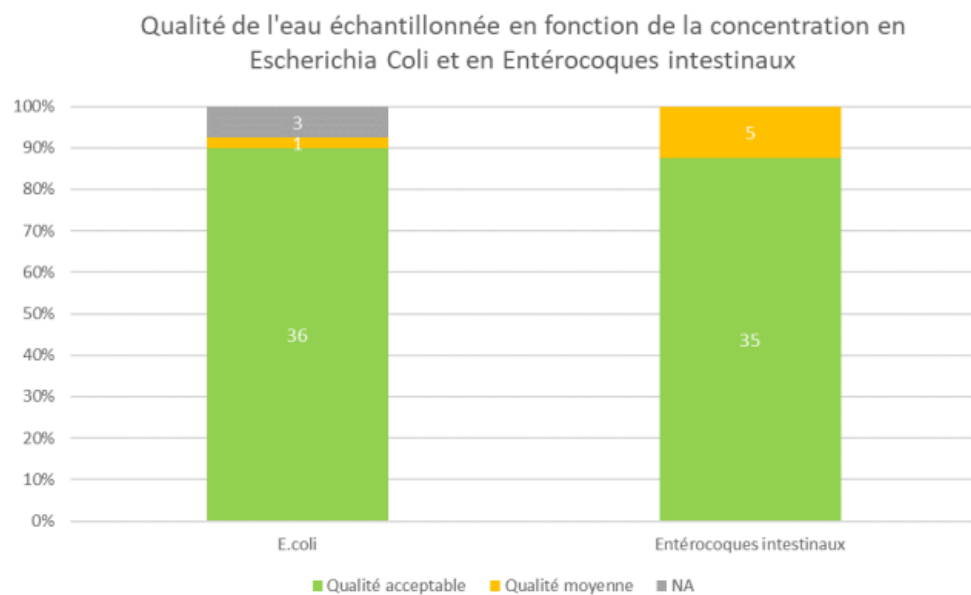


→ Sur la contamination fécale des échantillons (E. coli et Entérocoques intestinaux), l'eau issue des stockages est globalement d'une qualité acceptable, mais avec quelques échantillons moyens. En revanche, la qualité de l'eau diminue dans les abreuvoirs, avec une baisse un peu plus notable sur les abreuvoirs alimentés par des impluviums.

Résultats 2023 sur les impluviums : Bactériologie



→ 90% d'eau qualifié de peu sensible à la contamination au Coliformes totaux



- Sur la contamination fécale des échantillons (E. coli et Entérocoques intestinaux), l'eau issue des impluviums est globalement d'une qualité acceptable
- La plupart des sites sont restés en dessous du seuil de contamination tout au long de la saison malgré quelques contaminations « spontanées »

Résultats 2023 : Bactériologie

Evolution de la sensibilité de l'eau à la contamination bactérienne sur l'été 2023 sur les impluviums (Concentration en Coliformes totaux)

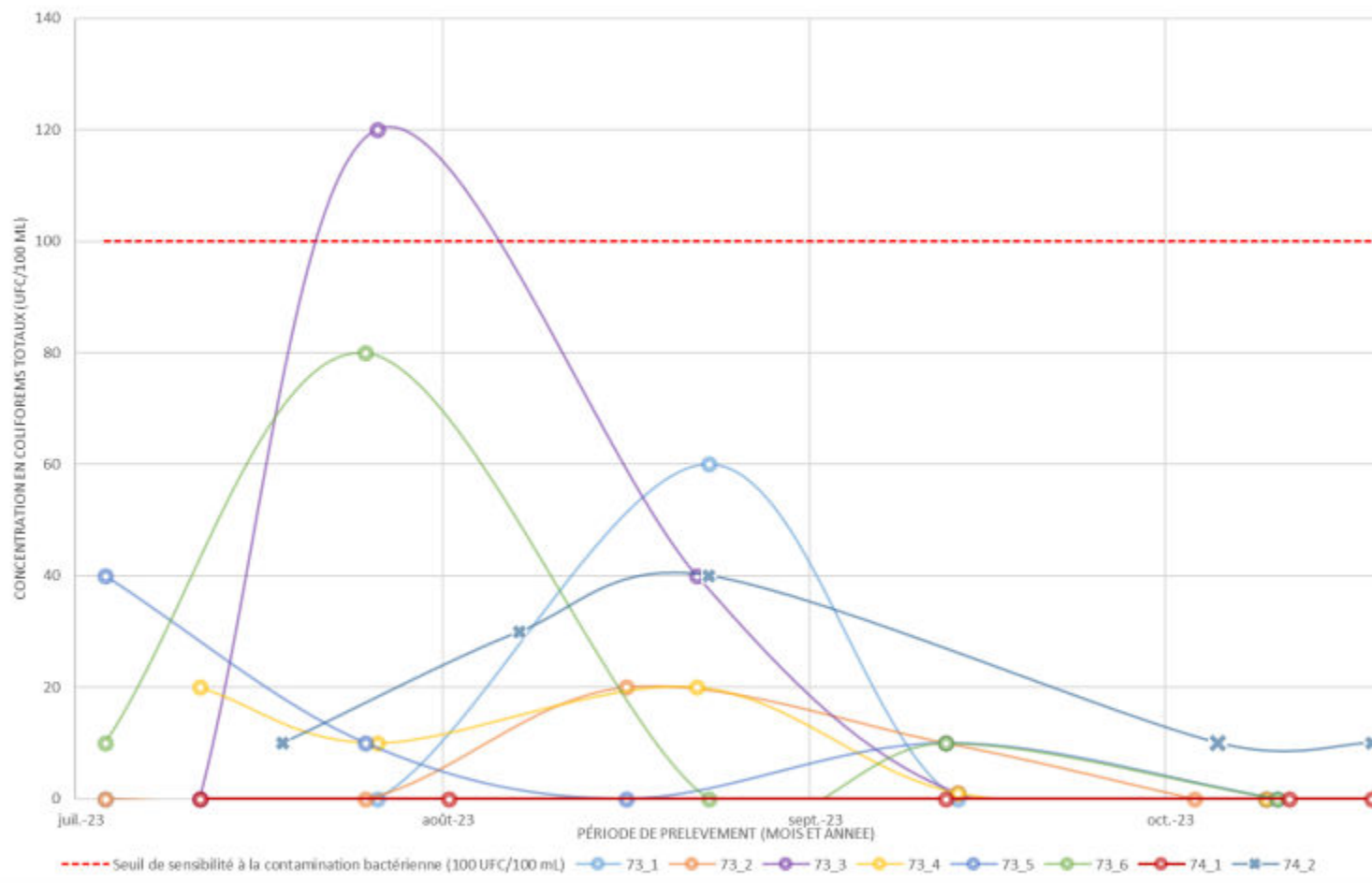
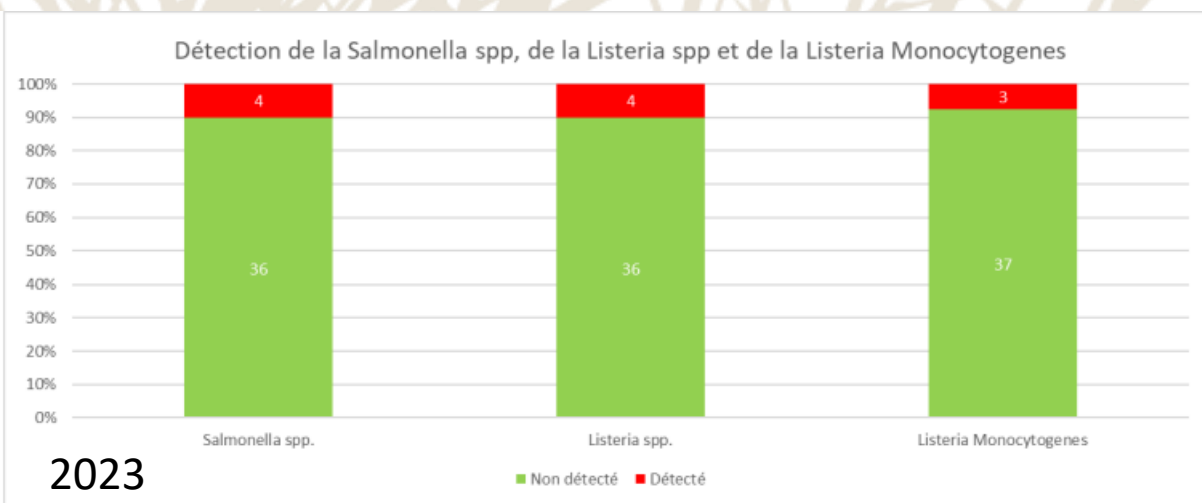
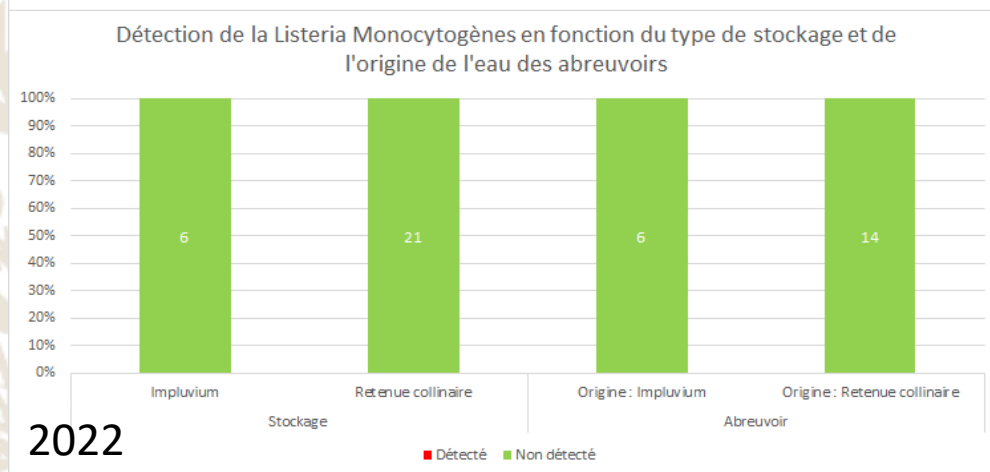
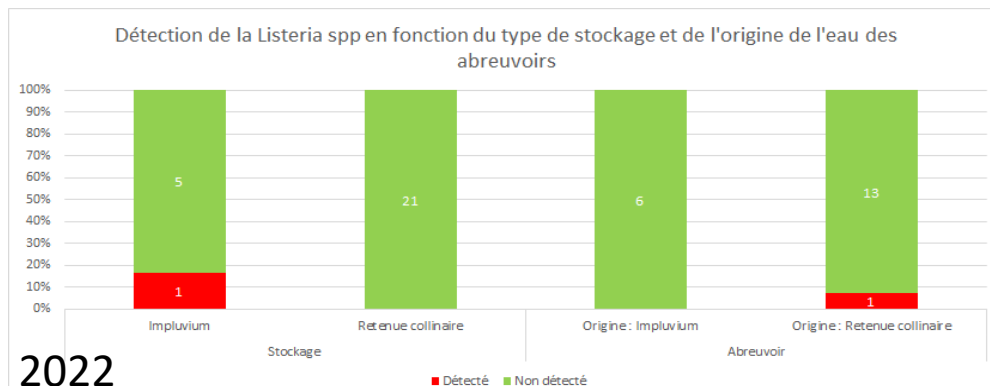


Figure 3 : Evolution de la sensibilité de l'eau sur l'été 2023 à la contamination bactérienne sur les impluviums (Coliformes totaux)

- Pas de tendance sur l'ensemble de la période d'analyse
- Quelques variations

Résultats 2022 et 2023: Salmonella spp. et Listeria spp.



→ 3 cas déteectés (2 Listeria spp. et 1 Salmonella spp.) sont issus de trois sites différents

→ pas de contamination sur la chaîne de distribution de l'eau relevée.

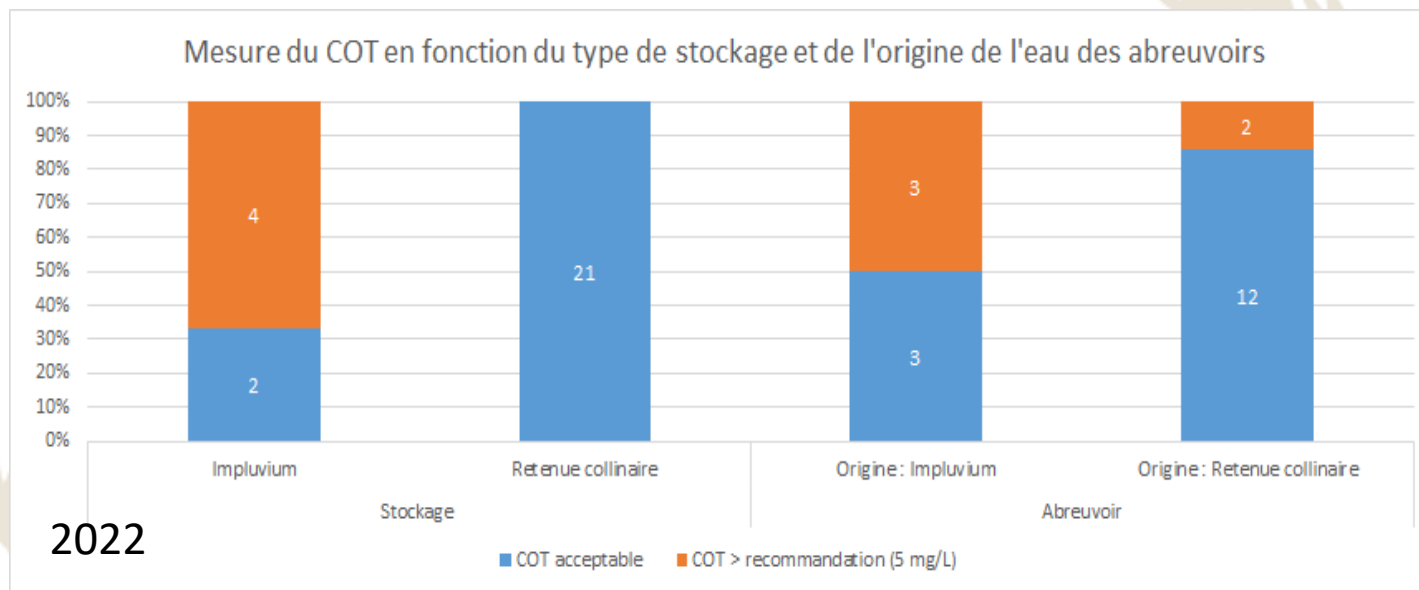
En revanche, il est important de noter que les 3 déteectes portent sur de l'eau stockée et distribuée à partir de structures uniquement utilisées par le pastoralisme, avec des volumes de stockage inférieur ou égal à 1000 m³.

→ 4 cas de Salmonella spp. et Listeria spp.

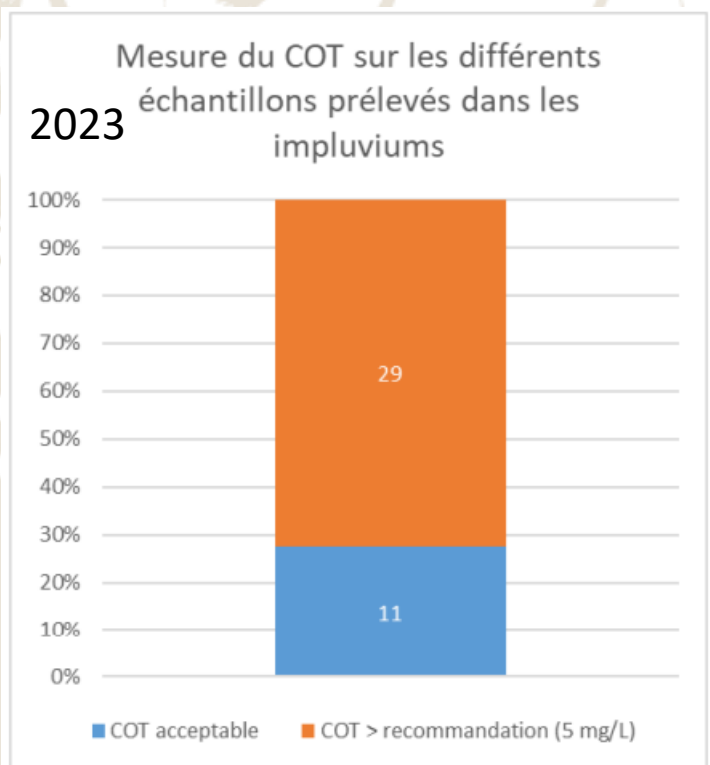
→ 3 cas de Listeria Monocytogenes

→ Sur 3 sites différents

Résultats 2022 et 2023 : Physico-chimie



→ COT : indique la concentration en matière organique d'un échantillon, meilleure qualité pour les retenues collinaires



Ce paramètre est certainement lié à des facteurs extérieurs, comme le nettoyage régulier des installations, la présence de végétation arbustives autour de la structure ou du ruissellement

Bilan global :

Au niveau de qualité bactériologique en 2022 :

- l'eau stockée dans les retenues collinaires semble être d'une meilleure qualité que celle présente dans les impluviums.
- Dégradation dans les abreuvoirs, en particulier au niveau des coliformes totaux et E. coli
- La qualité bactériologique des eaux stockées et distribuées ne semble donc pas être inquiétante, mais mérite d'être surveillée, en particulier sur les petites structures à usage pastorale et au niveau des abreuvoirs.

en 2023 : tendances observées en 2022 se confirment, avec une eau stockée dans les impluviums qui semblent être globalement de bonne qualité



Niveau de Carbone Organique total supérieur aux recommandations ! Influence ?

A noter ; 2 saison estivale chaude et avec peu de précipitation voir pas (2022) durant les mois de prélèvements globalement.



2023 : étude des facteurs d'influence de la qualité de l'eau stockée dans de impluviums

- **Protection autour du stockage** : Clôture fixe / Clôture mobile / Absence de clôture
- **Végétalisation des abords et des talus du stockage** : Terre nue / Végétalisation partielle / Végétalisation complète
- **Aménagements liés à l'activité pastorale aux abords du stockage** : Aire de traite / Parc de nuit / Piste à proximité / Aménagements multiples / Pas d'aménagement
- **Présence anormale de matière organique dans le stockage** : Terre / Cadavres/ Débris de végétaux / Algues / Divers sources / Absence de matière organique
- **Arbres / arbustes à proximité immédiate du stockage** : Présence / Absence
- **Système de vidange du stockage** : Présence / Présence mais non utilisé (non nettoyé) / Absence
- **cumul de précipitation et des températures sur les 7 jours précédents le prélèvement**

Résultats des tests statistiques :

- les Entérocoques intestinaux et le nettoyage des impluviums, la présence d'équipements pastoraux et l'absence de végétalisation des abords des impluviums cumulé ;
- le niveau de végétalisation des abords et un apport anormal de matière organique dans les impluviums ;
- la présence d'équipements pastoraux, le niveau de végétalisation des abords et un apport anormal de matière organique dans les impluviums ;
- la concentration en COT et un apport anormal de matières organiques.
- l'augmentation des températures (Cumul degré à 7 jours) et le COT : + 1 degré jour = + 0,35 unité de COT.

Que doit on en tirer ?

→ **La conception du stockage mais aussi l'entretien du stockage et de ses abords est primordial pour une bonne qualité de l'eau**

→ Paramètres maitrisables

→ Ex : filet, stockage bien protégé par une clôture fixe, nettoyé, dispositif de vidange

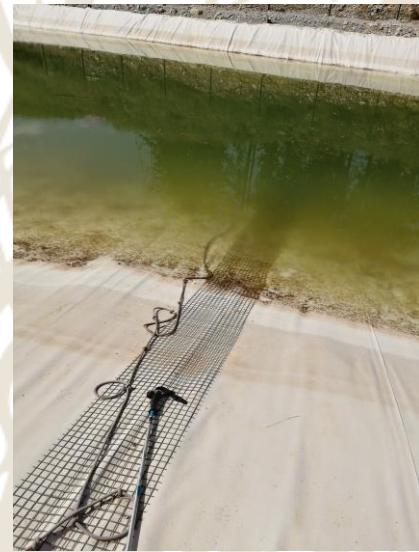
→ importance de l'environnement : éviter machine à traire à proximité immédiate, faire attention aux ruissellement chargé en terre, végétaliser les abords, ne pas laisser une végétation arbustive trop proche,

→ **Pour les abreuvoirs, ces derniers doivent de toute évidence être régulièrement nettoyés (avant la saison et une fois durant au moins)**



→ **changement climatique** : hausse potentielle de l'évaporation et des températures

= dégradation de la qualité ? Concentration plus importante ?



Quelles évolutions agro-climatiques en alpage dans les Alpes françaises ?

Quelques résultats issus du dispositif Alpages Sentinelles

E. Crouzat, C. Deléglise, H. François, F. Bray, H. Dodier,
et les membres du groupe de travail Alpages Sentinelles



Le dispositif « Alpages Sentinelles » bénéficie du soutien politique et financier de :



Cofinancé par
l'Union européenne



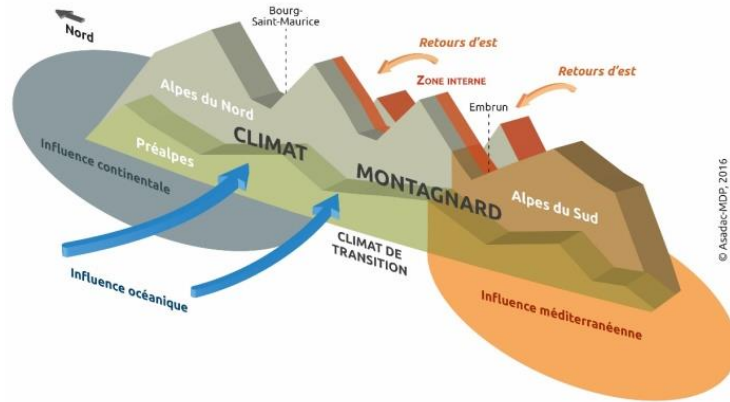
AGENCE
NATIONALE
DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES



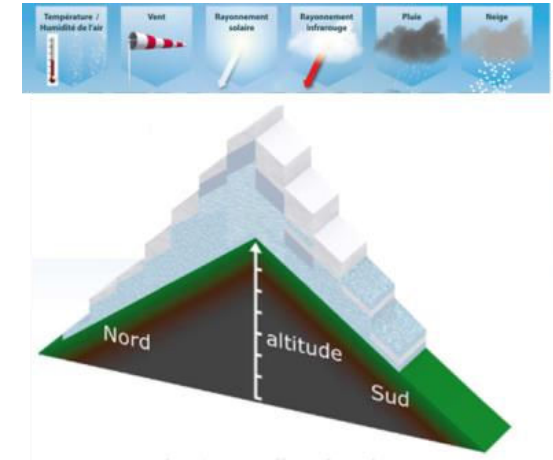
Caractériser l'exposition climatique d'un alpage



- La position géographique au sein du massif alpin détermine les **influences climatiques dominantes**

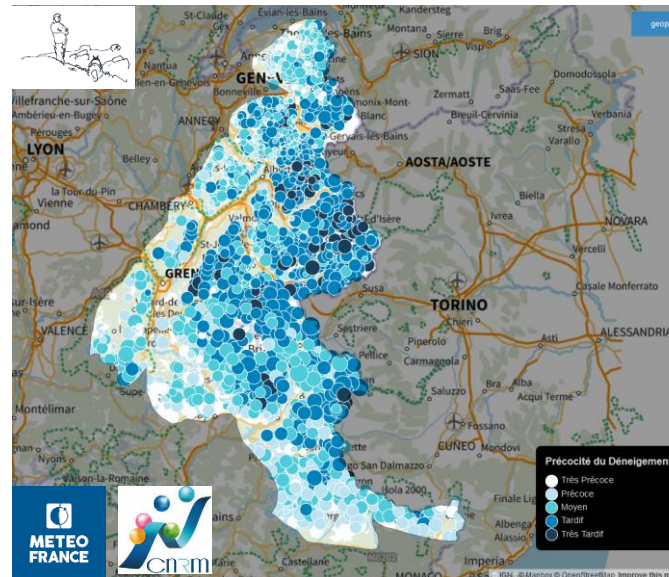


- Les caractéristiques **géomorphologiques** de l'alpage définissent un **microclimat** (altitude, étagement, pente, orientation dominante...)



Groupe de travail Alpes Sentinelles

- Partenaires techniques agropastoraux
- Partenaires territoriaux (espaces protégés)
- Partenaires scientifiques (CNRM / LESSEM / LECA)



Indicateurs agroclimatiques

Profils agroclimatiques des alpages

Développement d'une interface web dédiée (consultation en climat passé)

Nettier, 2016 (PhD)
Deléglise et al. 2022 (ASD)

Des indicateurs agroclimatiques pour suivre les saisons végétatives en alpage



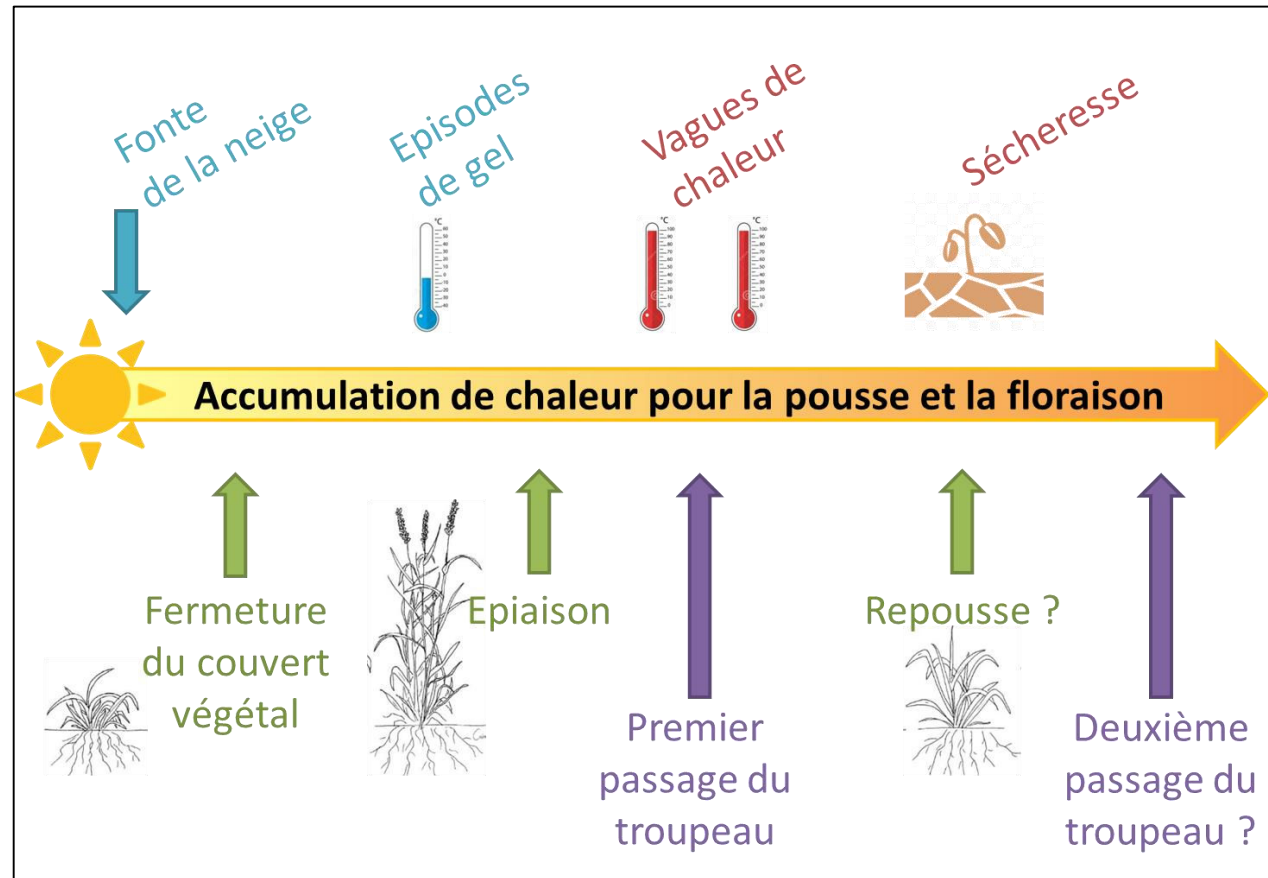
Déneigement

- Date de déneigement (sur 25% de l'alpage)
- Proportion de l'alpage déneigée à différentes dates

Températures

- Températures mensuelles
- Dates d'atteinte des seuils de 300 et 600 degrés-jours
- Etalement du printemps sur l'alpage

Un exemple de saison végétative, soumise à divers aléas météorologiques



Gel

- Occurrence de gels tardifs (0 / -5°C)

Pluviométrie

- Cumuls de précipitations (pluie, neige)

Eau disponible

- Stock nival à différentes dates
- Bilans hydriques

Les données mobilisées

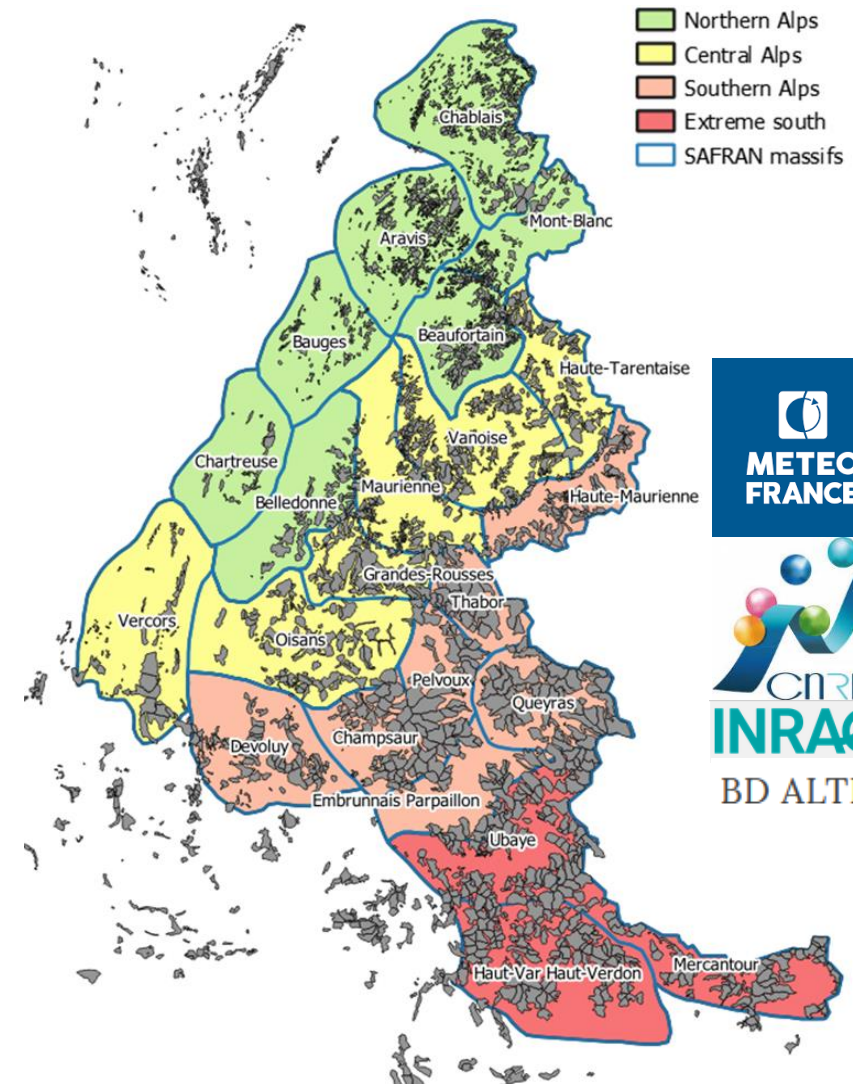


Période passée – actuelle

- **Données Météo France CNRM : réanalyse climatique**
Safran-Crocus (1959-2022) Vernay et al. (2020)
- Calcul des indicateurs agro-climatiques à l'échelle des alpages Deléglise et al. (2022)

Projections futures

- **Utilisation de 20 couples de modèles GCM-RCM**
- Modèles adaptés pour les territoires de montagne français
- Calcul des indicateurs agro-climatiques à l'échelle des alpages en climat futur : 2005-2100 / scénario RCP 8.5

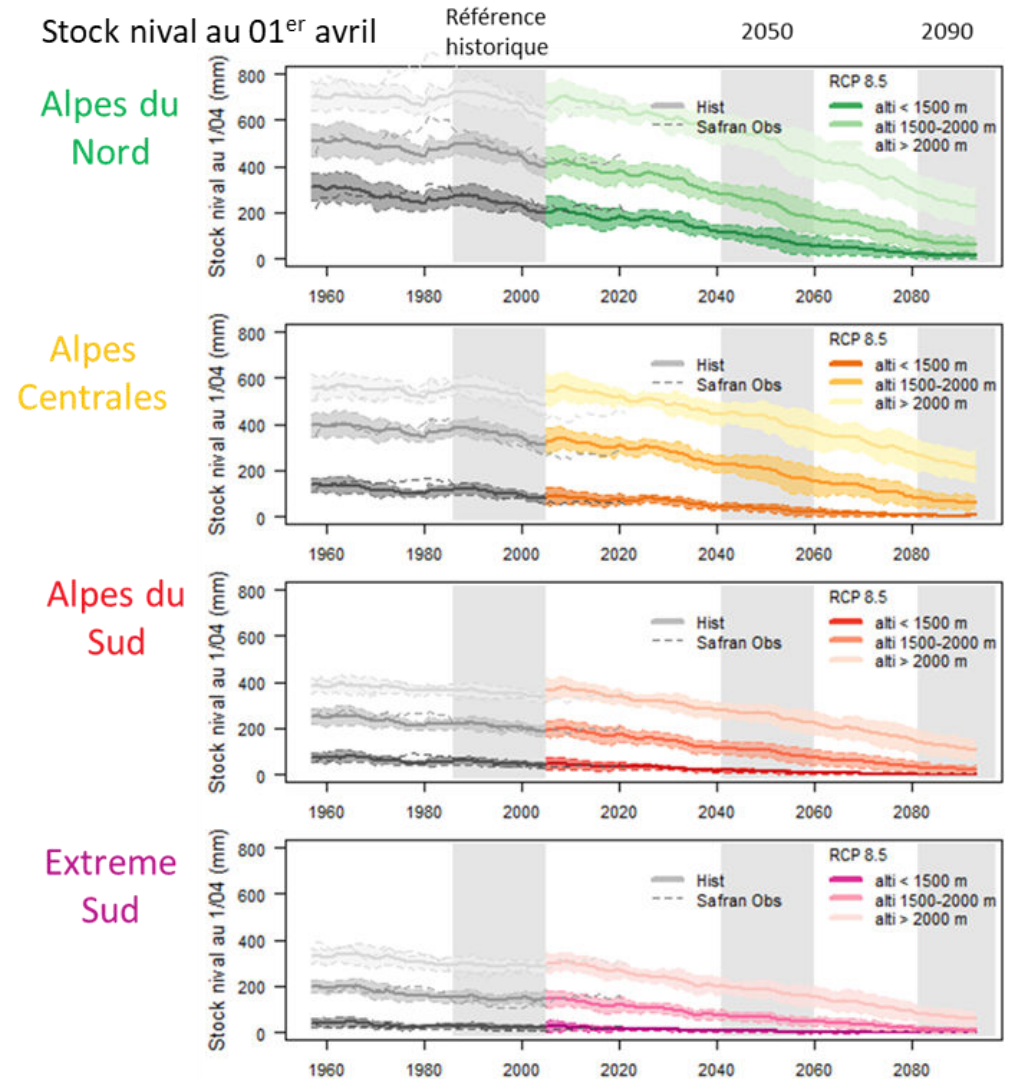


Quelle évolution du climat sur les alpages des Alpes françaises ?



Par augmentation des températures, l'enneigement diminue et les printemps deviennent plus précoces

- Entre 1960 et la période actuelle, à l'échelle des Alpes Françaises
 - **Un gain de précocité du démarrage de la saison** : 10 à 15 jours de précocité à l'échelle des Alpes Françaises
 - **Des gels tardifs plus nombreux après déneigement** : +5 jours en moyenne, surtout sur la moitié sud des Alpes
- A l'avenir, par rapport à la référence historique, **le stock nival au 01^{er} avril se réduit considérablement** :
 - -25% à -50% d'ici 2050
 - -60% à -100% d'ici la fin du siècle
- **Des nuances selon l'altitude des alpages et la position géographique** : à l'avenir, très forte diminution du stock nival sur les alpages où il était élevé, quasi disparition sur les autres

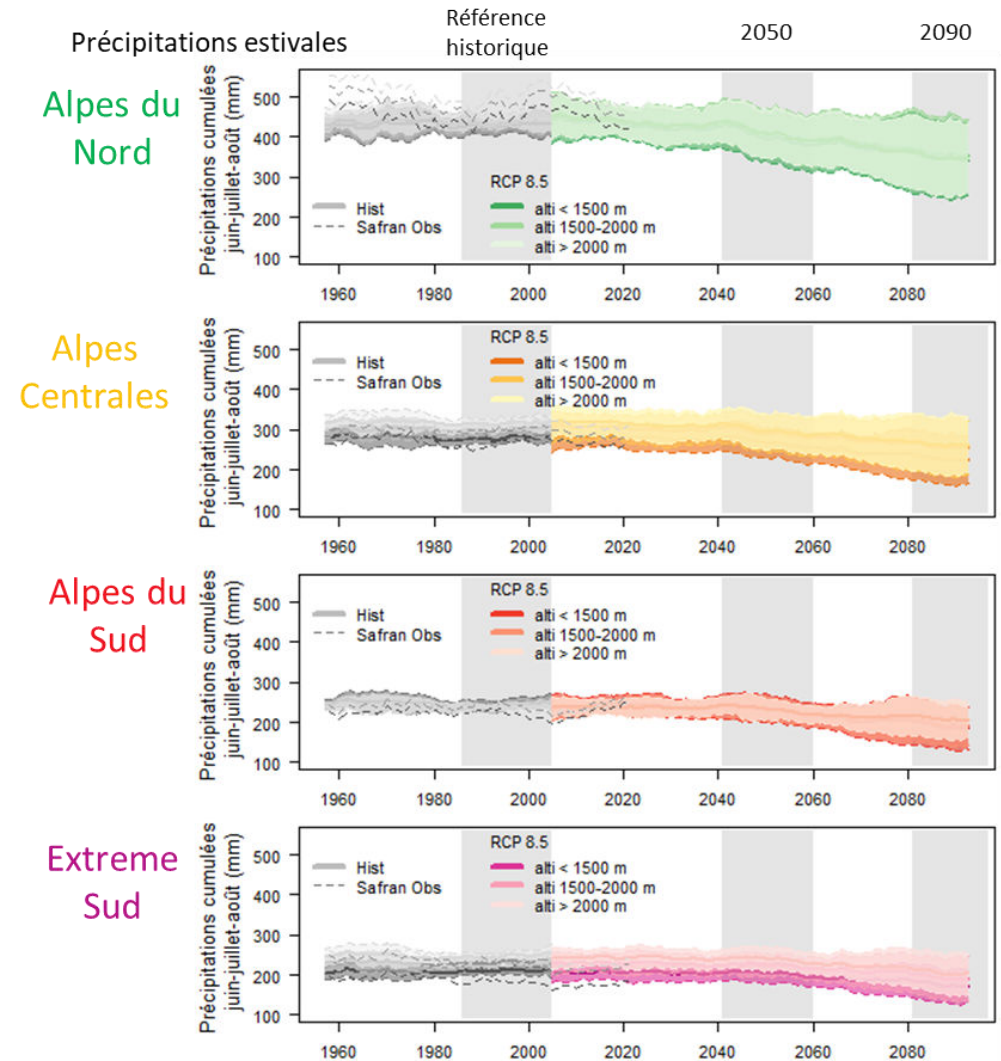


Quelle évolution du climat sur les alpages des Alpes françaises ?



Des précipitations très variables d'une année sur l'autre, et qui diminueront à l'avenir en été ?

- **Au printemps**, à l'échelle des Alpes Françaises
 - **Pas de tendance d'évolution des précipitations** sur la période historique comme sur les projections futures
 - **Une variabilité interannuelle qui augmente** à l'avenir par rapport à la référence historique.
- **En été**, sur la période historique, à l'échelle des Alpes Françaises
 - **Pas de tendance d'évolution des précipitations**
 - **Une forte variabilité interannuelle.**
- **En été**, à l'avenir,
 - **Une tendance à une légère baisse des précipitations**, mais avec une forte incertitude inter-modèles à la fin du siècle notamment pour les alpages du nord et du centre des Alpes.
 - **Une variabilité interannuelle qui augmente** à l'avenir par rapport à la référence historique et ce d'autant plus que les alpages sont situés au sud ou à basse altitude.

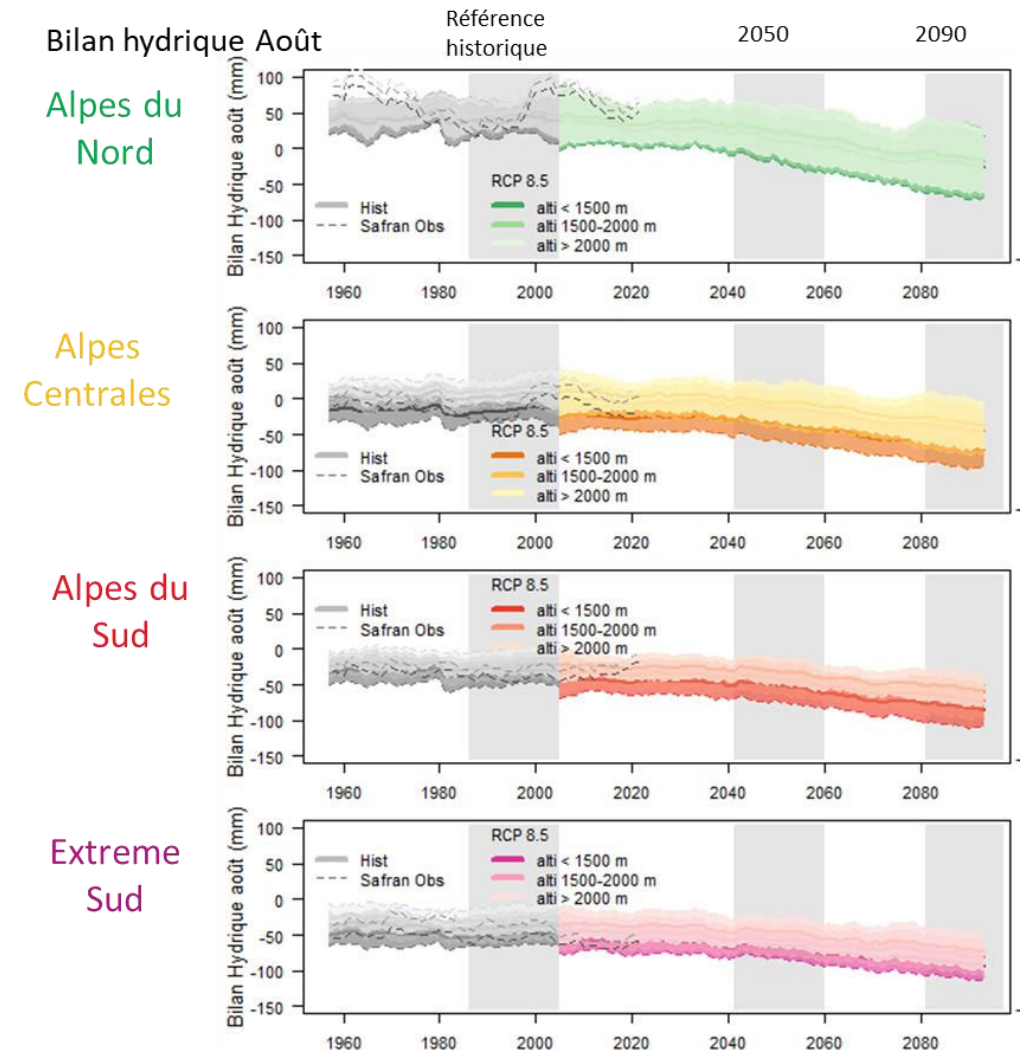


Quelle évolution du climat sur les alpages des Alpes françaises ?



Les sécheresses deviennent plus fréquentes

- En été sur la période historique à l'échelle des Alpes Françaises
 - Pas de tendance d'évolution des bilans hydriques estivaux
 - Une variabilité interannuelle très forte
- En été à l'avenir,
 - Une tendance à la baisse des bilans hydriques mais avec une grande incertitude inter-modèles à la fin du siècle (notamment pour les alpages au nord et au centre des Alpes)
- D'après le taux de retour des « extrêmes secs » du passé, les mois d'août les plus secs du passé (ex. août 2003) pourront avoir une fréquence d'une année sur deux à la fin du siècle



Quelles conséquences sur les ressources et besoins en eau ?



Au printemps : Diminution de la ressource en eau provenant de la neige /
Passage d'un régime nival à pluvio-nival sur certains alpages

- Moins de pénétration d'eau dans le sol et sous-sol à cause de pertes par ruissellement vs. fonte progressive de la neige ?
- Le démarrage de la saison de végétation pourrait devenir plus dépendant des conditions de pluviométrie de printemps.



En été / automne : Hausse des températures couplée à des végétations plus soumises à des sécheresses (diminution des bilans hydriques)

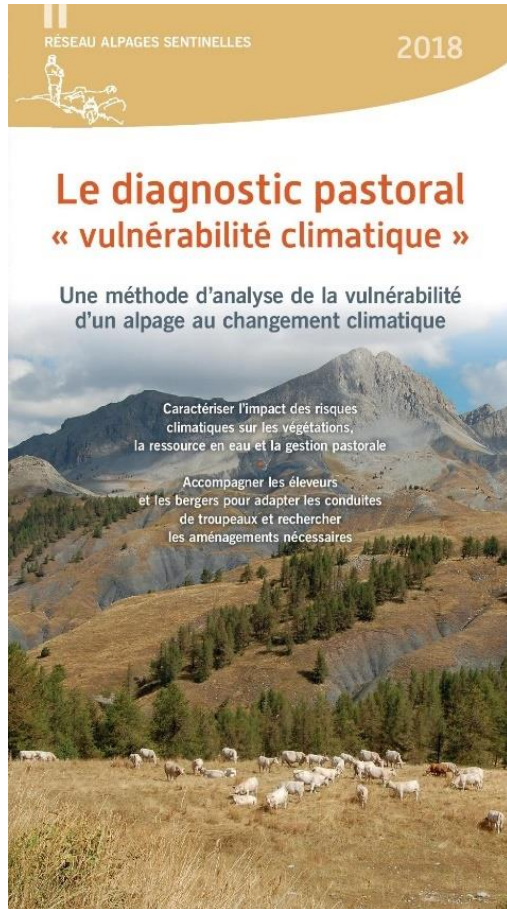
- Accroissement des besoins d'abreuvement pour les animaux ?
- Diminution de l'eau collectée et stockée ?
- Augmentation des problèmes de perte par évaporation de l'eau stockée ?



Une méthode de diagnostic de la vulnérabilité climatique d'un alpage



- **Caractériser l'impact des changements climatiques** sur les végétations, la ressource en eau et la gestion pastorale
- **Accompagner les éleveurs et bergers** pour adapter les conduites de troupeaux et rechercher les aménagements nécessaires



1- Son exposition au risque
Ce sont les contraintes réellement subies par l'alpage

2- Sa sensibilité
Effets des contraintes climatiques sur les végétations pastorales et ressource en eau

3- Ses capacités d'adaptation
Capacités des gestionnaires à mobiliser des marges de manœuvre

➔ **Des outils et références développés au sein du dispositif Alpes Sentinelles** pour raisonner chacune des trois étapes en prenant en compte les **spécificités** de chaque contexte d'alpage

<https://www.alpages-sentinelles.fr>

Quelles évolutions agro-climatiques en alpage dans les Alpes françaises ?

Quelques résultats issus du dispositif Alpages Sentinelles

E. Crouzat, C. Deléglise, H. François, F. Bray, H. Dodier,
et les membres du groupe de travail Alpages Sentinelles



Le dispositif « Alpages Sentinelles » bénéficie du soutien politique et financier de :



Cofinancé par
l'Union européenne



AGENCE
NATIONALE
DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

