

## Programme « Alpagnes sentinelles »

Évolution de pelouses après 13 ou 14 années de pâturage  
mesurée sur des lignes permanentes de lecture de la végétation

Alpages de Lanchâtra, de Chaillol,  
de Rouanette, de la Ponsonnière et de Surette

**Alpage de Surette**  
22 juillet 2022



**Alpage de Lanchâtra**  
25 juin 2022

Olivier SENN  
Ecologue consultant

Octobre 2022



Dans le cadre du programme « Alpages sentinelles », il a été décidé de suivre l'évolution de pelouses dans les alpages sélectionnés, au moyen de lignes permanentes de lecture de la végétation, avec au minimum une ligne par alpage.

Ces lignes ont pour vocation d'analyser, avec un pas de temps d'environ 5 ans, l'évolution de la flore et de la végétation des pelouses au sein de stations précisément localisées et identifiées.

Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'état des pelouses, avant le passage des troupeaux lors de l'estive 2022, après quatorze années de pâturage dans les alpages sentinelles où une première ligne de lecture avait été mise en place en 2008 (Lanchâtra, Rouanette, La Ponsonnière et Surette) ou après treize années de pâturage dans l'alpage de Chaillol où la ligne avait été installée en 2009, et de suivre leur évolution depuis l'état initial.

Alpages	Communes	Secteur PNE	Troupeau	n° ligne	Etat initial	date du relevé
Chaillol	Villar d'Arêne	Briançonnais	ovin	231	2009	20 juin
Lanchâtra	Saint-Christophe-en-Oisans	Oisans	ovin	321	2008	25 juin
Rouanette	Orcières	Champsaur	ovin	631	2008	5 juillet
La Ponsonnière	Le Monétier-les-Bains	Briançonnais	ovin	221	2008	21 juillet
Surette	La Chapelle-en-Valgaudemar	Valgaudemar	ovin	531	2008	22 juillet

Le premier chiffre de la numérotation des lignes correspond au numéro attribué au secteur du PNE (anciens secteurs), le deuxième au numéro attribué à l'alpage dans le secteur, le troisième au numéro attribué à la ligne dans l'alpage considéré (ici ce sont toujours les premières lignes mises en place dans ces alpages).

### **Rappel de la méthode d'analyse de la végétation**

La ligne permanente de lecture de la végétation a pour but de caractériser la flore et la végétation de formations herbacées ni trop hautes ni trop denses et de formations ligneuses très basses ; on la qualifie de permanente dans la mesure où les deux extrémités de la ligne sont matérialisées sur le terrain par des repères fixes permettant d'effectuer les observations strictement au même emplacement d'une année sur l'autre.

Ces lignes ont une longueur de 25 m en général, de 20 m dans les pelouses de mode nival de l'étage alpin.

La ligne est matérialisée par un ruban gradué (double ou triple décimètre) tendu à quelques centimètres au-dessus de la végétation entre deux piquets de fer installés lors de chaque mesure ; la lecture se fait au moyen de deux aiguilles fines que l'on introduit dans la végétation et que l'on déplace verticalement de 25 en 25 cm ou de 20 en 20 cm (dans les pelouses de mode nival), le long du ruban gradué.

On définit ainsi, pour chaque ligne, 100 points (à la verticale des aiguilles) et 100 segments (portion de la ligne située entre les 2 aiguilles placées sur deux points contigus) ; on appelle « présence » d'une espèce, son observation dans une unité d'échantillonnage (point ou segment) et « contact », l'intersection d'un organe aérien avec une génératrice de l'aiguille.

Trois types d'observations sont ainsi réalisés :

- l'observation des points : pour chacun des 100 points, on note les espèces dont les organes aériens sont interceptés avec une génératrice de l'aiguille ; on note également l'état du sol, c'est-à-dire le point de contact de l'aiguille avec le sol : sol nu, cailloux, litière (y compris la partie basale des végétaux), litière de fétuque paniculée, mousses ou souches de vulpin

des Alpes ou de trèfle alpin, pour estimer les recouvrements de ces éléments à la surface du sol ;

- l'observation des segments : on note la présence des espèces interceptées par la portion du plan vertical passant par chaque segment et limité par les 2 aiguilles ;
- l'observation des contacts : en chaque verticale matérialisée par la génératrice de l'aiguille, on note le nombre de contacts de chaque espèce présente au point considéré.

L'intérêt de cette méthode est de fournir des estimations probabilistes :

- d'une approche du recouvrement des espèces (présences aux points) ;
- du phyto-volume de chaque espèce (somme des contacts de l'espèce aux points) ou de l'ensemble des espèces (phyto-volume total), indice lié à la phytomasse ;
- de l'hétérogénéité de la végétation et de la diversité floristique (présences dans les segments).

Dans les pages qui suivent, pour chacune des lignes, on considère l'ordre des trois premières espèces dominantes (classées par ordre de fréquence aux points décroissant), puis les variations des présences dans les segments des principales espèces, de leur recouvrement (présences aux points), de leur phyto-volume et de leur contribution à ce phyto-volume.

L'évolution de quelques caractéristiques des pelouses est également présentée :

- caractéristiques liées à la végétation :
  - le recouvrement de la végétation ;
  - le recouvrement des éléments du sol ;
  - le recouvrement des espèces herbacées, sous-ligneuses et ligneuses ;
  - le phyto-volume total (somme des contacts de toutes les espèces) ;
  - la hauteur moyenne de la végétation (mode de calcul en annexe).
- caractéristiques liées à la ressource pastorale :
  - le recouvrement des espèces fourragères et celui des non fourragères ;
  - la contribution des catégories fourragères au phyto-volume total ;
  - la valeur pastorale de la ressource (mode de calcul en annexe) ;
  - la valeur pastorale de l'herbage (indice précédent corrigée par le recouvrement de la végétation).
- caractéristiques liées à la diversité floristique :
  - le nombre d'espèces à recouvrement égal ou supérieur à 1% (n) ; ce sont les espèces qui présentent au moins un contact avec l'aiguille sur l'ensemble de la ligne ;
  - le nombre total d'espèces présentes sur la ligne (N) ; il prend en compte, en plus des n espèces, celles qui ne présentent pas de contacts mais sont présentes dans au moins un segment de la ligne ;
  - l'indice de Shannon (mode de calcul en annexe) ;
  - les variations des espèces sur la ligne entre l'état initial et l'état de 2022.

On a cherché à savoir si les variations des recouvrements exprimés en % (100 points échantillonnés), des présences aux points et dans les segments (100 points ou 100 segments échantillonnés), des contributions des espèces (nombre de contacts de l'espèce sur le nombre total de contacts enregistrés sur la ligne) et des contributions des catégories fourragères (nombre de contacts des catégories d'espèces sur le nombre total de contacts) sont significatives et, si oui, avec quel coefficient de sécurité.

En considérant la distribution des différences des pourcentages observés équivalente à une distribution normale de moyenne égale à 0, on pourra dire qu'une différence est significative avec un coefficient de sécurité de 99% si la différence des pourcentages est supérieure à 2,6 fois l'écart standard de cette distribution ; si la différence des pourcentages est supérieure à 2 fois l'écart standard mais inférieure à 2,6 fois l'écart standard, elle sera significative avec un coefficient de sécurité de 95%.

Ce raisonnement n'est valable que si les échantillons ont un effectif au moins égal à 100 et si les pourcentages observés ne sont pas voisins de 1 ou de 0.

Lorsque les pourcentages sont voisins de 1 ou de 0, on a utilisé, si possible, des tables d'intervalle de confiance d'un pourcentage au seuil de sécurité de 95% ; un tiret indique l'absence de traitement statistique.

Pour les descripteurs qui ne sont pas des pourcentages, on calcule le coefficient multiplicateur qui est le nombre tel que, multipliant la valeur d'un descripteur de l'état initial, il permet d'obtenir la valeur de 2022 ; cela concerne le nombre de contacts (en délaissant les faibles variations de sommes de contacts inférieures à 10), la hauteur de la végétation, l'indice de valeur pastorale, le nombre d'espèces ou l'indice de Shannon.

On pointera, arbitrairement, les variations de plus d'un tiers (coefficient multiplicateur inférieur à 0,67 ou supérieur à 1,33).

## Milieus suivis et pratiques pastorales

### - Station 231 - **Queyrellin dense** (alpage de Chaillol)

C'est un queyrellin neutrophile, situé sur un versant d'exposition sud-ouest, à une altitude de 2040 m ; cette pelouse doit être pâturée en gardiennage serré, en début d'estive (début du mois de juillet).

Code Delphine : I12-1 (Queyrellin neutrophile – faciès dominé par *Festuca paniculata*, *Festuca nigrescens* et *Carex sempervirens*)

### - Station 321 - **Mégaphorbiaie froide** (alpage de Lanchâtra)

C'est une pelouse haute et dense, imbriquée avec des aulnaies vertes ; située à une altitude de 1860 m (étage subalpin inférieur), elle n'est que peu utilisée par un troupeau ovin à faible effectif, peu ou non gardé actuellement.

Code Delphine : intermédiaire entre H11-2 (Mégaphorbiaie froide – Prairie fraîche naturelle) et F32 (Pelouses grasses de l'étage subalpin – groupement à *Geranium sylvaticum* et *Chaerophyllum villarsii*).

Ces deux groupements se distinguent par l'intensité du pâturage : formation non liée au pastoralisme pour H11, formation pâturée et transformée par l'apport de déjections animales pour F3 ; la faible pression de pâturage explique cet état intermédiaire.

### - Station 631 - **Nardaie** (alpage de Rouanette)

C'est une pelouse de nard raide et trèfle alpin sur une pente assez faible, à une altitude de 2150 m, en exposition est ; ce secteur est pâturé en juillet, avec un gardiennage serré.

Code Delphine : E22-2 (Pelouses denses de mode intermédiaire à fort recouvrement – groupement où *Carex sempervirens* ne figure pas parmi les trois dominantes – faciès à nard et *Trifolium alpinum*).

### - Station 221 - **Pelouse alpine de mode thermique** (alpage de la Ponsoinière)

C'est une pelouse d'altitude (2410 m), située sur une pente assez marquée, avec un recouvrement herbacé fort mais où les ligneux bas sont présents par taches ; elle est située dans un secteur de pâturage utilisé de la fin juillet au début du mois d'août, puis de nouveau en septembre.

Code Delphine : D12 (Formation de mode thermique sur substrat siliceux – pelouses discontinues, pierreuses sur sol peu épais, de préférence en adret, dominées par *Carex sempervirens*).

### - Station 531 - **Pelouse alpine de mode nival** (alpage de Surette)

Pelouse rase de mode nival de l'étage alpin (2320 m), en exposition nord ; ce secteur, élément du quartier d'août de cette unité pastorale, est pâturé de fin juillet jusqu'au début de septembre, le troupeau étant en relative liberté à cette période ("lâcher dirigé" des brebis).

Code Delphine : B21 (Pelouses typiques de mode nival – pelouses denses, exclusivement composées d'espèces de mode nival – formations les moins hydromorphes).

Le démarrage de la végétation, au printemps 2022, a été particulièrement précoce.



Ligne Surette (531) – Refuge et lac de Vallonpierre – 22 juillet 2022

## Queyrellin dense

### Ligne 231 (Sous la Font des Vives) - Alpage de Chaillol (Villar d'Arêne)

#### La végétation et les éléments du sol

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement de la végétation	100%	100%	100%	100%	0	-
Recouvrement du sol nu	0%	0%	1%	2%	+2%	n.s.
Recouvrement des cailloux	0%	0%	0%	0%	0	-
Recouvrement de la litière (hors queyrel)	71%	82%	71%	67%	-4%	n.s.
Recouvrement de la litière de queyrel	29%	18%	28%	31%	+2%	n.s.
Recouvrement des espèces herbacées	100%	100%	100%	100%	0	-
Recouvrement des espèces sous-ligneuses	3%	2%	2%	2%	-1%	n.s.
Recouvrement des espèces ligneuses	0%	0%	0%	0%	0	-
Phyto-volume total	381	357	424	502	+121	1,32
Hauteur moyenne de la végétation	14,4 cm	14,6 cm	14,8 cm	16,2 cm	+1,8 cm	1,13

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative – coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations sensibles de la végétation et des éléments du sol ; phyto-volume élevé en 2022 (supérieur de près d'un tiers par rapport à celui de 2009).



Vue vers l'aval



– Vue vers l'amont – 20 juin 2022

#### Les espèces dominantes

	2009	2013	2017	2022
1 <sup>ère</sup> espèce	<i>Festuca paniculata</i>	<i>Sesleria caerulea</i>	<i>Festuca paniculata</i>	<i>Festuca paniculata</i>
2 <sup>e</sup> espèce	<i>Sesleria caerulea</i>	<i>Festuca paniculata</i>	<i>Sesleria caerulea</i>	<i>Festuca laevigata</i>
3 <sup>e</sup> espèce	<i>Carex sempervirens</i>	<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Meum athamanticum</i>	<i>Festuca nigrescens</i>

Dominance de la fétuque paniculée ; la seclérie régresse au 8<sup>e</sup> rang en 2022.

#### Présences et phyto-volume des principales espèces

Présences des espèces dans les segments

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Sign.
<i>Festuca paniculata</i>	89%	87%	94%	89%	0	-.
<i>Sesleria caerulea</i>	78%	76%	69%	44%	-34%	s.99
<i>Carex sempervirens</i>	76%	75%	63%	49%	-27%	s.99
<i>Festuca laevigata</i>	57%	45%	60%	77%	+20%	s.99
<i>Agrostis capillaris</i>	44%	46%	46%	18%	-26%	s.99
<i>Festuca nigrescens</i>	87%	85%	69%	58%	-29%	s.99
<i>Meum athamanticum</i>	77%	80%	82%	80%	+3%	n.s.
<i>Laserpitium latifolium</i>	42%	25%	62%	58%	+16%	s.95
<i>Avenula pratensis</i>	11%	19%	28%	41%	+30%	s.99

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Progression régulière de l'avoine des prés et de la fétuque lisse, espèces des milieux secs ; variations irrégulières du laser à larges feuilles (25 à 62% selon les années), espèce fortement appréciée des ovins : effet de la pression de pâturage de la saison précédente ?

Forte diminution des présences dans les segments de la séslerie bleue, de la fétuque rouge cespiteuse (ou fétuque noirâtre), de la laïche toujours verte et de l'agrostide commune.

#### Présences des espèces aux points

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Sign.
<i>Festuca paniculata</i>	46%	36%	52%	57%	+11%	n.s.
<i>Sesleria caerulea</i>	39%	44%	30%	13%	-26%	s.99
<i>Carex sempervirens</i>	27%	21%	19%	13%	-14%	s.95
<i>Festuca laevigata</i>	20%	17%	26%	37%	+17%	s.99
<i>Agrostis capillaris</i>	17%	22%	17%	4%	-13%	n.s.
<i>Festuca nigrescens</i>	15%	31%	22%	23%	+8%	n.s.
<i>Meum athamanticum</i>	14%	17%	29%	23%	+9%	n.s.
<i>Laserpitium latifolium</i>	11%	8%	18%	15%	+4%	n.s.
<i>Avenula pratensis</i>	<1%	1%	4%	16%	+16%	s.95

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%.

Le recouvrement de la fétuque paniculée varie de 36 à 57% selon les années : la pression de pâturage de la saison précédente peut expliquer ces fluctuations.

Seul le recouvrement de la séslerie bleue et celui du carex toujours vert diminuent significativement entre 2009 et 2022 ; augmentations significatives du recouvrement de la fétuque lisse et de l'avoine des prés.

#### Phyto-volume des espèces (en nombre de contacts)

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Coeff. mult.
<i>Festuca paniculata</i>	77	59	102	154	+77	2,00
<i>Sesleria caerulea</i>	59	68	42	19	-40	0,32
<i>Carex sempervirens</i>	50	29	25	21	-29	0,42
<i>Festuca laevigata</i>	43	26	46	96	+53	2,23
<i>Agrostis capillaris</i>	22	29	23	6	-16	0,27
<i>Festuca nigrescens</i>	28	50	34	46	+18	1,64
<i>Meum athamanticum</i>	20	20	42	38	+18	1,90
<i>Laserpitium latifolium</i>	12	11	25	19	+7	1,58
<i>Avenula pratensis</i>	0	1	4	24	+24	-

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Augmentation de plus d'un tiers des contacts de la fétuque lisse, de la fétuque paniculée, de l'avoine des prés, de la fétuque rouge cespiteuse et du fenouil des Alpes ; forte baisse de la séslerie bleue, du carex toujours vert et de l'agrostide commune.

#### Contribution des espèces au phyto-volume total

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Sign.
<i>Festuca paniculata</i>	20%	16%	24%	31%	+11%	s.99
<i>Sesleria caerulea</i>	15%	19%	10%	4%	-11%	-
<i>Carex sempervirens</i>	13%	8%	6%	4%	-9%	-
<i>Festuca laevigata</i>	11%	7%	11%	19%	+8%	s.99
<i>Agrostis capillaris</i>	6%	8%	5%	1%	-5%	-
<i>Festuca nigrescens</i>	7%	14%	8%	9%	+2%	-
<i>Meum athamanticum</i>	5%	6%	10%	8%	+3%	-
<i>Laserpitium latifolium</i>	3%	3%	10%	8%	+5%	-
<i>Avenula pratensis</i>	<1%	<1%	1%	5%	+5%	-

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99% - "-" : des pourcentages voisins de 0

Hausse significative de la contribution de la fétuque paniculée et de la fétuque lisse au phyto-volume total.

## La fétuque paniculée

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement de la fétuque paniculée	46%	36%	52 %	57%	+11%	n.s.
Nombre de contacts	77	59	102	154	+77	2,00
Contribution au phyto-volume	20%	16%	24%	31%	+11%	s.99
Présences dans les segments	89%	87%	94%	89%	0	-
Emprise des touffes de fétuque paniculée	2,6%	1,7%	2,0%	3,9%	+1,3	1,50
Recouvrement de la litière de fétuque	29%	18%	28%	31%	+2%	n.s.
Nombre de contacts/présences aux points	1,67	1,64	1,96	2,70	+1,03	1,62

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative – coeff. m. : coefficient multiplicateur

Le printemps 2022 apparaît favorable au développement de la fétuque paniculée, qui présente une densité particulièrement élevée : près de 3 contacts par point de présence ; l'emprise des touffes au niveau du sol est au plus fort ce printemps : près de 4% de la surface.

Bilan des espèces : si la fétuque paniculée se maintient à un niveau élevé (recouvrement de plus de 50%), certaines espèces progressent dans l'herbage, comme la fétuque lisse ou l'avoine des prés, espèces des milieux secs.

D'autres espèces régressent fortement comme la séslerie bleue et le carex toujours vert, espèces des sols fortement basiques ; en compétition avec les graminées précédentes ou acidification du sol ?

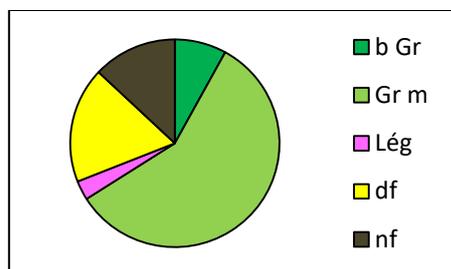
## La ressource pastorale

	2009	2013	2017	2022	Variation 2022/09	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement des espèces fourragères	99%	98%	100%	98%	-1%	n.s.
Recouvrement des espèces non fourragères	33%	26%	33%	33%	0	-
Contribution des espèces fourragères	87%	88%	88%	91%	4%	-
Très bonnes et bonnes graminées fourragères (b Gr)	8%	10%	8%	2%	-6%	-
Graminées fourragères médiocres (Gr m)	58%	60%	56%	71%	+13%	s.99
Légumineuses (Lég)	3%	4%	8%	6%	+3%	n.s.
Diverses fourragères (df)	18%	14%	16%	12%	-6%	s.95
Non fourragères (nf)	13%	12%	12%	9%	-4%	n.s.
Valeur pastorale de la ressource	28	31	31	27	-1	0,96
Valeur pastorale de l'herbage	28	31	31	27	-1	0,96

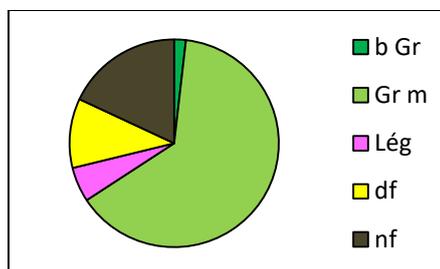
Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99% - coeff.m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives du recouvrement des espèces fourragères et de celui des espèces non fourragères.

Très faibles variations de l'indice de valeur pastorale.



2009



2022

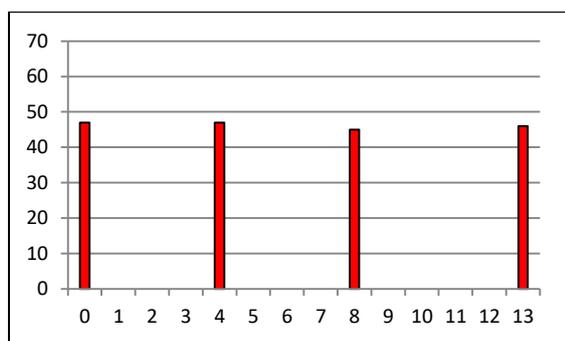
La contribution des graminées fourragères médiocres augmente significativement, du fait de l'augmentation des phyto-volumes de la fétuque paniculée et de l'avoine des prés ; celle des diverses fourragères diminue avec la baisse du phyto-volume de la laîche toujours verte.

## La diversité floristique

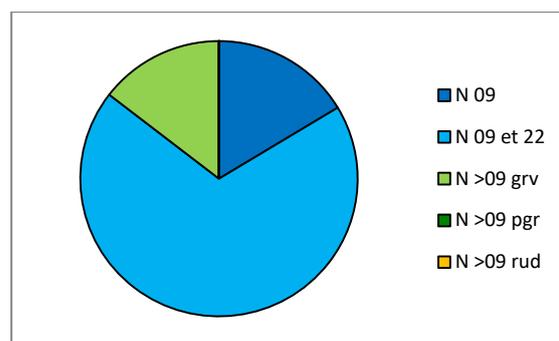
	2009 (0)	2013 (4)	2017 (8)	2022 (13)	Variation 2022/09	Coeff. mult.
Nombre d'espèces à recouvrement $\geq 1\%$	28	30	32	29	+1	1,04
Nombre total d'espèces présentes sur la ligne	47	47	45	46	-1	0,98
Indice de Shannon	4,59	4,62	4,60	4,58	-0,01	1,00
Diversité maximale théorique	5,55	5,55	5,49	5,52	-0,03	0,99
Équitabilité	0,83	0,83	0,84	0,83	0	1,00

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Grande stabilité du nombre d'espèces et de l'indice de Shannon, entre 2009 et 2022.



Nombre d'espèces observées sur la ligne selon les années



57 espèces observées sur la ligne de 2009 à 2022

Nombre d'espèces présentes en 2009, absentes en 2022	9	16%	N 09
Nombre d'espèces présentes en 2009 et en 2022	38	67%	N 09 et 22
Total	47	83%	
Nombre d'espèces absentes en 2009, présentes après 2009	10	17%	
dont espèces du groupement végétal (grv)	10	17%	N>09 grv
dont espèces des prairies grasses (prg)	0	0%	N>09 prg
dont espèces rudérales (rud)	0	0%	N>09 rud
Total des espèces observées sur la ligne	57	100%	

Espèces observées sur la ligne – Pourcentage exprimé en fonction du nombre total d'espèces enregistrées sur la ligne de 2009 à 2022

67 % des espèces présentes en 2009 sont toujours observées sur la ligne en 2022.

Le cortège floristique de ce queyrellin se maintient ; pas d'apparition, sur la ligne, d'espèces des prairies grasses ou d'espèces rudérales.

L'état de ce queyrellin apparaît stable, soumis à un gardiennage serré en début d'estive.

On constate que ce type de gestion pastorale maintient toutefois la fétuque paniculée à un niveau de recouvrement relativement élevé : est-ce dû à la fertilisation apportée par le troupeau soumis à un gardiennage serré ? On ne constate pas toutefois l'apparition d'espèces des sols fumés.

La diversité floristique assez élevée de ce queyrellin se maintient avec cette gestion pastorale.

## Mégaphorbiaie froide

### Ligne 321 (Aulnaie) - Alpage de Lanchâtra (Saint-Christophe-en-Oisans)

Le relevé n'a pu se faire en totalité en 2013 (relevé partiel des espèces) ; en 2017 et 2022, seuls les contacts aux points ont été enregistrés.

#### La végétation et les éléments du sol

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement de la végétation	100%	96%	96%	99%	-1%	n.s.
Recouvrement du sol nu	4%	4%	8%	9%	+5%	n.s.
Recouvrement des cailloux	0	2%	3%	2%	+2%	n.s.
Recouvrement de la litière	96%	94%	89%	89%	-7%	n.s.
Recouvrement des espèces herbacées	100%	96%	96%	99%	-1%	n.s.
Recouvrement des espèces sous-ligneuses	0	1%	0%	2%	+2%	n.s.
Recouvrement des espèces ligneuses	4%	2%	2%	3%	-1%	n.s.
Phyto-volume total	423	-	343	608	+185	1,44
Hauteur moyenne de la végétation	15,8 cm	-	12,2 cm	16,4 cm	+0,6 cm	1,04

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative – coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives de la végétation et des éléments du sol, si ce n'est le phyto-volume élevé en 2022, année exceptionnelle quant à la phytomasse (liée au phyto-volume total) !



Vue vers l'amont



Vue vers l'aval – 25 juin 2022

#### Les espèces dominantes

	2008	2017	2022
1 <sup>ère</sup> espèce	<i>Carex austroalpina</i>	<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Festuca nigrescens</i>
2 <sup>e</sup> espèce	<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Chaerophyllum villarsii</i>
3 <sup>e</sup> espèce	<i>Poa angustifolia</i>	<i>Chaerophyllum villarsii</i>	<i>Carex austroalpina</i>

La fétuque rouge cespiteuse marque fortement cette pelouse ; le cerfeuil de Villars progresse.

#### Présences et phyto-volume des principales espèces

Présences des espèces aux points

	2008	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Carex austroalpina</i>	42%	14%	27%	-15%	s.95
<i>Festuca nigrescens</i>	22%	38%	62%	+40%	s.99
<i>Poa angustifolia</i>	21%	13%	4%	-17%	s.95
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	20%	8%	15%	-5%	n.s.
<i>Festuca violacea nigricans</i>	17%	18%	5%	-12%	n.s.
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	16%	21%	34%	+18%	s.99
<i>Agrostis capillaris</i>	16%	25%	27%	+11%	n.s.
<i>Trisetum flavescens</i>	10%	1%	10%	0	-

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Forte progression du recouvrement de la fétuque rouge cespiteuse entre 2008 et 2022 ; progression du recouvrement du cerfeuil de Villars qui atteint 34 % en 2022.

Le recouvrement du pâturin à feuilles étroites et celui de la laîche des Alpes méridionales diminuent significativement.

#### Phyto-volume des espèces (en nombre de contacts)

	2008	2017	2022	Variation 2022/08	Coeff. mult.
<i>Carex austroalpina</i>	73	19	67	-6	0,92
<i>Festuca nigrescens</i>	38	86	160	+122	4,21
<i>Poa angustifolia</i>	22	14	4	-18	0,18
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	28	8	18	-10	0,64
<i>Festuca violacea nigricans</i>	50	34	25	-25	0,50
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	22	26	59	+37	2,68
<i>Agrostis capillaris</i>	22	32	41	+19	1,86
<i>Trisetum flavescens</i>	11	1	12	+1	1,09

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Explosion de la fétuque rouge cespiteuse au printemps 2022 ; progression du phyto-volume du cerfeuil de Villars et de celui de l'agrostide commune.

Diminution de plus d'un tiers des phyto-volumes de la fétuque noircissante (*Festuca violacea nigricans*), du pâturin à feuilles étroites et de la flouve alpine.

#### Contribution des espèces au phyto-volume total

	2008	2017	2022	Variation 2022/09	Sign.
<i>Carex austroalpina</i>	17%	5%	11%	-6%	s.99
<i>Festuca nigrescens</i>	9%	25%	26%	+17%	s.99
<i>Poa angustifolia</i>	5%	4%	1%	-4%	-
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	7%	2%	3%	-4%	-
<i>Festuca violacea nigricans</i>	12%	10%	4%	-8%	-
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	5%	8%	10%	+5%	-
<i>Agrostis capillaris</i>	5%	9%	7%	+2%	-
<i>Trisetum flavescens</i>	3%	<1%	2%	-1%	-

Sign. : signification de la variation ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Les contributions de ces espèces ne varient pas significativement, si ce n'est celle de la fétuque rouge cespiteuse qui augmente et celle de la laîche des Alpes méridionales qui diminue légèrement.

#### Bilan des espèces :

C'est essentiellement la fétuque rouge cespiteuse qui contribue à cette explosion de la végétation, ainsi que l'agrostide commune, mais dans une moindre mesure ; ces deux graminées constituent le fond prairial des pelouses en altitude et sont favorisées par le pâturage (pression de pâturage plus forte ces dernières années ?).

Progression du cerfeuil de Villars, espèce de demi-ombre, sur sols moyennement riches, à bonne réserve en eau.

La laîche des Alpes méridionales, espèce héliophile, sur sols pauvres et basiques, à réserve en eau moyenne ne contribue pas à cette explosion de la végétation : recouvrement en baisse, phyto-volume stable, mais diminution de sa contribution au phyto-volume total ; compétition exercée par les graminées et le cerfeuil vis-à-vis de cette espèce ?

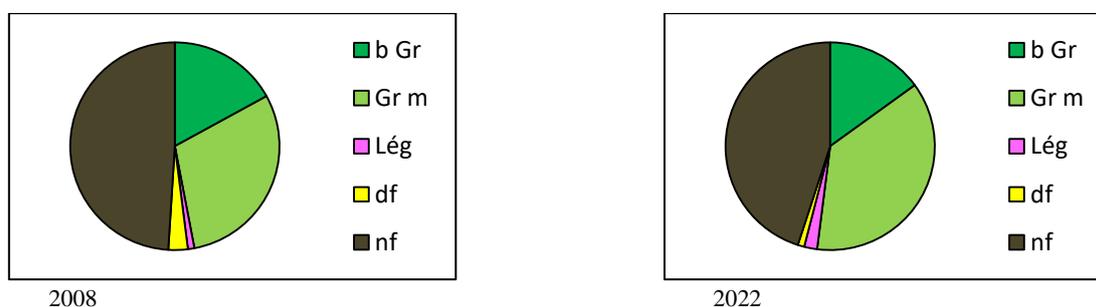
## La ressource pastorale

	2008	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement des espèces fourragères	90%	87%	96%	+6%	n.s.
Recouvrement des espèces non fourragères	87%	60%	88%	+1%	n.s.
Contribution des espèces fourragères	51%	63%	55%	+4%	n.s.
Très bonnes et bonnes graminées fourragères (b Gr)	17%	23%	15%	-2%	n.s.
Graminées fourragères médiocres (Gr m)	30%	37%	37%	+7%	s.95
Légumineuses (Lég)	1%	1%	2%	+1%	n.s.
Diverses fourragères (df)	3%	2%	1%	-2%	n.s.
Non fourragères (nf)	49%	37%	45%	+4%	n.s.
Valeur pastorale de la ressource	24	31	26	+2	1,08
Valeur pastorale de l'herbage	24	29	26	+2	1,08

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% - coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives du recouvrement des espèces fourragères et de celui des espèces non fourragères.

Peu de variations de la valeur pastorale entre 2008 et 2022.



Augmentation significative de la contribution des graminées médiocres, principalement due à la progression de la fétuque rouge cespiteuse.

Les légumineuses sont très peu présentes dans cette mégaphorbiaie, comme les diverses fourragères ; les très bonnes et bonnes graminées (indices de qualité  $\geq 3$ ) apportent une contribution non négligeable au phyto-volume total, avec l'agrostide commune, le dactyle aggloméré, le trisetè jaunâtre, la fléole des Alpes rhétiques, l'avoine pubescente et le pâturin à feuilles étroites, mais sans variations significatives entre 2008 et 2022.

## La diversité floristique

On l'apprécie au vu des espèces présentant au moins un contact avec l'aiguille.

	2008	2017	2022	Variation 2022/08	Coeff. mult.
Nombre d'espèces à recouvrement $\geq 1\%$	44	42	51	+7	1,16

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Légère augmentation (moins d'un tiers toutefois) du nombre d'espèces à recouvrement supérieur ou égal à 1%, probablement due au démarrage précoce de la végétation en ce printemps 2022.

Cette mégaphorbiaie, disposée en mosaïque avec des aulnaies vertes, est assez peu propice au pâturage des ovins qui recherchent préférentiellement une "herbe" plus courte.

En considérant la petite vingtaine d'espèces caractéristiques ou fréquentes dans les mégaphorbiaies (dont le cerfeuil de Villars, la grande astrance, le trolle d'Europe, le crépide des Pyrénées, le laser à larges feuilles, le pigamon à feuilles d'ancolie, ...), on constate que leur contribution au recouvrement des espèces ne varie que très peu de 2008 à 2022 (21 à 23%), de même que leur contribution au phyto-volume total (qui passe de 17 à 19%).

Des graminées des pelouses grasses se maintiennent ou progressent légèrement comme le dactyle, le trisetè jaunâtre ou augmentent plus fortement, comme l'avoine pubescente ou la fléole rhétique ; le pâturin à feuilles étroites régresse.

Pas d'évolution des espèces ligneuses qui restent très discrètes dans cette mégaphorbiaie.

La gestion pastorale exercée permet le développement de graminées fourragères comme la fétuque rouge cespiteuse et l'agrostide commune, et maintient l'aspect "mégaphorbiaie", qui reste malgré tout relativement atténué.



Station de Lanchâtra – Mégaphorbiaie froide et aulnes verts

## Nardaie

### Ligne 631 (Dessus la Cabane) – Alpage de Rouanette (Orcières)

#### La végétation et les éléments du sol

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement de la végétation	97%	93%	100%	100%	+3%	n.s.
Recouvrement du sol nu	4%	6%	1%	0	-4%	n.s.
Recouvrement des cailloux	0	0	0	0	0	-
Recouvrement de la litière	96%	94%	99%	100%	+4%	n.s.
Recouvrement des espèces herbacées	97%	93%	99%	100%	+3%	n.s.
Recouvrement des espèces sous-ligneuses	0	0	1%	3%	+3%	n.s.
Recouvrement des espèces ligneuses	0	0	<1%	2%	+2%	n.s.
Phyto-volume total	238	188	482	457	+219	1,92
Hauteur moyenne de la végétation	7,9 cm	7,2 cm	10,5 cm	9,8 cm	+1,9 cm	1,24

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative – coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives des descripteurs liés à la végétation et aux éléments du sol, mais très forte progression du phyto-volume total, à un niveau proche de celui observé en 2017.



Vue vers l'aval



Vue vers l'amont – 5 juillet 2022

#### Les espèces dominantes

	2008	2013	2017	2022
1 <sup>ère</sup> espèce	<i>Nardus stricta</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Nardus stricta</i>
2 <sup>e</sup> espèce	<i>Trifolium alpinum</i>	<i>Festuca nigrescens</i>	<i>Trifolium alpinum</i>	<i>Luzula nutans</i>
3 <sup>e</sup> espèce	<i>Luzula nutans</i>	<i>Luzula nutans</i>	<i>Luzula nutans</i>	<i>Trifolium alpinum</i>

Un trio d'espèces (sauf en 2013), avec le nard raide, le trèfle alpin et la luzule penchée.

#### Présences et phyto-volume des principales espèces

Présences des espèces dans les segments

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Nardus stricta</i>	96%	93%	100%	100%	+4%	n.s.
<i>Trifolium alpinum</i>	50%	47%	56%	50%	0	-
<i>Luzula nutans</i>	25%	29%	37%	48%	+23%	s.99
<i>Carex sempervirens</i>	52%	36%	56%	52%	0	-
<i>Plantago alpina</i>	47%	37%	15%	6%	-41%	s.99
<i>Festuca nigrescens</i>	30%	40%	48%	18%	-12%	n.s.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	10%	11%	10%	29%	+19%	s.99

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Le nard raide reste prépondérant dans les segments ; augmentation significative des présences de la luzule penchée (hausse régulière) et de la canche flexueuse.

Forte régression du plantain des Alpes, probablement "étouffé" par la végétation plus dense (4,57 contacts par point de végétation) et l'accumulation de litière de nard non encore décomposée ; ce déclin était déjà observé en 2017 (avec une forte densité de la végétation : 4,82 contacts par point de végétation).

#### Présences des espèces aux points

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Nardus stricta</i>	65%	59%	87%	87%	+22%	s.99
<i>Trifolium alpinum</i>	15%	9%	18%	18%	+3%	n.s.
<i>Luzula nutans</i>	10%	10%	16%	22%	+12%	s.95
<i>Carex sempervirens</i>	10%	6%	15%	14%	+4%	n.s.
<i>Plantago alpina</i>	10%	7%	1%	1%	-9%	n.s.
<i>Festuca nigrescens</i>	6%	12%	7%	4%	-2%	n.s.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3%	1%	1%	7%	+4%	n.s.

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Le recouvrement du nard raide augmente significativement entre 2008 et 2022 (les touffes s'étendent), comme celui de la luzule penchée.

#### Phyto-volume des espèces (en nombre de contacts)

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Coeff. mult.
<i>Nardus stricta</i>	132	103	247	305	+173	2,31
<i>Trifolium alpinum</i>	22	12	22	28	+6	1,27
<i>Luzula nutans</i>	19	18	31	46	+27	2,42
<i>Carex sempervirens</i>	12	8	25	32	+20	2,67
<i>Plantago alpina</i>	13	10	1	2	-11	-
<i>Festuca nigrescens</i>	6	16	13	5	-1	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	1	10	29	+26	9,67

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Forte progression du phyto-volume du nard raide entre 2008 et 2022, avec un maximum en cette saison 2022 (les touffes se densifient) ; le phyto-volume de la luzule penchée augmente de plus d'un tiers, comme celui de la canche flexueuse ; ces trois espèces sont inféodées aux sols acides.

#### Contribution des espèces au phyto-volume total

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Nardus stricta</i>	56%	55%	69%	67%	+11%	s.99
<i>Trifolium alpinum</i>	9%	6%	6%	6%	-3%	n.s.
<i>Luzula nutans</i>	8%	10%	9%	10%	+2%	n.s.
<i>Carex sempervirens</i>	5%	4%	7%	7%	+2%	-
<i>Plantago alpina</i>	5%	5%	<1%	<1%	-5%	-
<i>Festuca nigrescens</i>	2%	8%	4%	1%	-1%	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1%	1%	1%	4%	+3%	-

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99% - "-" : des pourcentages voisins de 0

Seule la contribution du nard raide augmente d'une façon significative au sein de l'herbage.

#### Le nard raide

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Présences dans les segments	96%	93%	100%	100%	+4%	n.s.
Recouvrement du nard raide	65%	59%	87%	87%	+22%	s.99
Nombre de contacts	132	103	247	305	+173	2,31
Contribution au phyto-volume total	56%	55%	69%	67%	+11%	s.99
Nombre de contacts/présences aux points	2,03	1,75	2,84	3,51	+1,48	1,73

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99% - coeff. m. : coefficient multiplicateur.

Le nard raide est présent dans tous les segments de la ligne ; progression de son recouvrement et de son phyto-volume entre 2008 et 2022 ; la densité des touffes (nombre de contacts par point de recouvrement) semble se stabiliser en 2008 et 2013, mais s'amplifie ensuite avec un maximum en ce début d'été 2022 (3,51 contacts par point de présence).

Bilan des espèces : le nard raide devient de plus en plus envahissant et prend le dessus sur les autres espèces ; deux autres espèces acidiphiles, la canche flexueuse et la luzule penchée, progressent dans cette nardaie.

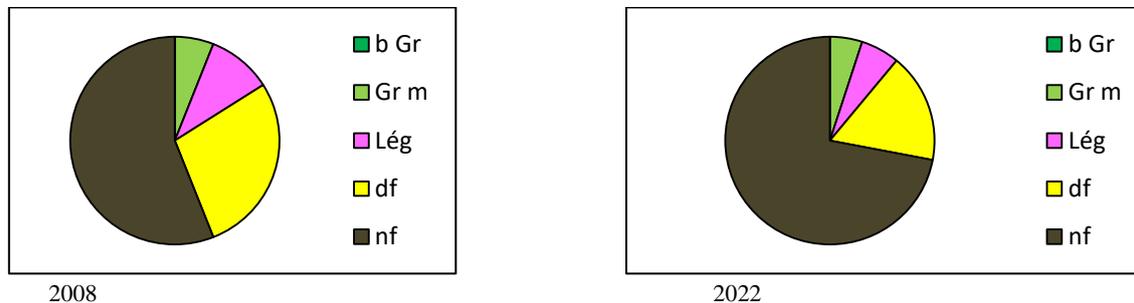
### La ressource pastorale

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement des espèces fourragères	46%	43%	49%	48%	+2%	n.s.
Recouvrement des espèces non fourragères	74%	64%	90%	89%	+15%	s.99
Contribution des espèces fourragères	44%	36%	27%	28%	-16%	s.99
Très bonnes et bonnes graminées fourragères (b Gr)	0	0	0%	0	0	-
Graminées fourragères médiocres (Gr m)	6%	9%	5%	5%	-1%	n.s.
Légumineuses (Lég)	10%	6%	6%	6%	-4%	n.s.
Diverses fourragères (df)	28%	20%	16%	17%	-11%	s.99
Non fourragères (nf)	56%	64%	73%	72%	+16%	s.99
Valeur pastorale de la ressource	13	13	10	10	-3	0,76
Valeur pastorale de l'herbage	12	12	10	10	-2	0,83

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99% - coeff. m. : coefficient multiplicateur

Si le recouvrement des espèces fourragères se maintient entre 2008 et 2022, celui des espèces non fourragères augmente significativement entre ces deux dates (augmentation du recouvrement du nard raide essentiellement).

Légère baisse de la l'indice de valeur pastorale, qui reste à un niveau faible.



La contribution des espèces fourragères diminue significativement ; diminution significative de la contribution des diverses fourragères (dont le plantain des Alpes).

Augmentation significative des non fourragères (dont le nard raide).

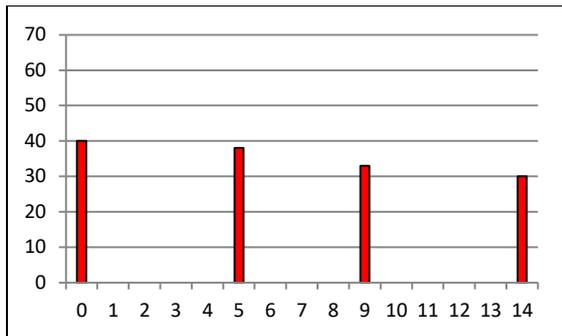
### La diversité floristique

	2008 (0)	2013 (5)	2017 (9)	2022 (14)	Variation 2022/08	Coeff. mult.
Nombre d'espèces à recouvrement $\geq$ 1%	21	19	14	14	-7	0,67
Nombre total d'espèces présentes sur la ligne	40	38	33	30	-10	0,75
Indice de Shannon	4,44	4,22	3,94	3,76	-0,68	0,85
Diversité maximale théorique	5,32	5,25	5,04	4,91	-0,41	0,92
Équitabilité	0,83	0,80	0,78	0,77	-0,06	0,93

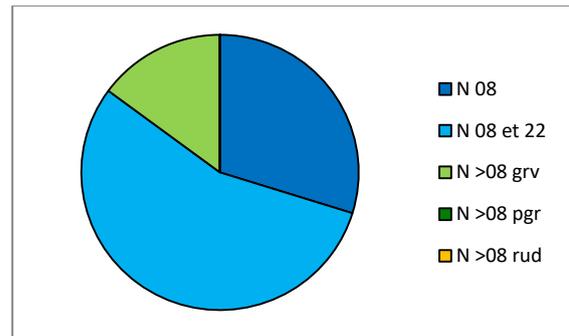
Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Baisse d'un tiers des espèces présentant 1 ou plusieurs contacts ; baisse non négligeable (moins 25%) des espèces présentes sur la ligne, régulière au fil des années d'observation.

Relative stabilité de l'indice de Shannon.



Nombre d'espèces observées sur la ligne selon les années



47 espèces observées sur la ligne de 2008 à 2022

Nombre d'espèces présentes en 2008, absentes en 2022	14	30%	N 08
Nombre d'espèces présentes en 2008 et en 2022	26	55%	N 08 et 22
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>85%</b>	
Nombre d'espèces absentes en 2008, présentes après 2008	7	15%	
dont espèces du groupement végétal (gv)	7	15%	N>08 grv
dont espèces des prairies grasses (pgr)	0	0%	N>08 pgr
dont espèces rudérales (rud)	0	0%	N>08 rud
<b>Total des espèces observées sur la ligne</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>	

Espèces observées sur la ligne – Pourcentage exprimé en fonction du nombre total d'espèces enregistrées sur la ligne de 2008 à 2022

30% des espèces présentes au stade initial (2008) ne sont plus observés sur la ligne en 2022 ; les sept espèces apparues sur la ligne après 2008 sont toutes des espèces du groupement végétal.

Ce gardiennage plus ou moins serré, courant juillet, ne provoque pas la régression du nard raide, comme on pouvait l'espérer ; on constate au contraire une progression du nard avec en corollaire la diminution de la diversité floristique.

L'apport de fertilisation par les animaux n'est manifestement pas suffisant pour améliorer cette pelouse, d'un point de vue pastoral, en provoquant la régression du nard.

On assiste plutôt à une acidification du sol, avec le développement du nard, de la canche flexueuse et de la luzule penchée.

## Pelouse alpine thermique

### Ligne 221 (Chardonnet) - Alpage de la Ponsoinière (Le Monêtier-les-Bains)

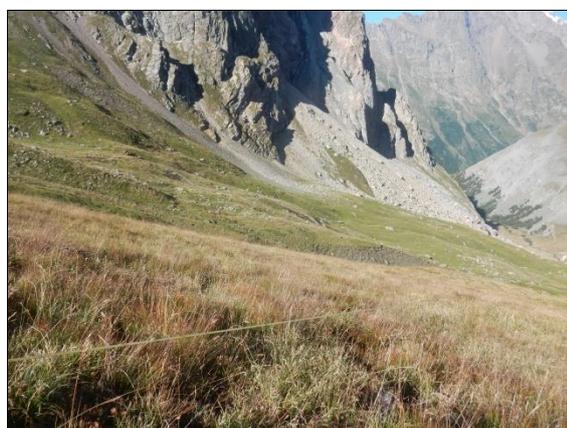
#### La végétation et les éléments du sol

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement de la végétation	90%	86%	92%	88%	-2%	n.s.
Recouvrement du sol nu	8%	18%	3%	3%	-5%	n.s.
Recouvrement des cailloux	6%	9%	6%	5%	-1%	n.s.
Recouvrement de la litière	86%	73%	91%	92%	+6%	n.s.
Recouvrement des espèces herbacées	89%	83%	90%	86%	-3%	n.s.
Recouvrement des espèces sous-ligneuses	7%	6%	5%	4%	-3%	n.s.
Recouvrement des espèces ligneuses	<1%	<1%	<1%	2%	+2%	n.s.
Phyto-volume total	186	172	223	230	+44	1,24
Hauteur moyenne de la végétation	5,7 cm	5,2 cm	5,8 cm	7,4 cm	+1,7 cm	1,30

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative – coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives des descripteurs de la végétation et des éléments du sol ; pas d'embroussaillage de cette pelouse alpine de mode thermique.

Végétation haute en ce début d'été 2022.



Vue vers l'aval



Vue de côté vers l'amont – 21 juillet 2022

#### Les espèces dominantes

	2008	2013	2017	2022
1 <sup>ère</sup> espèce	<i>Carex sempervirens</i>	<i>Carex sempervirens</i>	<i>Trifolium alpinum</i>	<i>Carex sempervirens</i>
2 <sup>e</sup> espèce	<i>Trifolium alpinum</i>	<i>Trifolium alpinum</i>	<i>Carex sempervirens</i>	<i>Deschampsia flexuosa</i>
3 <sup>e</sup> espèce	<i>Juncus trifidus</i>	<i>Juncus trifidus</i>	<i>Juncus trifidus</i>	<i>Trifolium alpinum</i>

La laîche toujours verte et le trèfle alpin sont toujours dans le trio de tête des espèces dominantes ; le jonc trifide se retrouve au quatrième rang en 2022.

La canche flexueuse passe du 12<sup>e</sup> rang en 2008 au 2<sup>e</sup> rang cette année.

#### Présences et phyto-volume des principales espèces

Présences des espèces dans les segments

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Carex sempervirens</i>	83%	84%	84%	80%	+3%	n.s.
<i>Trifolium alpinum</i>	77%	75%	78%	71%	-6%	n.s.
<i>Juncus trifidus</i>	53%	60%	61%	50%	-3%	n.s.
<i>Potentilla aurea</i>	64%	49%	55%	41%	-23%	s.99
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	56%	60%	43%	7%	-49%	s.99
<i>Avenula versicolor</i>	54%	34%	53%	57%	+3%	n.s.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	19%	41%	42%	57%	+38%	s.99

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Seule la canche flexueuse progresse significativement dans les segments ; c'est une espèce des pâturages maigres au sol acidifié, supportant un peu l'ombre.

Très forte baisse du liondent des Pyrénées dans les segments, baisse significative de la potentille dorée ; forte pression pastorale sur le liondent ? Moins de lumière affectant le développement de ces deux espèces, du fait d'une végétation plus dense (2,61 contacts par point de végétation en 2022) et plus haute ? Compétition de la part de la canche flexueuse ?

#### Présences des espèces aux points

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Carex sempervirens</i>	27 %	32 %	29%	27%	0	-
<i>Trifolium alpinum</i>	24 %	26 %	31%	21%	-3%	n.s.
<i>Juncus trifidus</i>	17 %	14 %	26%	20%	+3%	n.s.
<i>Potentilla aurea</i>	13 %	11 %	9%	5%	-8%	n.s.
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	10 %	11 %	7%	<1%	-10%	s.95
<i>Avenula versicolor</i>	9 %	5 %	13%	13%	+4%	n.s.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3 %	9 %	8%	23%	+20%	s.95

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95%

Augmentation significative du recouvrement de la canche flexueuse.

Baisse significative du recouvrement du liondent des Pyrénées : fréquent dans les segments au stade initial, il n'avait qu'un recouvrement relativement faible (10%) ; ce recouvrement est inférieur à 1% en 2022.

Faibles variations pour les autres espèces principales.

#### Phyto-volume des espèces (en nombre de contacts)

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Coeff. mult.
<i>Carex sempervirens</i>	44	47	44	44	0	1,00
<i>Trifolium alpinum</i>	32	29	50	30	-2	0,94
<i>Juncus trifidus</i>	32	24	50	53	+21	1,66
<i>Potentilla aurea</i>	18	12	11	6	-12	0,33
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	10	12	7	0	-10	0,00
<i>Avenula versicolor</i>	9	5	14	17	+8	1,89
<i>Deschampsia flexuosa</i>	4	12	10	39	+35	9,75

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Le phyto-volume de la canche flexueuse augmente fortement, comme celui du jonc trifide (la densité de cette espèce passe de 1,88 contact par point de présence en 2008, à 2,65 en 2022) ; hausse du phyto-volume de l'avoine bigarrée.

Baisse des deux tiers du phyto-volume de la potentille dorée.

#### Contribution des espèces au phyto-volume total

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Carex sempervirens</i>	24%	27%	20%	19%	-5%	n.s.
<i>Trifolium alpinum</i>	17%	17%	22%	13%	-4%	n.s.
<i>Juncus trifidus</i>	17%	14%	22%	23%	+6%	n.s.
<i>Potentilla aurea</i>	10%	7%	5%	3%	-7%	-
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	5%	7%	3%	<1%	-5%	-
<i>Avenula versicolor</i>	5%	3%	6%	7%	+2%	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2%	7%	4%	17%	+15%	s.99

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Seule la contribution de la canche flexueuse au phyto-volume total, augmente significativement ; les variations des contributions des autres espèces sont faibles.

Bilan des espèces : la canche flexueuse et le jonc trifide, espèces des sols très acides et pauvres, progressent dans cet herbage.

Régression du liondent des Pyrénées et de la potentille dorée, espèces des sols acides et pauvres également ; en concurrence pour la lumière avec les deux espèces précédentes ?

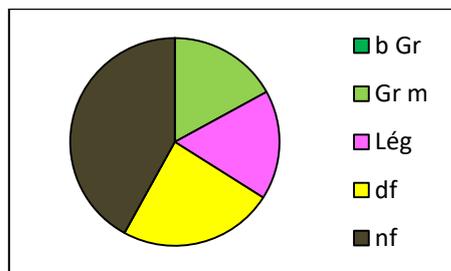
### La ressource pastorale

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement des espèces fourragères	64%	66%	72%	68%	+4%	n.s.
Recouvrement des espèces non fourragères	49%	40%	43%	38%	-11%	n.s.
Contribution des espèces fourragères	58%	66%	65%	63%	+5%	n.s.
Très bonnes et bonnes graminées fourragères (b Gr)	0%	0%	0%	0%	0	-
Graminées fourragères médiocres (Gr m)	17%	15%	19%	31%	+14%	s.99
Légumineuses (Lég)	17%	17%	23%	13%	-4%	n.s.
Diverses fourragères (df)	24%	34%	23%	19%	-5%	n.s.
Non fourragères (nf)	42%	34%	35%	37%	-5%	n.s.
Valeur pastorale de la ressource	18	20	22	18	0	1,00
Valeur pastorale de l'herbage	17	17	23	16	-1	0,94

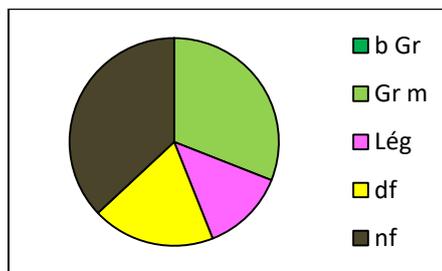
Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99% - coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives du recouvrement des espèces fourragères et des espèces non fourragères.

Stabilité de l'indice de valeur pastorale.



2008



2022

Seule la contribution des graminées fourragères médiocres augmente significativement, du fait de la progression de la canche flexueuse dans l'herbage ; progression également, mais dans une moindre mesure, de la contribution de l'avoine bigarrée et de celle de l'agrostide des Alpes (cf. annexes).

### La diversité floristique

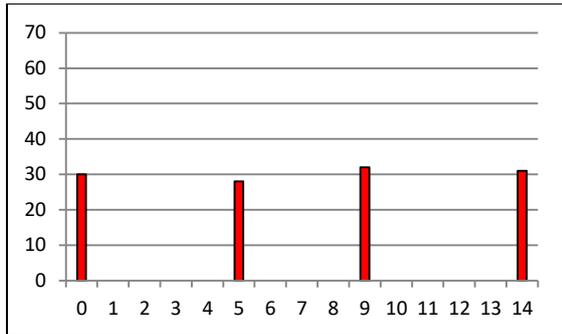
	2008 (0)	2013 ( )	2017	2022	Variation 2022/08	Coeff. mult.
Nombre d'espèces à recouvrement $\geq 1\%$	18	18	18	14	-4	0,78
Nombre total d'espèces présentes sur la ligne	30	28	32	31	+1	1,03
Indice de Shannon	4,06	4,05	4,17	3,93	-0,13	0,96
Diversité maximale théorique	4,91	4,81	5,00	4,95	-0,04	1,01
Équitabilité	0,83	0,84	0,83	0,79	-0,04	0,95

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

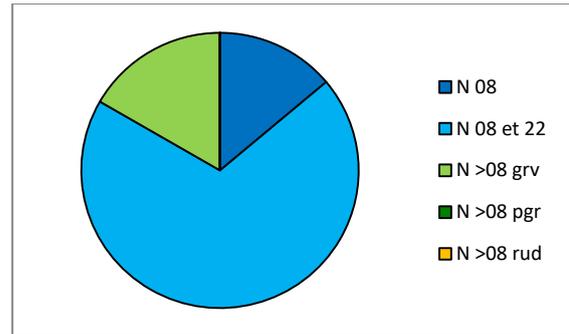
La diversité floristique est assez faible dans cette pelouse alpine thermique.

Faibles variations du nombre d'espèces, que ce soit les espèces présentes aux points (à recouvrement supérieur ou égal à 1%) ou les espèces présentes dans les segments.

Stabilité de l'indice de Shannon.



Nombre d'espèces observées sur la ligne selon les années



36 espèces observées sur la ligne de 2008 à 2022

Nombre d'espèces présentes en 2008, absentes en 2022	5	14%	N 08
Nombre d'espèces présentes en 2008 et en 2022	25	69%	N 08 et 22
total	30	83%	
Nombre d'espèces absentes en 2008, présentes après 2008	6	17%	
dont espèces du groupement végétal (grv)	6	17%	N>08 gv
Dont espèces des prairies grasses (pgr)	0	0%	N>08 pgr
dont espèces rudérales (rud)	0	0%	N>08 rud
total	36	100%	

Espèces observées sur la ligne – Pourcentage exprimé en fonction du nombre total d'espèces enregistrées sur la ligne de 2008 à 2022

69% des espèces présentes en 2008 sont toujours présentes sur la ligne, 14 ans après.  
Quelques espèces du groupement végétal (six) apparaissent sur la ligne après 2008.

L'utilisation de ce pâturage à la fin du mois de juillet ne provoque que de faibles variations de la flore et de la végétation de cette pelouse.

On semble toutefois percevoir une acidification de ce sol, au vu de la progression de la canche flexueuse et du jonc trifide.

Pression de pâturage trop faible, manque de restitutions animales ?

## Pelouse alpine nivale

### Ligne 531 (Dessus le Refuge) – Alpage de Surette (La Chapelle-en-Valgaudemar)

#### La végétation et les éléments du sol

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement de la végétation	95%	89%	94%	98%	+3%	n.s.
Recouvrement du sol nu	9%	3%	0%	1%	-8%	n.s.
Recouvrement des cailloux	3%	0%	2%	2%	-1%	n.s.
Recouvrement de la litière	86%	95%	93%	97%	+11%	n.s.
Recouvrement des souches de vulpin des Alpes	2%	2%	0%	0%	-2%	n.s.
Recouvrement des mousses	0%	0%	5%	0%	0	-
Recouvrement des espèces herbacées	79%	67%	88%	85%	+6%	n.s.
Recouvrement des espèces sous-ligneuses	29%	37%	18%	33%	+4%	n.s.
Recouvrement des espèces ligneuses	0%	0%	0%	0%	0	-
Phyto-volume total	199	143	207	258	+59	1,30
Hauteur moyenne de la végétation	3,4 cm	2,6 cm	3,0 cm	3,2 cm	-0,2 cm	0,94

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative – coeff. m. : coefficient multiplicateur

Pas de variations significatives des descripteurs liés à la végétation et aux éléments du sol.

Très faible recouvrement des souches de vulpin des Alpes mises à nu, nul en 2022 ; un fort recouvrement serait le signe d'une trop forte pression de pâturage.

Variations irrégulières du recouvrement des espèces sous-ligneuses (due essentiellement au Saule herbacé) : de 18 à 37% selon les années.

Augmentation de près d'un tiers du phyto-volume entre 2008 et 2022 (pic cette année).

La hauteur moyenne de la végétation reste faible.



Vue vers l'aval



Vue vers l'amont – 22 juillet 2022

#### Les espèces dominantes

	2008	2013	2017	2022
1 <sup>ère</sup> espèce	<i>Salix herbacea</i>	<i>Salix herbacea</i>	<i>Plantago alpina</i>	<i>Salix herbacea</i>
2 <sup>e</sup> espèce	<i>Plantago alpina</i>	<i>Plantago alpina</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Nardus stricta</i>
3 <sup>e</sup> espèce	<i>Festuca violacea violacea</i>	<i>Leontodon pyrenaicus</i>	<i>Salix herbacea</i>	<i>Plantago alpina</i>

Le Saule herbacée se maintient parmi les trois premières espèces dominantes (au premier rang en 2008, 2013 et 2022), de même que le plantain des Alpes.

Le nard raide, au 6<sup>e</sup> rang en 2008, progresse dans la pelouse dès 2017 et se maintient en deuxième position.

## Présences et phyto-volume des principales espèces

### Présences des espèces dans les segments

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Salix herbacea</i>	84%	82%	76%	81%	-3%	n.s.
<i>Plantago alpina</i>	80%	85%	79%	74%	-6%	n.s.
<i>Festuca violacea violacea</i>	45%	37%	33%	12%	-33%	s.99
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	76%	67%	66%	68%	-8%	n.s.
<i>Lotus alpinus</i>	62%	49%	23%	11%	-51%	s.99
<i>Nardus stricta</i>	35%	28%	58%	60%	+25%	s.99
<i>Omalotheca supina</i>	47%	41%	43%	30%	-17%	s.95
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	33%	17%	52%	51%	+18%	s.95
<i>Poa alpina</i>	34%	9%	14%	18%	-16%	s.95
<i>Alopecurus alpinus</i>	63%	77%	66%	72%	+9%	n.s.
<i>Trifolium thalii</i>	21%	26%	27%	38%	+17%	s.99
<i>Alchemilla pentaphyllea</i>	29%	14%	14%	5%	-24%	s.99
<i>Sagina glabra</i>	19%	46%	63%	46%	+27%	s.99
<i>Agrostis rupestris</i>	4%	1%	13%	32%	+28%	s.95

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Peu de variations pour quatre espèces, parmi les espèces principales : le Saule herbacé, le plantain des Alpes, le liondent des Pyrénées et le vulpin des Alpes, espèces fréquentes dans les pelouses de mode nival.

Le Saule herbacé est caractéristique des pelouses de mode nival les moins hydromorphes.

Cinq espèces voient leur présence dans les segments régresser : baisse continue et forte pour le lotier des Alpes, la fétuque violette et l'alchémille à cinq folioles ; régression plus récente pour le gnaphale couché, plus ancienne pour le pâturin des Alpes.

L'alchémille à cinq folioles est caractéristique des pelouses de mode nival moyennement hydromorphes ; effet de la sécheresse ?

Les présences de cinq espèces augmentent entre 2008 et 2022 : l'agrostide des rochers, la sagine glabre, le nard raide, la flouve des Alpes et le trèfle de Thal, espèces des sols moyennement humides à secs, les trois graminées inféodées aux sols pauvres, la sagine glabre et le trèfle de Thal abondants dans les formations "dégradées" de l'étage alpin.

### Présences des espèces aux points

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Salix herbacea</i>	29%	37%	18%	33%	+4%	n.s.
<i>Plantago alpina</i>	16%	15%	23%	15%	-1%	n.s.
<i>Festuca violacea violacea</i>	12%	8%	9%	3%	-9%	n.s.
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	11%	11%	15%	13%	+2%	n.s.
<i>Lotus alpinus</i>	9%	5%	3%	<1%	-9%	n.s.
<i>Nardus stricta</i>	8%	6%	20%	26%	+18%	s.95
<i>Omalotheca supina</i>	8%	6%	4%	4%	-4%	n.s.
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	6%	<1%	7%	10%	+4%	n.s.
<i>Poa alpina</i>	6%	1%	3%	3%	-3%	n.s.
<i>Alopecurus alpinus</i>	5%	8%	14%	13%	+8%	n.s.
<i>Trifolium thalii</i>	4%	1%	4%	11%	+7%	n.s.
<i>Alchemilla pentaphyllea</i>	3%	1%	3%	1%	-2%	n.s.
<i>Sagina glabra</i>	2%	4%	7%	5%	+3%	n.s.
<i>Agrostis rupestris</i>	<1%	<1%	1%	7%	+7%	n.s.

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95%

La plupart des variations des présences aux points vont dans le même sens que les variations significatives des présences dans les segments, mais ces variations sont trop minimes pour être considérées comme significatives.

Seul, le recouvrement du nard raide augmente significativement, espèce des sols pauvres et acides.

Variations irrégulières du recouvrement du Saule herbacé (entre 18 et 37% selon les années).

Phyto-volume des espèces (en nombre de contacts)

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Coeff. mult.
<i>Salix herbacea</i>	40	45	22	48	+8	1,20
<i>Plantago alpina</i>	22	17	28	20	-2	0,91
<i>Festuca violacea violacea</i>	22	10	17	6	-16	0,27
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	13	11	16	16	+3	1,23
<i>Lotus alpinus</i>	12	5	3	0	-12	0
<i>Nardus stricta</i>	18	11	36	55	+37	3,06
<i>Omalotheca supina</i>	10	8	6	5	-5	-
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	7	0	7	13	+6	-
<i>Poa alpina</i>	6	1	4	4	+2	-
<i>Alopecurus alpinus</i>	5	10	16	16	+11	3,20
<i>Trifolium thalii</i>	5	1	4	17	+12	3,40
<i>Alchemilla pentaphyllea</i>	3	1	3	1	-2	-
<i>Sagina glabra</i>	2	4	10	8	+6	-
<i>Agrostis rupestris</i>	0	0	2	13	+13	-

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Augmentation de plus d'un tiers du phyto-volume du nard raide, de celui du trèfle de Thal et de celui du vulpin des Alpes ; diminution du phyto-volume de la fétuque violette et de celui du lotier.

Contributions des espèces au phyto-volume total

	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign.
<i>Salix herbacea</i>	20%	31%	11%	19%	-1%	n.s.
<i>Plantago alpina</i>	11%	12%	13%	8%	-3%	n.s.
<i>Festuca violacea violacea</i>	11%	7%	8%	2%	-9%	-
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	7%	8%	8%	6%	-1%	-
<i>Lotus alpinus</i>	6%	3%	1%	<1%	-6%	-
<i>Nardus stricta</i>	9%	8%	17%	21%	+12%	s.99
<i>Omalotheca supina</i>	5%	6%	3%	2%	-3%	-
<i>Anthoxanthum odoratum nipponicum</i>	3%	<1%	3%	5%	+2%	-
<i>Poa alpina</i>	3%	1%	2%	2%	-1%	-
<i>Alopecurus alpinus</i>	2%	7%	8%	6%	+4%	-
<i>Trifolium thalii</i>	2%	1%	3%	7%	+5%	-
<i>Alchemilla pentaphyllea</i>	2%	1%	1%	<1%	-2%	-
<i>Sagina glabra</i>	1%	3%	5%	3%	+2%	-
<i>Agrostis rupestris</i>	<1%	<1%	1%	5%	+5%	-

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.99 : variation significative au coefficient de sécurité de 99%

Seule la contribution du nard raide au phyto-volume total augmente significativement.

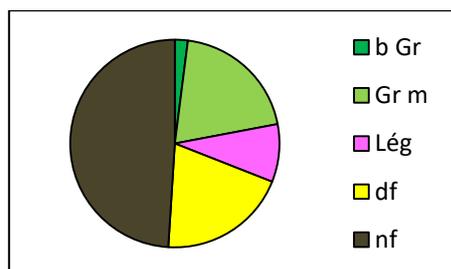
Bilan des espèces : progression de quelques graminées, comme le nard raide, l'agrostide des rochers, la flouze des Alpes, le vulpin des Alpes ; progression de la sagine glabre et du trèfle de Thal.

La ressource pastorale

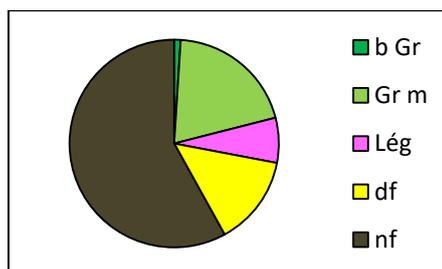
	2008	2013	2017	2022	Variation 2022/08	Sign. ou coeff. m.
Recouvrement des espèces fourragères	60%	43%	63%	60%	0	-
Recouvrement des espèces non fourragères	61%	60%	66%	77%	+16%	s.95
Contribution des espèces fourragères	50%	41%	48%	42%	-8%	s.95
Très bonnes et bonnes graminées fourragères (b Gr)	2%	1%	0%	1%	-1%	n.s.
Graminées fourragères médiocres (Gr m)	20%	15%	22%	20%	0	-
Légumineuses (Lég)	9%	4%	4%	7%	-2%	n.s.
Diverses fourragères (df)	20%	21%	22%	14%	-6%	n.s.
Non fourragères (nf)	49%	59%	52%	58%	+9%	s.95
Valeur pastorale de la ressource	16	13	14	12	-4	0,75
Valeur pastorale de l'herbage	15	11	13	12	-4	0,80

Sign. : signification de la variation ; n.s. : variation non significative ; s.95 : variation significative au coefficient de sécurité de 95% - coeff. m. : coefficient multiplicateur

Le recouvrement des espèces non fourragères augmente significativement du fait de l'augmentation, en particulier, du recouvrement du nard raide, du Saule herbacé et de la sagine glabre. Petite baisse de l'indice de valeur pastorale.



2008



2022

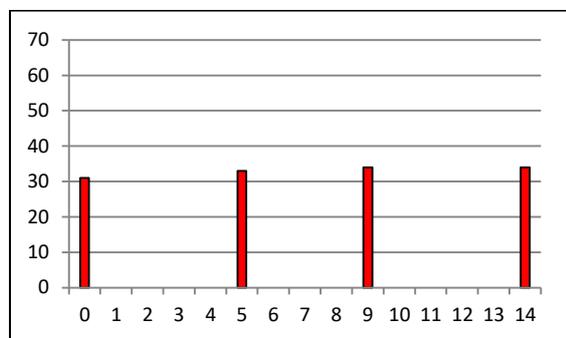
La contribution de l'ensemble des espèces fourragères diminue dans l'herbage ; celle des espèces non fourragères augmente significativement, du fait, entre autres, de l'augmentation du phyto-volume du nard raide.

### La diversité floristique

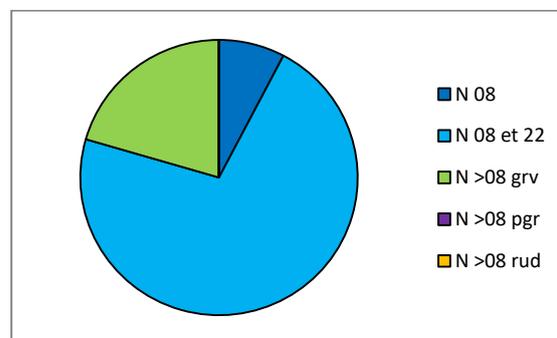
	2008 (0)	2013 (5)	2017 (9)	2022 (14)	Variation 2022/08	Coeff. mult.
Nombre d'espèces à recouvrement $\geq$ 1%	23	22	25	25	+2	1,09
Nombre total d'espèces présentes sur la ligne	31	33	34	34	+3	1,10
Indice de Shannon	4,48	4,34	4,51	4,53	+0,05	1,01
Diversité maximale théorique	4,95	5,04	5,09	5,09	+0,14	1,03
Équitabilité	0,90	0,86	0,89	0,89	-0,01	0,99

Coeff. mult. : coefficient multiplicateur

Petite hausse du nombre d'espèces sur la ligne.  
Stabilité de l'indice de Shannon.



Nombre d'espèces observées sur la ligne selon les années



39 espèces observées sur la ligne de 2008 à 2022

Nombre d'espèces présentes en 2008, absentes en 2022	3	8%	N 08
Nombre d'espèces présentes en 2008 et en 2022	28	72%	N 08 et 22
total	31	80%	
Nombre d'espèces absentes en 2008, présentes après 2008	8	20%	
dont espèces du groupement végétal (grv)	8	20%	N>08 grv
dont espèces des prairies grasses (pgr)	0	0%	N>08 pgr
dont espèces rudérales (rud)	0	0%	N>08 rud
total	39	100%	

Espèces observées sur la ligne – Pourcentage exprimé en fonction du nombre total d'espèces enregistrées sur la ligne de 2008 à 2022

72% des espèces observées en 2008 sont toujours présentes sur la ligne en 2022 ; apparition de quelques espèces du groupement végétal sur la ligne après 2008.

Maintien de la diversité floristique, légère baisse de la valeur pastorale dans cette pelouse nivale soumise à un pâturage libre dès la fin du mois de juillet ; progression du nard raide.

## Bilan de l'évolution de la valeur pastorale et de la diversité floristique

Les tableaux suivants présentent les pratiques pastorales (les colonnes) préconisées sur les habitats suivis dans l'ensemble du territoire du Parc national des Écrins (les lignes), l'impact des pratiques sur les pelouses diminuant de la gauche (parcage et gardiennage serré) vers la droite (report de pâturage en septembre), les habitats se situant de l'étage subalpin (en haut) à l'étage alpin (en bas).

Chaque station où une ligne a été implantée est remplacée dans une des cases de ces tableaux.

### Évolution de la valeur pastorale

On a considéré la variation de l'indice de valeur pastorale de l'herbage entre l'état initial et l'année 2022.

	Parcage/ gardien. serré	Gardien. serré/ parcage	Gardien- nage serré	Pâturage raisonné	Gardien- nage lâche	Report pâturage en août	Report pâturage en sept.
Mégaphorbiaies					321		
Queyrellins denses à diversité moy.			231				
Nardaies			631				
Pelouses alpines de mode thermique				221			
Pelouses alpines de mode nival					531		
baisse de plus de 30%	en rouge (absent)		hausse de 10 à 30%		en vert moyen (absent)		
baisse de 10 à 30%	en rose		hausse de 30% à 70%		en vert foncé (absent)		
variation de ± 10%	en vert clair		hausse de plus de 70%		en vert sombre (absent)		

Faibles variations de la valeur pastorale pour le queyrellin dense (231), la pelouse de mode thermique (221) et la mégaphorbiaie (321).

Baisse de la valeur pastorale (environ 25%) pour la nardaie (631) et la pelouse de mode nival (531) ; les indices de valeur pastorale étant faibles (15 points au maximum), quelques points perdus représentent aussitôt un pourcentage élevé.

### Évolution de la diversité floristique

On a considéré la variation de la diversité floristique (nombre d'espèces appartenant au groupement végétal originel recensées sur la ligne) entre l'état initial et l'état de 2022.

	Parcage/ gardien. serré	Gardien. serré/ parcage	Gardien- nage serré	Pâturage raisonné	Gardien- nage lâche	Report pâturage en août	Report pâturage en sept.
Mégaphorbiaies					321		
Queyrellins denses à diversité moy.			231				
Nardaies			631				
Pelouses alpines de mode thermique				221			
Pelouses alpines de mode nival					531		
baisse de 30% à 50%	en rouge		variation de ± 10%		en vert clair		
baisse de 10 à 30%	en rose (absent)		hausse de 10 à 30%		en vert moyen (absent)		

Faibles variations de la diversité floristique pour le queyrellin dense (231), la pelouse de mode thermique (221) et la pelouse de mode nival (531).

Baisse de 33% (7 espèces) pour la nardaie (631).

## Bilan des pratiques pastorales

Gardiennage serré sur le queyrellin dense de Chaillol (ligne 231)

Le recouvrement de la fétuque paniculée reste à un niveau relativement élevé (plus de 50%), mais la diversité floristique se maintient dans cette pelouse, de même que la valeur pastorale.

Gardiennage serré sur la nardaie de Rouanette (ligne 631)

Le gardiennage n'a manifestement pas provoqué une pression de pâturage suffisamment forte pour provoquer la régression du nard raide ; au contraire celui-ci progresse dans la pelouse, entraînant une baisse de l'indice de valeur pastorale et de la diversité floristique.

Pâturage raisonné sur la pelouse alpine de mode thermique de La Ponsonnière (ligne 221)

Très peu de variations de la végétation et de la flore dans cette pelouse d'altitude utilisée fin juillet ; pas de progression des espèces ligneuses. Faibles variations de l'indice de valeur pastorale et de la diversité floristique.

Gardiennage lâche (à faible effectif) dans la mégaphorbiaie de Lanchâtra (ligne 321)

Les principales espèces de la mégaphorbiaie se maintiennent, les espèces des pelouses grasses varient peu ; fétuque rouge cespiteuse et agrostide commune progressent, les ligneux restent très discrets dans cette formation. Faible variation de l'indice de valeur pastorale.

Gardiennage lâche ("lâcher dirigé") sur la pelouse alpine de mode nival de Surette (ligne 531)

La valeur pastorale de cette pelouse nivale diminue légèrement (augmentation de la contribution des espèces non fourragères dont la nard raide) ; développement important de quelques espèces liées à un pâturage fort, dont la sagine glabre et le trèfle de Thal. Faible variation de la diversité floristique.



Touffes de graminées colonisant la pelouse de mode nival de Surette

## Annexes : fiches de résultats

- **Liste des espèces** : la nomenclature scientifique est celle du Conservatoire botanique national alpin de Gap-Charance ([www.cbn-alpin.fr](http://www.cbn-alpin.fr))
- **Rang des espèces** : le rang d'une espèce est le numéro d'ordre attribué à l'espèce en classant les N (ou n) espèces observées selon leurs fréquences ; dans notre liste, on classe les espèces d'abord par leur FSP décroissante (et leur FSC décroissante en cas d'égalité des FSP), puis par leur FSS décroissante pour les espèces à FSP inférieure à 1%.

- **Fréquences** : on appelle fréquence spécifique (FS) le nombre d'unités d'échantillonnage où une espèce a été rencontrée ; on en définit deux types :
  - la fréquence spécifique segment (FSS) : c'est le nombre de segments où l'espèce est présente ;
  - la fréquence spécifique point (FSP) : c'est le nombre de points où l'espèce est présente, c'est-à-dire où elle est en contact une ou plusieurs fois avec la génératrice de l'aiguille.

On assimile la FSP au recouvrement de l'espèce ; la FSS fournit une autre estimation du recouvrement pour toutes les espèces présentes sur la ligne ; elle dépend de la morphologie de l'espèce et de sa répartition sur la ligne permanente.

On appellera par analogie FSC (fréquence spécifique contact) le nombre total de contacts d'une espèce ; divers auteurs ont montré une relation linéaire entre le nombre de contacts (indice d'encombrement spécifique) et la biomasse de chaque espèce dans un type de végétation.

- **Somme des fréquences** :
  - $\Sigma(1 \text{ à } n) \text{ FSP}_i$  : elle va dépendre du nombre d'espèces à recouvrement supérieur ou égal à 1% (n) et de la FSP de chaque espèce ;
  - $\Sigma(1 \text{ à } N) \text{ FSS}_i$  : la valeur de cette somme va dépendre du nombre d'espèces présentes sur la ligne (N) et de la FSS de chaque espèce.
  - $\Sigma(1 \text{ à } n) \text{ FSC}_i$  : on appelle cette somme indice d'encombrement ou de phytovolume.

- **Contributions** : la contribution spécifique (CS) est le rapport de la fréquence spécifique (FS) à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 unités échantillonnées ; la somme des contributions spécifiques sera donc toujours égale à 100.

On définit ainsi 2 types de contributions :

- la contribution spécifique présence au segment (CSS) : c'est le rapport exprimé en pourcentage, entre la FSS de cette espèce et la somme des FSS de toutes les espèces :

$$\text{CSS}_i = (\text{FSS}_i / \Sigma(1 \text{ à } N) \text{ FSS}) \times 100$$

où  $\text{CSS}_i$  et  $\text{FSS}_i$  sont les contribution et fréquence de l'espèce i et N le nombre total d'espèces présentes sur la ligne.

- la contribution spécifique présence au point (CSP) : c'est le rapport exprimé en pourcentage, entre la FSP de cette espèce et la somme des FSP de toutes les espèces :

$$\text{CSP}_i = (\text{FSP}_i / \Sigma(1 \text{ à } n) \text{ FSP}) \times 100$$

où  $\text{CSP}_i$  et  $\text{FSP}_i$  sont les contribution et fréquence de l'espèce i et n le nombre d'espèces dont le recouvrement est supérieur ou égal à 1%.

La  $\text{CSP}_i$  traduit la participation de l'espèce i au tapis végétal.

On définit un autre type de contribution, la contribution spécifique contact (CSC) qui est le rapport, toujours exprimé en pourcentage, entre le nombre de contacts de cette espèce et la somme des contacts de toutes les espèces (phytovolume) :

$$\text{CSC}_i = (\text{FSC}_i / \Sigma(1 \text{ à } n) \text{ FSC}) \times 100$$

où  $\text{CSC}_i$  et  $\text{FSC}_i$  sont les contribution et fréquence de l'espèce i et n le nombre d'espèces à recouvrement supérieur ou égal à 1%.

La CSC traduit la participation de l'espèce à l'indice d'encombrement aérien (ou de phytovolume).

- **Recouvrement de la végétation et des éléments du sol** : on précise le recouvrement de la végétation et le recouvrement des éléments du sol hors végétation (c'est-à-dire aux points où il n'y a pas de contacts avec les organes aériens des espèces), ainsi que le recouvrement des éléments du sol qui se trouvent sous le couvert végétal.
- **Indice d'encombrement par strate de végétation** : on l'obtient en faisant la somme des contacts de toutes les espèces par strate de végétation ; on calcule le pourcentage des contacts pour chaque strate. Cinq strates prédéfinies :  
 Strate 1 : 0 – 5 cm      Strate 2 : 5 – 12,5 cm      Strate 3 : 12,5 – 25 cm  
 Strate 4 : 25 – 50 cm      Strate 5 : 50 – 80 cm
- **Hauteur de la végétation (en cm)** :  

$$H = [(n1*2,5) + (n2*8,75) + (n3*18,75) + (n4*37,5) + (n5*65)] / (n1+n2+n3+n4+n5)$$
 avec n1 = nombre de contacts de la strate 1 ; n2 = nombre de contacts de la strate 2 ; et ainsi de suite.
- **Types biologiques** : c'est la contribution spécifique présence au point (CSP) des espèces regroupées par type biologique.
- **Catégories fourragères** : c'est la contribution spécifique contact (CSC) des espèces regroupées par catégories fourragères que l'on prend en compte pour établir le spectre fourrager.
- **Valeur pastorale** : c'est la somme des produits de la contribution spécifique contact des espèces (CSCi) par leur indice de qualité (Isi variant de 0 à 5), multipliée par 0,2 pour exprimer la valeur pastorale de la ressource sur 100:  

$$VP = 0,2 \sum (1 \text{ à } n) CSCi \times Isi$$
 avec n = nombre d'espèces à FSP > 1%.  
 On calcule également la valeur pastorale corrigée par le recouvrement de la végétation (Rv) ou valeur pastorale de l'herbage : VP x Rv/100.
- **Indice de Shannon** :  

$$Ish = \sum qi/Q \log_2(qi/Q)$$
 avec qi = fréquence de l'espèce i dans les segments (FSS) et Q =  $\sum qi$ .  
 La diversité maximale théorique ( $\log_2 N$ ) correspond à la diversité d'un peuplement où les N espèces auraient toutes la même fréquence relative.  
 L'équitabilité est le rapport de l'indice de Shannon sur la diversité maximale, elle varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même fréquence relative.

**Cinq fiches de résultats sont présentées ci-après :**

- Ligne 221 (Chardonnet) – Alpage de La Ponsonnière
- Ligne 231 (Sous la Font des Vives) – Alpage de Chaillol
- Ligne 321 (Aulnaie) – Alpage de Lanchâtra
- Ligne 531 (Dessus le Refuge) – Alpage de Surette
- Ligne 631 (Dessus la Cabane) – Alpage de Rouanette

