

Le glacier de la Durance

randonnée de la dernière période glaciaire à l'actuel



Auteur : Camille Viallon
géologue / accompagnateur en montagne
06 70 69 30 03
camille.viallon@orange.fr
www.geodes-et-gentianes.fr
www.facebook.com/geodes.et.gentianes

Remerciements

Je remercie Julien Charron, chargé de mission au Parc National des Écrins, pour la relecture de ce document et ses conseils avisés.

Table des matières

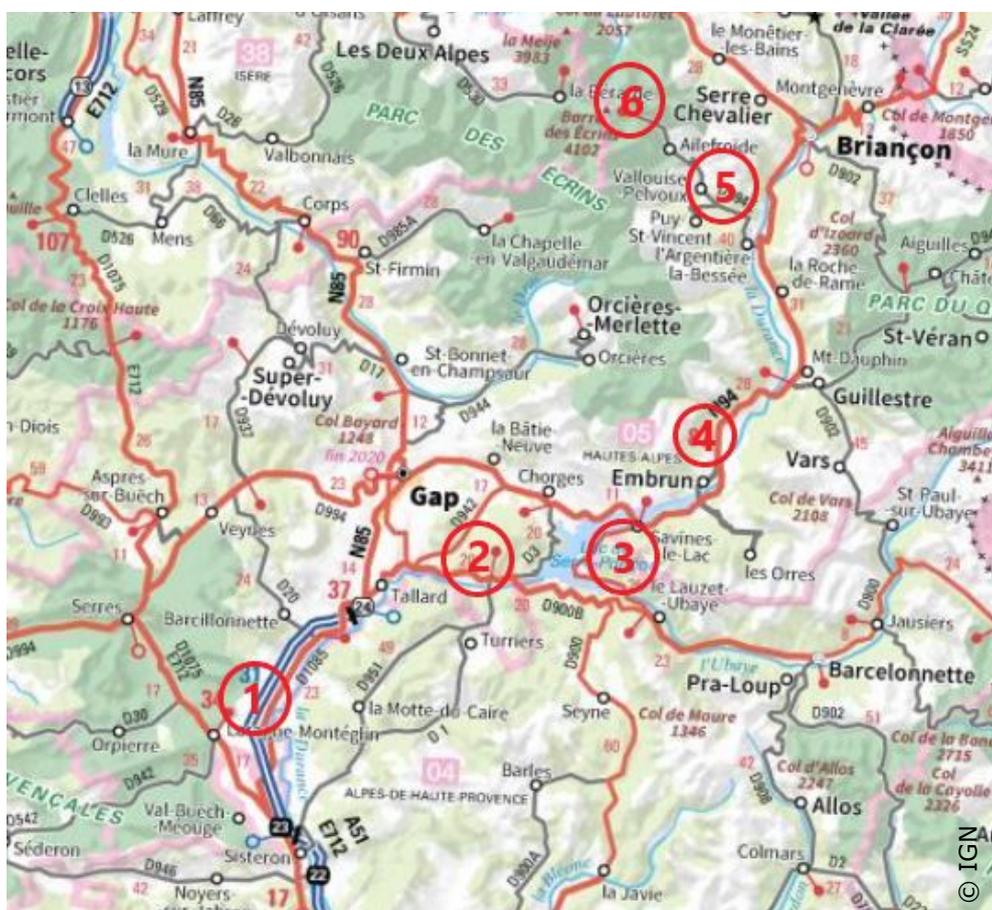
Introduction.....	4
Glaciers, climats et vallée de la Durance.....	6
Glaciers et climats.....	6
Le glacier de la Durance.....	9
Les promenades et randonnées.....	10
Upaix.....	11
Théus.....	14
Pontis.....	17
Châteauroux-les-Alpes.....	19
Vallouise.....	21
Le pré de Mme Carle et le glacier Blanc.....	24
Les causes des changements climatiques.....	29
Périodes glaciaires et interglaciaires du quaternaire.....	29
Le réchauffement climatique actuel.....	30
Conclusion.....	32
Pour aller plus loin.....	33

Introduction

Le glacier de la Durance, n'existe plus, ou plutôt, il n'en reste que des reliques dans les hautes vallées du massif des Écrins. La plus remarquable de ces reliques est le glacier Blanc qui descend de la face Nord de la Barre des Écrins et qui fait tout de même un peu plus de 5 km de long. Le glacier de la Durance occupait, il y a 25 000 ans, toute la haute et la moyenne vallée de la Durance jusqu'au village du Poët, quelques kilomètres en amont de Sisteron. Or, ce glacier a laissé de très nombreuses traces de sa grandeur passée. Quelques unes de ces traces sont particulièrement belles ou étonnantes comme par exemple la salle de bal des cheminées de fées de Théus.

C'est à la rencontre de ces traces que nous vous proposons d'aller au cours de six promenades et randonnées. Ce sera l'occasion d'appréhender l'ampleur des changements du paysage et du climat dans le passé. Ce sera aussi l'occasion de mesurer l'ampleur du changement climatique actuel et d'aborder quelques uns des mécanismes de ces évolutions.

L'ensemble des randonnées se situent dans la vallée de la Durance, dans le département des Hautes-Alpes. Toutes des promenades et randonnées proposées sont faciles et sont accessibles à des personnes ayant un minimum d'habitude de la marche en montagne. Seule la visite à Upaix est facilement praticable toute l'année. Pour les autres parcours, voir la description détaillée.



La vallée de la Durance et les lieux de promenade proposés : 1-Upaix , 2-Théus, 3-Pontis, 4-Chateauroux, 5-Vallouise, 6-Pré de Mme Carle

Glaciers, climats et vallée de la Durance

Glaciers et climats

Un peu d'histoire

En 1818, Jean-Pierre Perrodin, agriculteur à Lourtier,, dans le Valais suisse, fait part au pasteur de la paroisse, Henri Gilliéron, de sa conviction que les glaciers ont occupé dans le passé un espace bien plus important qu'aujourd'hui. Il a observé dans sa vallée des stries sur les rochers qu'il attribue à la présence ancienne de glaciers à ces emplacements. Henri Gilliéron note les remarques de son paroissien sur une page de son carnet. Cette page est classiquement considérée comme le premier document de glaciologie et de paléoclimatologie de l'histoire.

Des géologues, Jean De Charpentier, Ignace Venetz, Louis Agassis entrent en contact avec Jean-Pierre Perrodin, vérifient avec lui les observations et généralisent celles-ci à l'ensemble de l'arc alpin. Ignace Venetz fait une présentation en 1821 à la société suisse de sciences naturelles où il expose les variations de taille de nombreux glaciers du Valais au cours du temps et en déduit des variations climatiques.

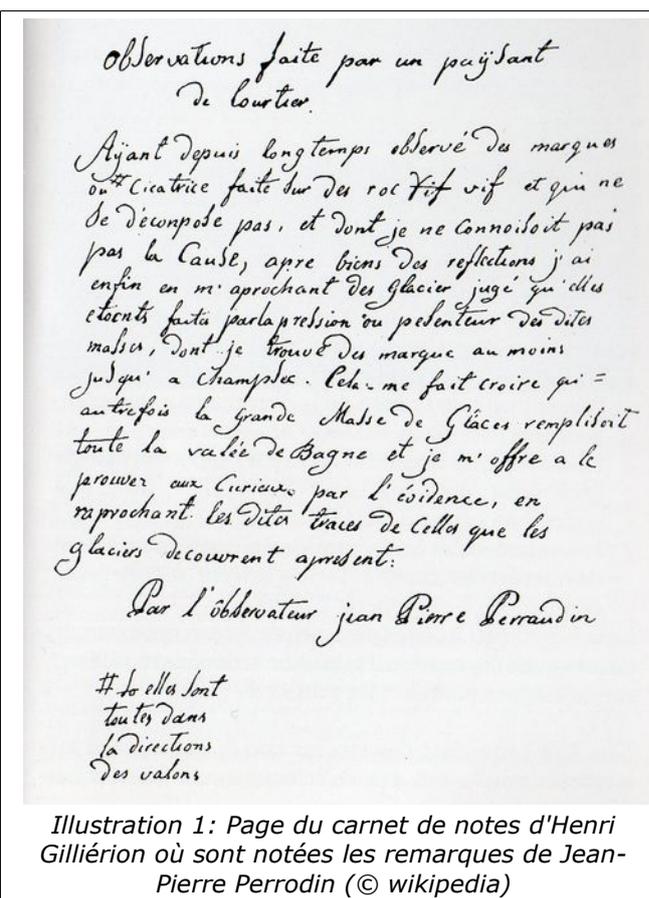
Rapidement, il est apparu qu'à plusieurs reprises les glaciers alpins ont occupé un espace bien plus considérable qu'aujourd'hui et que le climat a fortement évolué au cours des centaines de milliers d'années qui nous ont précédé.

Les changements climatiques et l'évolution des glaciers au cours des 2,5 derniers millions d'années

De nombreuses méthodes d'analyse permettent de nos jours de mesurer les changements climatiques au cours des temps géologiques. Les paléoclimatologues ont pu mettre en évidence lors des 2,5 derniers millions d'années, et pour l'ensemble du globe terrestre, des alternances de périodes froides appelées périodes glaciaires et de périodes plus clémentes appelées interglaciaires. Pour les 800 000 années les plus récentes, cette alternance a lieu avec une fréquence de l'ordre de 100 000 ans avec une période glaciaire qui dure environ 80 000 ans et une période interglaciaire qui dure environ 20 000 ans.

La période interglaciaire que nous vivons actuellement et depuis 11 700 ans s'appelle l'Holocène. La période glaciaire précédente qui s'étend de -11 700 ans à -115 000 ans est appelée le Würm. A l'intérieur de chaque période glaciaire comme de chaque période interglaciaire des variations climatiques de plus faible ampleur ont également lieu.

Ces évolutions du climat ont une incidence très forte sur les dimensions des glaciers alpins. Lors des épisodes froids, les précipitations en altitude se font toujours ou presque toujours sous forme de neige, la fonte de l'été est peu importante et les glaciers grossissent. Ils forment de longues



langues glaciaires dans les vallées. Au contraire, dans les périodes plus chaudes, les précipitations sont plus souvent pluvieuses, les glaciers fondent d'avantage et les fronts des glaciers reculent jusque dans les hautes vallées.

Les indices d'évolution des glaciers

La neige qui tombe sur les montagnes, s'accumule dans les dépressions. Sous l'effet de son accumulation, elle se transforme progressivement en glace et contribue à alimenter le glacier. La glace s'écoule lentement le long de la pente rocheuse sur laquelle repose le glacier. Plus bas, l'apport de neige devient plus faible que la fusion de la glace sous l'effet du rayonnement solaire. Un glacier est ainsi un fleuve de glace qui prend sa source dans un bassin d'alimentation où la neige s'accumule et se transforme en glace, et coule vers la vallée où la glace fond.

Mais les glaciers, s'ils sont principalement formés de glace, transportent aussi d'autres matériaux. Des **blocs rocheux** tombés des parois entourant le glacier ou arrachés par le glacier à son lit sont entraînés avec la glace. Ces blocs, de toutes tailles, peuvent reposer sur le glacier, ou être inclus dans la glace y compris à la base du glacier. Ils y subissent une altération chimique qui produit pour les roches silicatées, les plus nombreuses, la formation d'**argiles** et de **sable siliceux**. Aux abords du glacier, ces dépôts composés de blocs de toutes tailles, de sable et d'argiles, sans aucune stratification, forment une **moraine glaciaire**. On distingue généralement la **moraine frontale**, au front du glacier et les **moraines latérales**, sur ses bordures. Lorsque le glacier fond, les moraines restent sur les bords et le fond de la vallée. L'érosion des moraines anciennes par les eaux de ruissellement forment des structures verticales appelées **demoiselles coiffées**. Lorsque presque toute la moraine a été dégagée par l'érosion, il ne reste plus que les très gros blocs que l'on appelle alors des **blocs erratiques**.

Les blocs, sables et argiles situés à la base du glacier frottent contre le lit rocheux. Ils provoquent une usure de celui-ci et modèlent des formes rondes qui lorsqu'elles sont découvertes par le glacier sont appelées des **roches moutonnées**. De même, le rabotage par les blocs forme des **stries glaciaires** sur les roches dures.

Les matériaux des moraines peuvent être emportés par les torrents sortant du glacier et transportés jusqu'à une zone moins pentue où ils se déposent. Les matériaux les plus gros et les plus lourds se déposent en premier, les sables et argiles, plus légers, se déposent plus loin ou plus tard quand le flux est devenu plus faible après une crue et donc au dessus des gros blocs. On retrouve alors les mêmes matériaux que dans une moraine mais avec une stratification. De plus, les blocs ont été arrondis lors de leur transport par l'eau. Ces dépôts forment alors une **terrasse fluvio-glaciaire**.

Les terrains qui constituent une vallée ne sont pas, le plus souvent, homogènes. Certaines roches, plus dures, résistent d'avantage à l'érosion par le glacier. Celui-ci creuse alors plus profondément la roche tendre à l'amont de la zone plus résistante. Lorsque le glacier fond et libère cet espace, il se forme un **lac glaciaire** dans la partie creusée. Avec le temps, ce lac se comble. Si l'essentiel des dépôts sont formés de matière organique, il se forme une **tourbière**. Si les dépôts de matériaux provenant des moraines sont importants, ils y forment une terrasse fluvio-glaciaire. La zone plus dure qui forme un seuil s'appelle un **verrou glaciaire**. Avec le temps le torrent creuse le verrou jusqu'à former une **gorge**. Le torrent finit par entailler aussi les sédiments qu'il a déposé à l'amont de la gorge, et son lit se retrouve plus bas que ces dépôts, d'où le nom de terrasse qui leur est donné.

A la confluence de deux glaciers, la base rocheuse sur laquelle repose le glacier le plus petit est souvent à une altitude plus haute que celle du glacier plus important qui a une capacité d'érosion plus grande. Lorsque après avoir fondu, les deux glaciers mettent à l'air libre cette confluence, le ressaut rocheux est entaillé par le torrent et il se forme une **gorge de raccordement**.

Les randonnées natures de Géodes et Gentianes
Le glacier de la Durance de la dernière période glaciaire à l'actuel

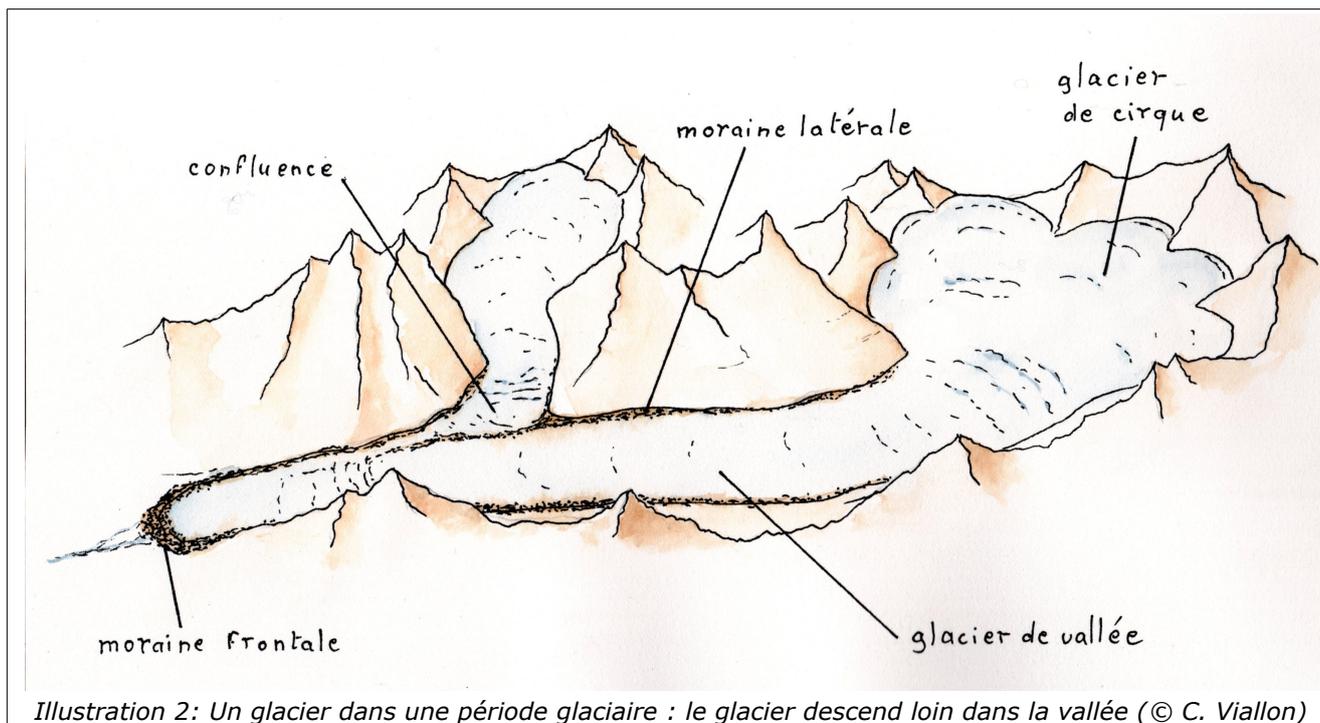
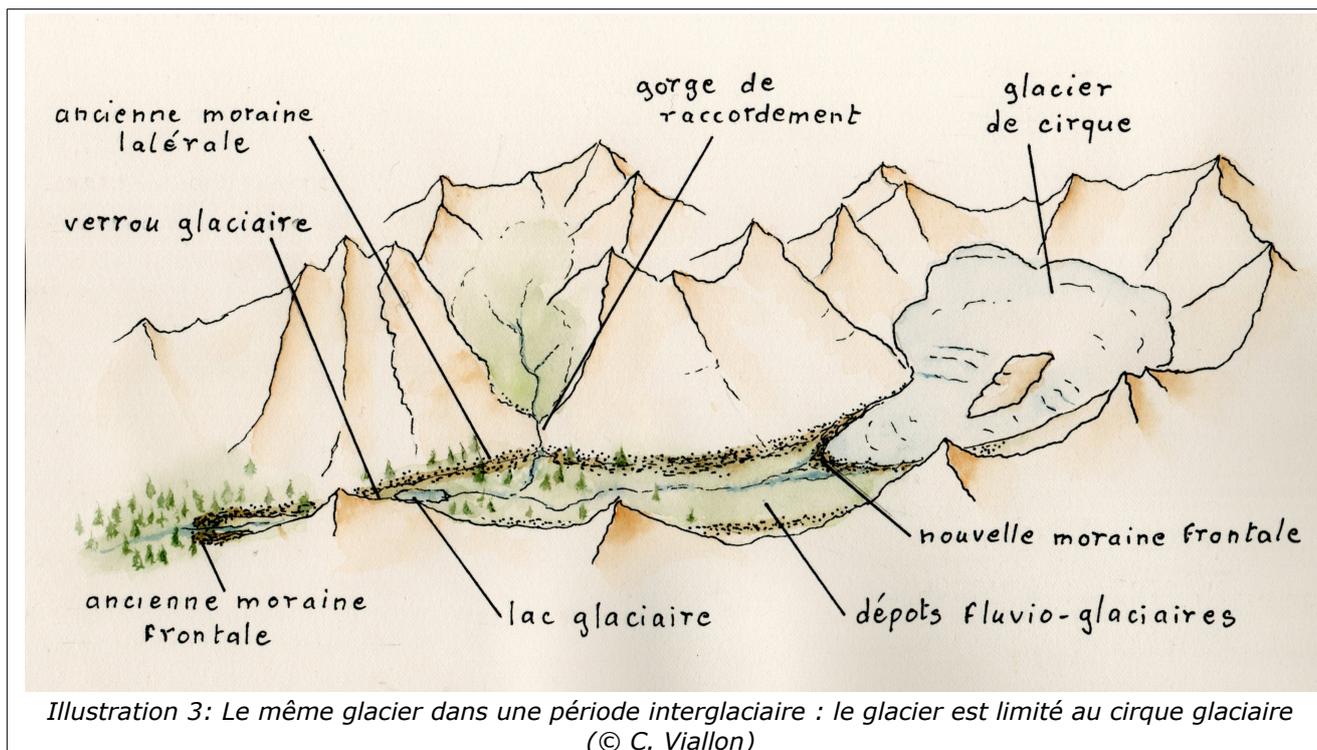


Illustration 2: Un glacier dans une période glaciaire : le glacier descend loin dans la vallée (© C. Viallon)



Enfin, à l'échelle de la vallée, les glaciers sont responsables d'une érosion qui modèle les vallées en leur donnant un profil transversal avec une **forme en U** alors que les torrents donnent aux vallées un profil transversal avec une forme en V. On dit que les glaciers agissent comme des bulldozers alors que les torrents agissent comme des scies.



Illustration 4: Roches moutonnées dégagées par le recul du front du glacier Blanc
(© C. Viallon)



Illustration 5: Stries glaciaires sur une roche moutonnée à proximité du glacier Blanc
(© C. Viallon)



Illustration 6: Moraine latérale du glacier Noir, le glacier a partiellement fondu depuis la formation de la moraine, celle-ci est alors plus haute que le glacier
(© C. Viallon)

Le glacier de la Durance

A plusieurs reprises, au cours des dernières centaines de milliers d'années, lors des périodes froides, un glacier a occupé la vallée de la Durance parfois jusqu'à Sisteron. Lors des périodes chaudes au contraire, la vallée de la Durance était dégagée des glaces et les glaciers n'occupaient que les plus hautes altitudes.

Ainsi, il y a 150 000 ans, durant la période glaciaire nommée Riss, le glacier de la Durance atteignait Sisteron. A l'interglaciaire qui a suivi, entre -130 000 et -115 000 ans, les glaciers avaient des dimensions proches de l'actuel. A partir de -115 000 ans le climat se refroidit à nouveau, c'est la période glaciaire du Würm qui s'étend de -115 000 ans à -11 700 ans. La vallée de la Durance était de nouveau englacée, avec des variations importantes dans l'extension de cet englacement au cours du temps. Le dernier maximum glaciaire du Würm a eu lieu vers -25 000 ans. Le front du glacier se situait alors au niveau du village du Poët, 10 km en amont de Sisteron. L'homme moderne, *Homo sapiens*, qui a peint la grotte Chauvet il y a 33 000 ans et la grotte de Lascaux il y a 17 000 ans, chassait alors le mammouth dans la plaine du Rhône et la basse vallée de la Durance. Ensuite, la zone englacée a fortement diminué et depuis 11 700 ans, elle est réduite aux hautes vallées des Écrins.

Des variations limitées de l'extension des glaciers ont toutefois eu lieu au cours des 11 700 dernières années. Ainsi, au cours du petit âge glaciaire, du XVe siècle jusque vers 1850, les glaciers des Écrins étaient plus étendus qu'actuellement. En 1850, le glacier Blanc et le glacier Noir se rejoignaient au pré de Mme Carle (cf. illustration 23). Depuis 1850, à l'exception de quelques courtes périodes, les fronts des glaciers reculent. Avec le réchauffement climatique actuel, la diminution en volume et en longueur des glaciers des Écrins s'accélère depuis quelques dizaines d'années.

Les promenades et randonnées proposées dans ce document permettent de constater sur le terrain les variations de volume du glacier de la Durance depuis le maximum d'extension d'il y a environ 25 000 ans, jusqu'à la situation actuelle.

Les promenades et randonnées

Six promenades et randonnées sont proposées. Elles sont toutes situées dans la vallée de la Durance en amont de Sisteron. Se sont de l'aval à l'amont :

- Upaix : point du vue et moraine latérale ;
- Théus : la salle de bal des demoiselles coiffées ;
- Pontis : le sentier des demoiselles coiffées ;
- Châteauroux : la terrasse fluvio-glaciaire ;
- Vallouise : point du vue et blocs erratiques ;
- Pelvoux : le pré de Mme Carle et le glacier Blanc.

Ces promenades et randonnées ont été choisies pour être à la fois agréables et démonstratives de l'évolution du glacier de la Durance. Elles sont ordonnées de l'aval vers l'amont ce qui permet de terminer par la randonnée au pied d'un beau glacier actuel : le glacier Blanc. Néanmoins, chaque promenade ou randonnée peut être réalisée indépendamment des autres.

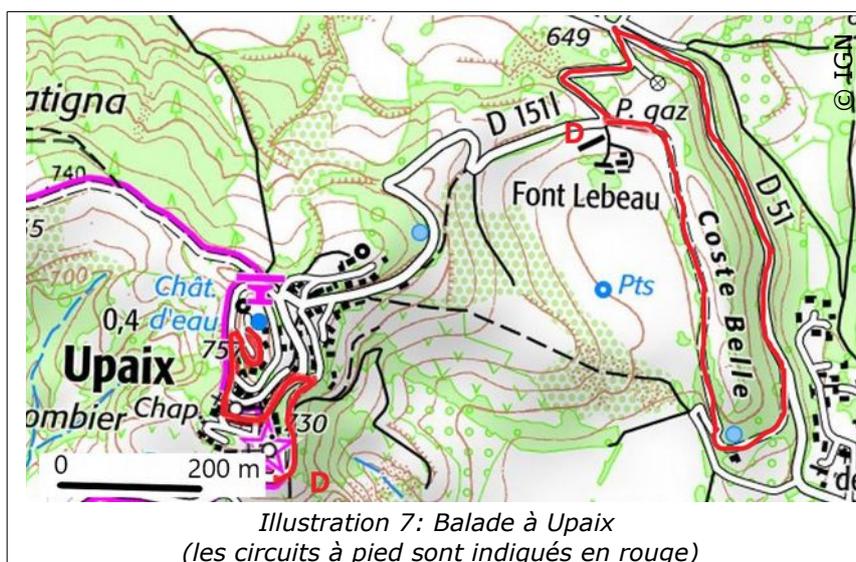
Malgré l'existence d'une liaison ferroviaire et de liaisons par autocar comme la ligne L29 qui va de Marseille à Briançon et les lignes locales, les déplacements pour se rendre d'un site au suivant sont assez compliqués en transport en commun. Aussi, il est conseillé, pour visiter les 6 sites, d'utiliser un moyen de transport personnel, automobile, moto ou vélo pour les plus sportifs.

Upaix

Upaix est un village construit sur la pente terminale d'un éperon rocheux en bordure de la vallée de la Durance. Il est situé à quelques kilomètres en amont du village du Poët qui marque l'extension maximale du glacier de la Durance lors du dernier maximum glaciaire du Würm. Il est préférable de se rendre à Upaix plutôt qu'au Poët pour avoir une meilleure vue générale sur la vallée de la Durance.

Les caractéristiques de la promenade/randonnée

Type	Point de vue et promenade
Durée	40 min
Dénivelé positif	Quelques dizaines de mètres
Période	Toute saison



Accès

De Sisteron, prendre la direction de Gap (D4085). Après 4 km, au rond-point, continuer toujours en direction de Gap (D1085, route Napoléon). Poursuivre sur 7 km, et prendre à gauche la direction du Poët et de Rourebeau (D722). Traverser le Poët, et 2 km après ce village, prendre la direction d'Upaix (D22 puis D151). Garer la voiture à l'entrée du village (coordonnées GPS : latitude 44,3181N , longitude 5,8754E).

Description

Upaix est un joli village ancien construit à flanc de colline et dominé par les ruines d'un château médiéval. Monter au sommet de la colline et accéder par un escalier au sommet de la tour de l'ancien château. Une table d'orientation permet de se repérer.

De ce belvédère, on domine la vallée de la Durance qui s'étend devant nous. La rivière dessine un grand méandre bien visible dans le fond de la vallée. Au Nord, en arrière plan, on aperçoit les hauts sommets du massif des Écrins. En direction du Sud, le village du Poët, tout proche, est caché par les collines bordant la vallée.

Au maximum d'englacement du Würm, il y a 25 000 ans, le glacier de la Durance couvrait tout le fond de la vallée depuis le Briançonnais, le Queyras et les Écrins au Nord, jusqu'au village du Poët au Sud où se situait le front du glacier et où les restes d'une moraine frontale sont bien identifiables. Le glacier mesurait plus de 100 km de long. Le panorama permet d'appréhender l'importance de la zone englacée à cette période.

Au pied de la colline d'Upaix, on trouve sur la gauche un relief allongé en bordure de la vallée, que la route D151, qui redescend, contourne par la gauche. Ce relief, noté Coste Belle sur la carte IGN 1/25000 est une ancienne moraine latérale du glacier qui s'élève de 80 m au dessus de la vallée. Si l'on considère, en première approximation, que la vallée n'a pas été comblée ni creusée depuis la formation de la moraine (hors le lit de la Durance qui est manifestement en cours de creusement) et que la moraine n'a pas été significativement érodée, on peut en déduire que le glacier avait à l'époque du maximum d'englacement une épaisseur de l'ordre de 80 m à cet endroit.

Reprendre la voiture et continuer la route en direction de Rourebeau. Arrêter la voiture après 1 km, au niveau du lieu-dit Font Lebeau. A pied, prendre la piste qui part à droite au niveau du virage. L'ancienne moraine latérale est matérialisée ici par le relief de Coste Belle. La végétation discontinue permet de voir la moraine avec des blocs de tailles diverses dans une matrice argileuse. En cherchant, on peut y trouver des blocs provenant des hautes vallées du Briançonnais, du Queyras, et des Écrins (voir encadré ci-dessous).

On peut faire le tour de Coste Belle en revenant par la route ou faire demi-tour pour retrouver la voiture.



Illustration 8: La vallée de la Durance et le massif des Écrins vus depuis Upaix (© C. Viallon)

Quelques roches de la vallée de la Durance identifiable dans les moraines glaciaires

Les blocs et galets que l'on retrouve dans les moraines du glacier de la Durance proviennent des formations rocheuses qui affleurent dans les hautes vallées situées en amont. Certaines de ces roches sont assez facilement identifiables.

C'est le cas des blocs provenant des formations présentes dans les hautes vallées du **Queyras** et de l'**Ubaye** qui sont issues d'un fond océanique aujourd'hui disparu et qui ont été portées en surface et lors de la formation des reliefs alpins. Ce sont des serpentinites, des métagabbros et des metabasaltes.



Illustration 9: Serpentinite : roche verte sombre à noire. La serpentinite est une roche du manteau terrestre métamorphosée en présence d'eau. Le stylo indique l'échelle (© C. Viallon)

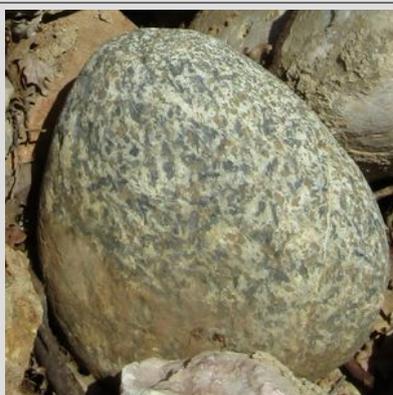


Illustration 10: Métagabbro : roche principalement composée de minéraux blanchâtres et bleus sombres. C'est une roche magmatique métamorphosée à haute pression (© C. Viallon)

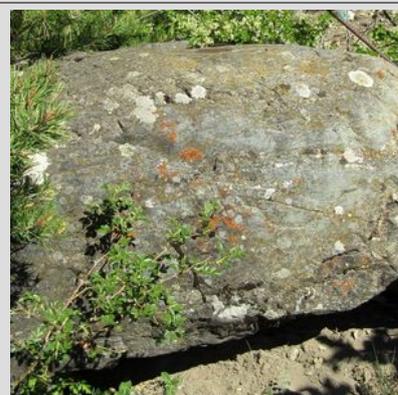


Illustration 11: Métabasalte : roche gris-bleutée aux minéraux trop petits pour être visibles à l'oeil nu. C'est un basalte, donc d'origine volcanique, métamorphosée à haute pression (© C. Viallon)

Les formations rocheuses du massif des **Écrins** se sont formées, pour la plupart, il y a 300 millions d'années ou plus. Certaines sont assez facilement identifiables. Ces sont les granites et les gneiss.

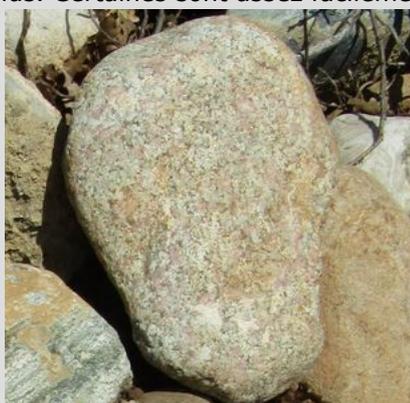


Illustration 12: Granite : roche magmatique composée principalement de quartz (blanc), et de deux feldspaths l'un rose et l'autre verdâtre (© C. Viallon)



Illustration 13: Gneiss : roche métamorphique composée de lits de minéraux clairs alternants avec des lits de minéraux sombres. La clé donne l'échelle (© C. Viallon)

On peut également trouver dans les moraines des blocs provenant du Briançonnais tels que des quartzites gris clairs à beige, des conglomérats rougeâtres ou des calcaires roses, ou encore des blocs provenant de l'Embrunais tels que des grès et des calcaires gris.

Théus

La randonnée permet de parcourir le célèbre site de la salle de bal des demoiselles coiffées. C'est un excellent exemple de vallon comblé par la moraine glaciaire et d'érosion de celle-ci par les eaux de ruissellement. Les demoiselles coiffées y sont très nombreuses.

Les caractéristiques de la promenade/randonnée

Type	Randonnée
Durée	4h00
Dénivelé positif	450 m
Période	Été, automne
Remarque	A éviter en cas de risque d'orage

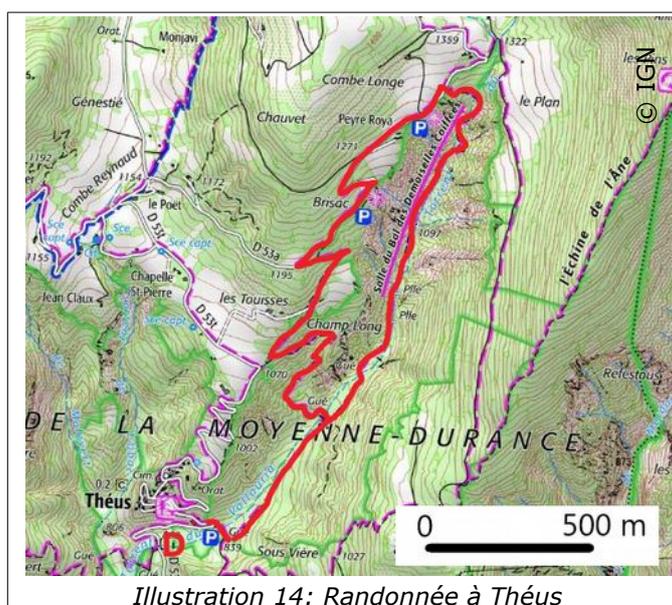


Illustration 14: Randonnée à Théus

Accès

De Upaix à Théus : 40 km, environ 40 min.

Depuis Upaix, rejoindre Rourebeau et tourner à gauche pour prendre un peu plus loin la route D1085 en direction de Gap. Après un rond point et à l'approche de l'aéroport de Gap-Tallard, prendre à droite en direction de Tallard et Barcelonnette. Faire un arrêt juste après cette bifurcation, par exemple, sur le parking du collège (coordonnées GPS : latitude 44,4553N , longitude 6,0463E).

Bref arrêt pour le panorama

On est à la confluence de deux vallons : à droite, la vallée de la Durance que nous allons emprunter et à gauche le vallon de la Rousine qu'emprunte la route nationale 85 pour rejoindre Gap. Il y a 25 000 ans, le glacier de la Durance, divisé en deux branches, passait au Nord et au Sud de l'ensemble montagneux appelé dôme de Rémollon, qui sépare ces deux vallées. La branche Nord qui passait par Gap et la branche Sud qui passait par la vallée de la Durance actuelle se réunissaient où nous nous trouvons pour reformer une langue glaciaire unique.

Reprendre la route, traverser Tallard et continuer en direction de Barcelonnette (D942 puis

D900b). Après avoir traversé le village de Rémollon, prendre à gauche direction Théus. A la troisième épingle à cheveux, arrêter la voiture au parking (coordonnées GPS : latitude 44.4754N , longitude 6.1907E).

Description

Le site de Théus présente un intérêt au titre de l'histoire glaciaire de la région mais aussi du point de vue des problèmes de crue et d'érosion qui affectent une grande partie du département des Hautes-Alpes.

Prendre le sentier qui traverse le torrent et monter le long de la rive opposée. Le sentier est balisé par des marques jaunes.

L'aménagement du torrent est remarquable. De nombreux ouvrages maçonnés en tapissent le lit. Ils servent à réduire autant que possible l'ampleur des crues et tout spécialement à réduire la quantité de matière solide mobilisée lors de celles-ci afin de réduire les dommages à l'aval. Les moraines sont des formations géologiques meubles et les éléments fins à moyens, et parfois gros, sont facilement emportés par les eaux de ruissellement et les torrents. Les orages produisent souvent des précipitations importantes en un court espace de temps. Ils provoquent des crues dans les torrents qui se chargent alors de matériel morainique. Dans les épisodes les plus importants, un flux comportant autant de matière solide que d'eau se forme et prend l'apparence d'une lave d'où le nom de lave torrentielle qui a été donné à ce phénomène. La puissance des laves torrentielles est considérable et les dégâts peuvent être très importants. Un service spécialisé de l'ONF, le RTM (Restauration des Terrains de Montagne) est en charge des aménagements nécessaires à la prévention de ce risque.

Après avoir remonté le sentier rive gauche sur 500 m, celui-ci se sépare en deux. Prendre la branche de droite. Il est souhaitable de ne pas sortir du sentier pour éviter l'érosion des terrains. On se trouve rapidement au cœur du site des demoiselles coiffées. Tout le vallon est rempli par la moraine dont l'épaisseur est de l'ordre de 250 à 300 m.

On peut remarquer la nature de la moraine glaciaire : des éléments de toutes tailles, plus ou moins anguleux, depuis des blocs de plusieurs m³ jusqu'aux grains de sable emballés dans une fine matrice d'argile. Il n'y a pas de stratification.

L'érosion de la moraine produit les étonnantes formes des demoiselles coiffées. Elles sont particulièrement nombreuses et variées dans ce vallon. Les eaux de ruissellement ravinent la moraine, mais les zones situées sous de gros blocs protecteurs sont épargnées. L'érosion dégage ainsi des colonnes chapeautées par ces blocs protecteurs, d'où leur nom de demoiselles coiffées. De plus l'évaporation de l'eau en été au niveau des parois des demoiselles coiffées crée un dépôt minéral qui contribue à indurer les colonnes et donc à leur assurer une certaine résistance à l'érosion.

Poursuivre le sentier jusqu'au fond du vallon et remonter en direction de la route. Prendre la route à gauche pour arriver à un emplacement de pique-nique. Un point de vue surplombant sur le vallon donne un autre aperçu du site. Un panneau touristique montre une photographie du site dans la première moitié du XXe siècle. Par comparaison avec la situation actuelle, on peut voir que les efforts de reboisement pour limiter l'érosion ont été importants. On peut également voir que malgré ces efforts, l'érosion reste active

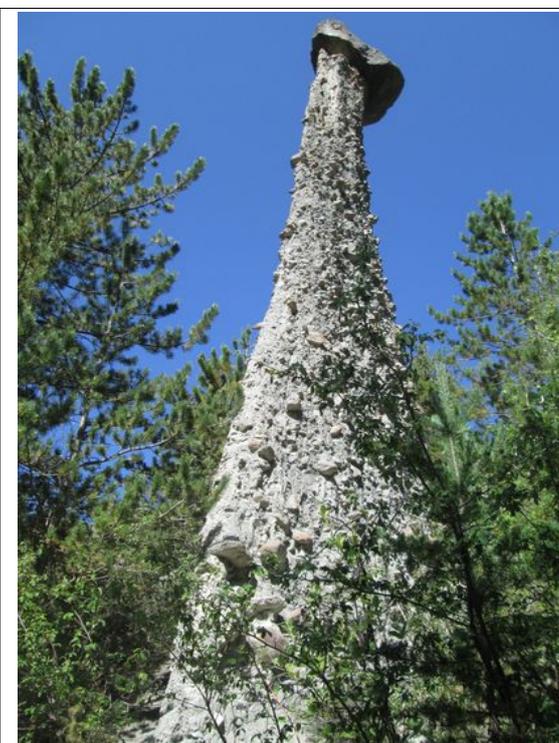


Illustration 15: Une demoiselle coiffée à Théus (© C. Viallon)

et que la topographie du site continue d'évoluer.

Descendre la route. 850 m plus loin, reprendre le sentier balisé sur la gauche. Après une descente rapide, on retrouve le fond du vallon et le sentier de montée.

Redescendre au parking.

Pontis

La promenade sur le sentier des demoiselles coiffées de Pontis (parfois désigné sous le nom « demoiselles coiffées du Sauze », le site est à cheval sur les deux communes) permet de voir de près l'ancienne moraine latérale du glacier de la Durance et des demoiselles coiffées remarquables.

Les caractéristiques de la promenade/randonnée

Type	Promenade en aller-retour
Durée	35 min
Dénivelé positif	90 m
Période	Fin du printemps, été, automne

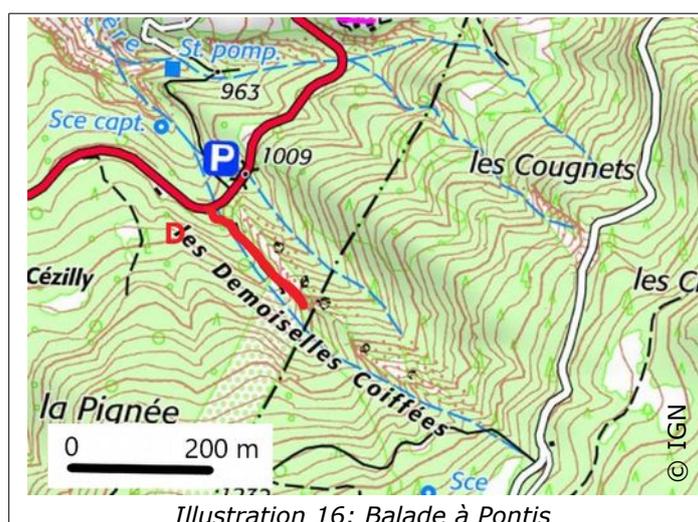


Illustration 16: Balade à Pontis

Accès

De Théus à Pontis : 50km, environ 50 min.

De Théus, rejoindre la route D900b en direction de Barcelonnette. A la sortie du village d'Espinasse, prendre la direction de Chorges (D3). On passe à proximité du barrage de Serre-Ponçon dont on peut admirer les dimensions imposantes de la digue. 1,8 km après le tunnel de Rocher Chabrand, faire un arrêt dans la longue ligne droite montante pour profiter du panorama (coordonnées GPS : latitude 44.5017N , longitude 6.2850E).

Bref arrêt pour le panorama

Le lac de Serre-Ponçon s'étend devant nous avec ses deux branches, l'une, à gauche, dans la vallée de la Durance, l'autre à droite, dans la vallée de l'Ubaye. Nous sommes à l'extrémité Est du dôme de Rémollon, relief bien marqué séparant la dépression de Gap de la vallée de la Durance et culminant au mont Colombis à 1734 m. Ici, il y a 25 000 ans, le glacier de la Durance se scindait en deux flux de glace. Le flux le plus importante empruntait la dépression de Gap et contournait le dôme de Rémollon par le Nord. L'autre flux empruntait la vallée de la Durance et contournait le dôme par le Sud. L'essentiel de la masse de glace provenant de la vallée de la Durance empruntait la branche Nord par Gap, alors que la glace provenant de la vallée de l'Ubaye et une partie de la glace provenant de la Durance passait par la branche Sud. Les deux branches se réunissaient à nouveau à l'aval au niveau de l'aérodrome de Tallard.

Reprendre la voiture et poursuivre la route en direction de Chorges. Avant Chorges, prendre à droite direction Embrun et Briançon (N94). A l'entrée de Savines-le-Lac, prendre à droite en direction de Barcelonnette (D954). Environ 6 km après Savines, garer la voiture sur l'un des parkings au départ du sentier (coordonnées GPS : latitude 44.4944N , longitude 6.3415E).

Description

Emprunter le sentier qui part au creux du virage de la route et qui monte le long du léger relief sur lequel se sont formées les demoiselles coiffées. Le parcours est un aller-retour. Ne pas sortir du sentier pour éviter de favoriser l'érosion.

On est ici en présence d'une moraine latérale du glacier de la Durance avec des éléments de toutes tailles dans une matrice argileuse et une absence de stratification.

Un bloc de plusieurs m³ situé au bord du sentier montre des stries résultant du frottement lors du transport par le glacier.

Les demoiselles coiffées se forment et sont détruites sous l'effet de l'érosion. Des panneaux touristiques expliquent leur formation. Des photographies anciennes montrent l'évolution des demoiselles coiffées avec le temps.

La moraine a été déposée sur le bord du glacier au cours du Würm. Cette formation est largement présente tout le long de la vallée. On la retrouve jusqu'à une altitude de 1700 m. Le fond de la vallée ayant une altitude de près de 800m, l'épaisseur de glace lors du maximum d'englacement était donc d'environ 900m.

Revenir au parking par le même chemin.



Illustration 17: Les demoiselles coiffées de Pontis (© C. Viallon)

Châteauroux-les-Alpes

La terrasse de Châteauroux est un excellent exemple de terrasse fluvio-glaciaire.

Les caractéristiques de la promenade/randonnée

Type	Petite randonnée
Durée	1h30
Dénivelé positif	200 m
Période	Printemps, été, automne

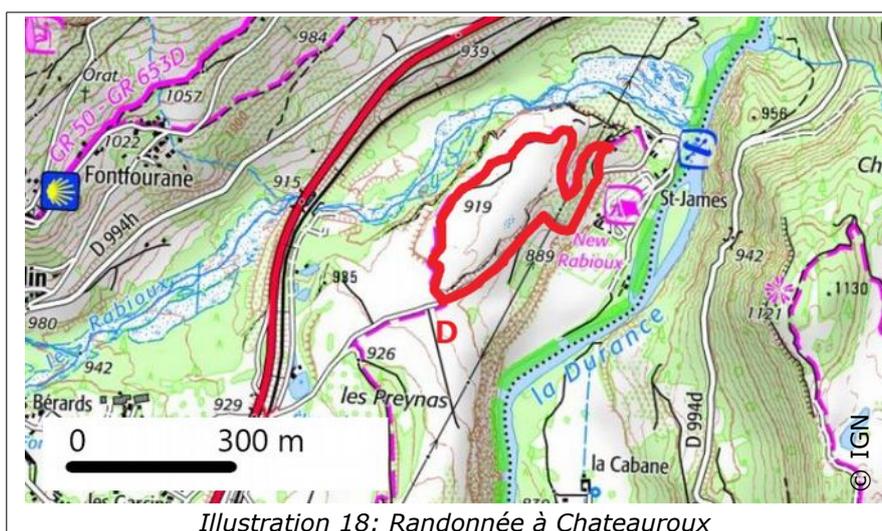


Illustration 18: Randonnée à Chateauroux

Accès

De Pontis à Chateauroux : 25km, environ 25min.

Revenir à Savines-le-Lac et prendre la direction de Briançon (N94). 7 km après Savines, au Rond-Point, prendre à droite direction Les Orres pour stationner quelques instants sur le parking dont l'entrée se situe à 50 m (coordonnées GPS : latitude 44.5473N , longitude 6.4854E).

Bref arrêt pour le panorama

De ce parking on peut voir la terrasse sur laquelle est construite la petite ville d'Embrun. Il s'agit d'une terrasse fluvio-glaciaire formée de matériaux morainiques remaniés et partiellement indurés par les eaux issus du glacier de la Durance lors d'un épisode de décrue glaciaire. C'est le prolongement de cette terrasse que nous allons voir de plus près à Châteauroux.

Reprendre la voiture et continuer la route en direction de Briançon. Au rond-point suivant continuer en direction de Briançon. 3 km après ce dernier rond-point, prendre à droite direction Châteauroux-les-Alpes, et tout de suite après, prendre à gauche en direction de la chapelle St James et du centre nautique du Rabioux. Tourner à droite au niveau d'une pisciculture toujours en direction de la chapelle St James et du centre nautique du Rabioux. 500 m après la pisciculture, arrêter la voiture au niveau du départ d'une piste sur la gauche au lieu-dit Plateau d'Herbonne (coordonnées GPS : latitude 44.6178N , longitude 6.5388E).

Description

Prendre la piste à gauche en direction de la Chapelle St James. La terrasse fluvio-glaciaire sur

laquelle nous nous trouvons s'est formée lors d'un épisode de recul glaciaire au cours du Würm. Le glacier n'occupait plus la vallée à cet endroit ou seulement un espace réduit coté Sud. Le torrent issu du glacier transportait lors des crues du printemps des matériaux provenant de la moraine du glacier. Ces matériaux étaient rapidement déposés dès que la pente diminuait ou dès que la crue faiblissait. Ces dépôts ont été plus ou moins indurés avec le temps par la circulation d'eau interstitielle qui a induit une précipitation de calcite.

Au niveau du premier virage, une balme, petit creux dans la terrasse, permet d'avoir une coupe du terrain. On remarque comme dans la moraine des blocs de toutes tailles mais ici plus arrondis. De plus, par endroit, on observe une stratification avec des lits composés d'éléments fins et des lits de blocs plus grossiers. Blocs arrondis et stratification sont des indications de dépôt en présence d'eau.

Comme dans les moraines visitées précédemment, on observe des blocs provenant des diverses formations géologiques situées plus en amont.

Aller jusqu'à la chapelle. Elle est construite sur le soubassement rocheux de la terrasse fluvio-glaciaire. L'épaisseur de la terrasse est de l'ordre de 80m.

On peut remarquer que le lit de la Durance est situé en dessous de la base de la terrasse. A cet endroit, la Durance a donc creusé la vallée depuis la formation de la terrasse.

La formation de la terrasse fluvio-glaciaire de Châteauroux ne marque pas la fin de la présence du glacier de la Durance au niveau de Châteauroux. En effet, au dessus de la terrasse, se trouve des restes de moraines glaciaires et deux gros blocs erratiques. Les cordons morainiques ne sont pas très démonstratifs et les blocs erratiques sont peu accessibles aussi il n'est pas proposé d'aller à leur rencontre. Mais la présence de ces éléments indique que le glacier, après la phase de retrait durant laquelle la terrasse a été édifiée, s'est étendu à nouveau jusque plus en aval que Châteauroux. Ce constat montre que les limites de la zone englacée ont varié de manière importante au cours du Würm.

La terrasse de Châteauroux est le lieu d'une végétation spécifique appelée steppe durancienne. Cette végétation essentiellement composée de plantes herbacées supportant la sécheresse estivale et le froid hivernal est liée à une activité pastorale extensive. Elle est présente dans la vallée de la Haute-Durance de Chorges à l'Argentière, et abrite un écosystème complexe avec une importante biodiversité végétale et animale. A Châteauroux, on y trouve en particulier l'hysope, belle plante à fleurs bleues de nom scientifique *Hyssopus officinalis* (cf. illustration 26), qui peut être utilisée pour faire des liqueurs ou parfumer des vins apéritifs.

Revenir par la route afin de profiter des quelques affleurements qui la bordent et où les matériaux de la terrasse sont également visibles.



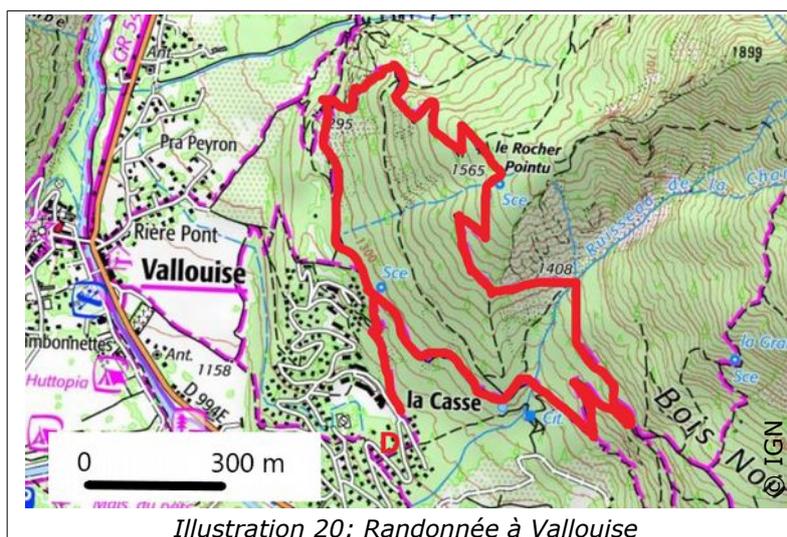
Illustration 19: La terrasse de Chateauroux : stratification avec gros blocs à la base et niveau plus fin au dessus (© C. Viallon)

Vallouise

Une randonnée facile permet de monter sur les hauteurs de Vallouise, d'avoir une vue intéressante sur la vallée et de voir quelques blocs erratiques.

Les caractéristiques de la promenade/randonnée

Type	Randonnée
Durée	4h00
Dénivelé positif	360 m
Période	Été, automne



Accès

De Châteauroux à Vallouise : 35km, environ 40min.

Du lieu-dit plateau d'Herbonne, rejoindre la RN94 et la suivre en direction de Briançon. Deux km plus loin, un arrêt sur une aire de parking permet d'avoir un autre regard sur la terrasse de Châteauroux (coordonnées GPS : 44,6256N, 6,5432E).

Bref arrêt pour le panorama

Le panorama vers l'aval permet d'avoir une vue sur la terrasse de Châteauroux. Un panneau d'information explique la formation de la terrasse.

La Durance et son affluent le Rabioux entament la terrasse fluvio-glaciaire jusqu'à sa base. L'épaisseur de la terrasse est clairement visible. On peut remarquer aussi que la terrasse est seulement présente en rive droite de la Durance. Il est probable que, lors de sa formation, le glacier était encore présent sur le côté opposé de la vallée qui est le côté orienté vers le Nord, donc un peu plus ombragé, permettant ainsi le maintien d'une langue glaciaire. La terrasse aurait alors été formée presque au contact du glacier.

Reprendre la voiture et se diriger dans la direction de Briançon. Environ 1 km avant d'arriver à la Roche de Rame, s'arrêter au niveau de l'ancienne gare ferroviaire où se trouve également une aire de dépôt de blocs de marbres roses de la carrière de Guillestre (coordonnées GPS : latitude 44.7374N, longitude 6.5833E).

Bref arrêt pour le panorama

De l'autre côté de la vallée, on peut voir un ressaut formé de roches moutonnées entaillé par une gorge profonde. C'est le débouché du vallon de Freissinières que l'on devine au-delà du ressaut. Il y a 25 000 ans, ce vallon était largement englacé, mais la base du glacier de Freissinières était plus haute que celle du glacier de la Durance, formant ainsi le ressaut qui est devant nous. Depuis la fin de l'englacement, le torrent a creusé la gorge de raccordement dans le ressaut. On peut remarquer l'opposition entre les formes en U des profils transversaux de la vallée de la Durance et du Vallon de Freissinières (creusés par les glaciers) et la forme en V de la gorge (creusée par le torrent). La différence d'altitude est exploitée par une centrale de production d'hydroélectricité. La conduite forcée amenant l'eau à la centrale est bien visible à droite de la gorge.

Reprendre la route en direction de Briançon. A l'argètière prendre à gauche direction Vallouise. A l'entrée de Vallouise prendre la direction de La Casse sur la droite. Monter par la route dans le lotissement en prenant à droite aux intersections. En haut du lotissement, au lieu-dit la Casse-Haute (rue des Clouzis) se garer sur le parking (coordonnées GPS : latitude 44.8415N , longitude 6.5009E).

Description

Prendre le sentier en direction du Rocher Pointu (balisage jaune).

Le sentier monte dans un éboulis de calcaire gris. Cet éboulis provient de l'érosion actuelle de couches de calcaires situées plus haut dans la pente. Dans cet éboulis on peut toutefois remarquer des blocs d'allures très différentes par leur couleur, leur forme plus émoussée ou par le lichen qui les recouvre. Certains blocs sont formés de cristaux colorés en blanc, rose et vert, ce sont des blocs de granite. D'autres blocs montrent une alternance de fins lits clairs et sombres, ce sont des gneiss. Quelques blocs sont partiellement couverts par un lichen jaune fluo appelé lichen géographique (de nom scientifique *Rhizocarpon geographicum*) qui ne pousse que sur des roches ne contenant pas de calcaire. Ce sont également des blocs de granite, de gneiss ou parfois de quartz. Ces blocs ne proviennent pas d'affleurements qui seraient situés plus haut dans la pente. Ils appartiennent à la moraine glaciaire située sous l'éboulis calcaire. Ils proviennent du massif des Écrins tout proche à l'amont et ont été transportés par le glacier quand celui-ci descendait dans la vallée. L'éboulis calcaire n'est d'ailleurs pas continue et par endroit, on peut voir nettement la moraine avec ces blocs divers dans une matrice argileuse généralement ocre clair.

Plus haut, vers 1350 m, lorsque le sentier coupe la piste forestière, il est possible de d'admirer le paysage. A notre pied, se trouve le village de Vallouise que nous venons de quitter. Au Sud, à notre gauche, la vallée parcourue par le torrent de la Gyronde, descend vers l'Argètière où elle rejoint la Durance. Sur le versant opposé, on peut voir le village et la station de ski de Puy Saint Vincent. Vers l'Ouest, en face, le vallon des Bancs est parcouru par l'Onde. Au fond du vallon, on aperçoit des sommets du massif des Écrins. Au Nord, à notre droite, le vallon du Gyr abrite les hameaux de Pelvoux. Ce vallon mène au pied des plus hauts sommets du massif des Écrins avec, en particulier, la Barre des Écrins qui culmine à 4102 m d'altitude. Nous nous trouvons sur les pentes inférieures du pic de

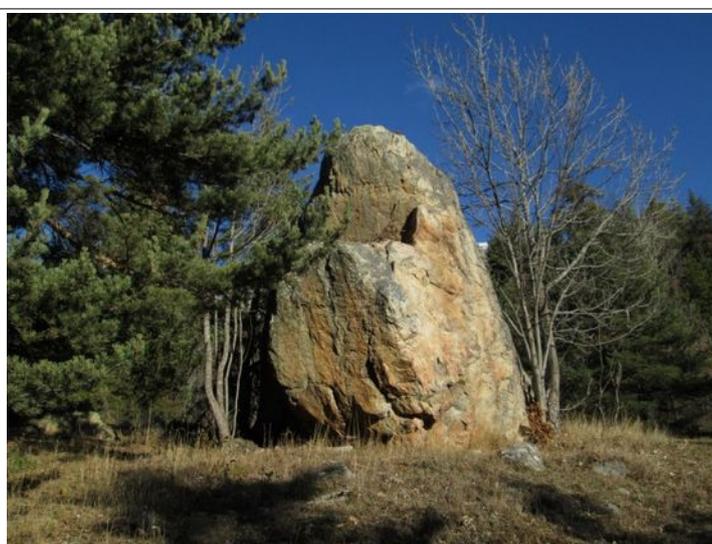


Illustration 21: Le rocher pointu, un bloc erratique provenant du massif des Écrins (© C. Viallon)

Monbrison formé de roches sédimentaires. En face, dans le vallon des Bancs, et à droite dans le vallon de Pelvoux, le massif des Ecrins est formé de roches métamorphiques et granitiques d'où proviennent les blocs de granite, de gneiss et de quartz que nous avons pu identifier en montant. La forme en U des vallons est bien visible. Ils étaient encore récemment occupés par un grand glacier. On estime que la zone de Vallouise n'a été complètement libérée de glace qu'à la fin de la dernière glaciation un peu avant -11 700 ans.

Le sentier mène à un replat à 1573 m d'altitude où trône un grand monolithe pointu de couleur ocre. C'est le Rocher Pointu. Il est principalement composé de quartz. Ce bloc erratique provient du massif des Écrins, et comme les éléments de moraine que nous avons vu précédemment, il a été transporté par le glacier. Il est accompagné de plusieurs autres blocs plus petits de même nature.

Il est possible de redescendre par le sentier emprunté à la montée. Mais il peut être intéressant de prendre la direction du Bois Noir à droite. Le sentier se dirige vers le Sud-Est et traverse les bancs de calcaire gris dont le délitement a produit l'éboulis traversé à la montée. Sur le versant opposé, c'est à dire vers Puy Saint Vincent, on devine deux replats, l'un vers 1200 m d'altitude et désigné sur la carte IGN sous le nom de Champ Clément, l'autre vers 1400 m au niveau du village. Ces deux replats correspondent à deux niveaux d'altitude du glacier dans le passé. La moraine latérale et l'action des torrents ont formé ces terrasses en bordure du glacier.

Après avoir traversé un ruisseau au fond d'un profond talweg, le sentier rejoint une piste forestière que l'on prend à droite. Un peu plus bas, on retrouve un balisage jaune que l'on prend à droite, en suivant la piste forestière. Après avoir retraversé le ruisseau on quitte la piste forestière pour suivre le sentier balisé en direction de Vallouise. On retrouve l'éboulis calcaire gris laissant apparaître par endroit la moraine glaciaire sous-jacente. A la suite d'une traversée descendante, on retrouve le sentier emprunté à l'aller. Prendre à gauche pour retourner au parking.

Le pré de Mme Carle et le glacier Blanc

Le pré de Mme Carle est situé au pied des plus hauts sommets du massif des Écrins : le Pelvoux et la Barre des Écrins. On y découvre un paysage de haute montagne. La randonnée permet d'aller jusqu'au front du glacier Blanc et plus haut jusqu'au replat de l'ancien refuge Tuckett. Les plus courageux pourront poursuivre jusqu'à un point de vue sur le plateau glaciaire situé après le refuge du glacier Blanc.

Les caractéristiques de la promenade/randonnée

Type	Randonnée
Durée aller-retour	4h30 pour un aller jusqu'à l'ancien refuge Tuckett (6h30 pour aller jusqu'au point de vue sur le plateau glaciaire)
Dénivelé positif	500 m (900 m pour aller jusqu'à la vue sur le plateau glaciaire)
Période	Été
Remarque	Le sentier est facile jusqu'au pied du glacier Blanc. Il est un peu plus difficile pour aller jusqu'à l'ancien refuge Tuckett et au-delà. Il est intéressant de se munir de la carte topographique IGN au 1/25000 (carte Meije-Pelvoux) pour identifier les éléments du paysage. Randonnée à éviter en cas de risque d'orage.

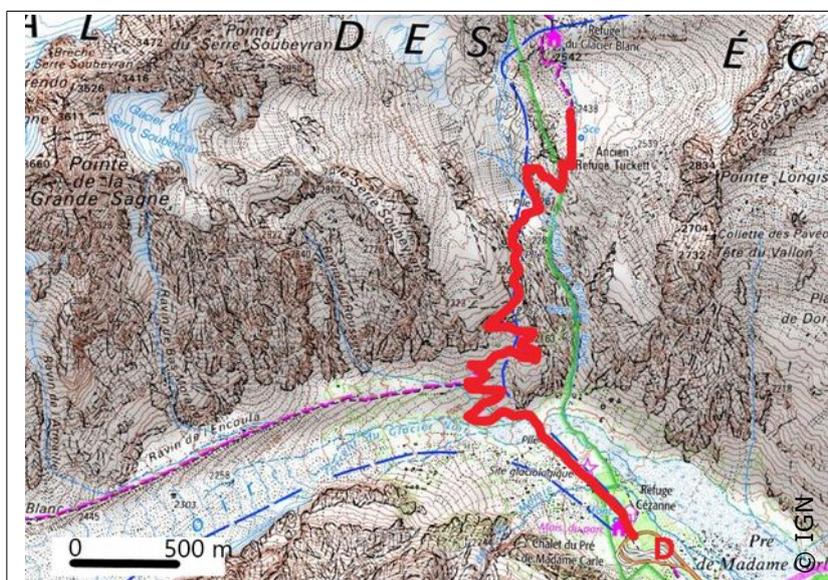


Illustration 22: Randonnée au pré de Mme Carle

Accès

De Vallouise au pré de Mme Carle : 13 km, environ 18 min.

Du lieu-dit la Casse Haute, redescendre à Vallouise. Prendre la direction de Pelvoux et du Pré de Mme Carle. Aller jusqu'au bout de la route au Pré de Mme Carle (coordonnées GPS : latitude 44.9176N, longitude 6.4160E). Le parking est payant en été.

Description

Le pré de Mme Carle est un espace presque plat et caillouteux situé à 1900 m d'altitude, au pied du Pelvoux (3943 m d'altitude) et tout près de la Barre des Ecrins (4102 m d'altitude). Les

torrents descendant du glacier Noir (à l'Ouest) et du glacier Blanc (au Nord) s'y réunissent pour former le torrent de Saint Pierre qui descend la vallée vers les villages de Pelvoux et de Vallouise par où nous sommes passés en voiture.

Du parking prendre le sentier en direction du glacier Noir et du glacier Blanc. Le site est très fréquenté en été, aussi, pour ne pas contribuer à l'érosion et ne pas altérer une végétation fragile, il est souhaitable de ne pas sortir du sentier.

S'arrêter juste avant la passerelle permettant le passage du torrent pour faire connaissance avec le paysage. Le torrent qui est devant nous descend du glacier Noir. Ce glacier, pas encore visible de l'endroit où nous nous trouvons, est situé dans le vallon à notre gauche au pied de la Barre des Écrins, très grande barre rocheuse limitant le vallon au Nord, du Fifre, beau sommet pointu que l'on aperçoit au fond, et du pic Coolidge qui porte une pente neigeuse un peu plus à gauche.



Illustration 23: Le glacier Blanc et le Glacier Noir en 1853, gravure de Léon Sabatier (© ADAH)

Un torrent descend une gorge incisée dans la paroi qui se trouve légèrement à notre droite et rejoint le torrent du glacier Noir un peu plus d'une centaine de mètres à l'aval du point où nous nous trouvons. Il est issu du glacier Blanc qui se trouve au dessus des barres rocheuses qui nous font face.

Une gravure de Léon Sabatier datant de 1853 montre l'état des glaciers à cette époque. On y voit le glacier Noir et le glacier Blanc descendre jusqu'au pré de Mme Carle et s'y réunir à l'endroit où nous nous trouvons. Le volume des glaciers a été considérablement réduit en seulement 170 ans.

Monter par le sentier en direction du glacier Blanc. Laisser à votre gauche le sentier qui se dirige vers le glacier Noir et continuer en direction du glacier Blanc.

Vers l'altitude de 2120 m, faire un arrêt à un endroit où le panorama est bien dégagé en direction du pré de Mme Carle et du glacier Noir.

Le glacier Noir est presque entièrement recouvert d'une moraine de telle sorte que la glace est difficilement visible. On la devine cependant sous la moraine au creux du vallon

et elle apparaît assez nettement au front du glacier. La moraine latérale gauche (à gauche dans le sens d'écoulement du glacier), est très bien marquée. Elle est soulignée par le sentier qui empreinte sa crête. Sur la droite (toujours relativement au sens d'écoulement) la moraine n'est présente que dans la partie la plus en aval, plus en amont, le glacier est collé contre la paroi rocheuse du Pelvoux. Ces moraines datent du petit âge glaciaire. Le glacier étant plus bas que les moraines, on visualise ici aussi le volume de glace perdu depuis le 19^e siècle. La position du glacier est remarquable, il n'occupe pas la totalité du fond du vallon mais seulement les deux-tiers du côté Sud. C'est une disposition classique. En effet, du côté Sud, à l'abri des parois Nord des sommets, le glacier est d'avantage protégé du rayonnement solaire que du côté opposé. On devine les deux bassins d'accumulation de la glace : l'un au pied de la Barre des Ecrins, du Fifre et du pic Coolidge, l'autre plus au Sud, que l'on ne voit pas mais que l'on déduit de la présence de la langue glaciaire qui passe entre le Pelvoux et le Coolidge. Ce deuxième bassin d'alimentation est situé dans le vallon dominé par les faces Nord du Pelvoux, du Pic Sans Nom et de l'Ailefroide. Depuis quelques années, la fonte du glacier est telle que la langue glaciaire provenant du bassin d'alimentation Sud (Pelvoux-Pic-Sans-Nom-Ailefroide) ne touche plus celle qui provient du bassin Nord (Écrins-Fifre-Coolidge). Le glacier est en train de se couper en deux.

La vue sur le pré de Mme Carle est également intéressante. On y voit le torrent serpenter sur ce large espace presque plat qui contraste avec les pentes raides alentour. Il résulte du comblement d'un surcreusement réalisé par le glacier à l'amont d'une zone rocheuse dure que l'on devine au bout de cet espace à l'endroit où le vallon est plus étroit.

Continuer à monter en direction du glacier Blanc. Après un dernier virage, vers 2250 m d'altitude, le sentier, moins pentu, prend la direction Nord. On passe alors sur de belles roches moutonnées. On peut y admirer le polissage de la roche réalisé par le glacier lors du petit âge glaciaire. Dans de nombreux endroits, on peut aussi admirer les stries laissées par le frottements de blocs enchâssés dans la glace.

On arrive ensuite au pied du glacier Blanc. Ce glacier prend naissance dans la face Nord de la Barre des Écrins. Puis après un virage à 90° il prend la direction de l'Est. Il descend alors un long plateau en pente douce sur 3 km avant de tourner à nouveau pour prendre la direction Sud. Il mesure en tout près

de 5,5 km de longueur avec une largeur maximale de 850 m et profondeur maximale de près de 250 m. Nos n'en voyons ici que la partie tout à fait terminale.



Illustration 24: Le glacier Noir (© C. Viallon)

Le front du glacier recule globalement depuis le milieu du 19^e siècle. Mais il recule de plus en plus rapidement depuis les années 1990 à la suite à une petite avancée lors des années 1980.

A la différence du glacier Noir, le glacier Blanc n'est pas surplombé par d'imposantes parois rocheuses, sauf localement, de sorte qu'il n'a pas une moraine importante.

Traverser le torrent et suivre le sentier en direction du refuge du glacier Blanc. Vers 2350 m d'altitude la vue est bien dégagée vers la vallée.

C'est l'occasion de remarquer l'opposition entre, d'une part, les roches moutonnées aux formes rondes auprès de nous et d'autre part, les reliefs aigus, aux arêtes tranchantes du Pic de la Grande Sagne au dessus du glacier Blanc ou du Pelvoux, du Pic Sans Nom et de l'Ailefroide de l'autre coté du glacier Noir. Cette opposition d'aspect est le reflet de processus d'érosions différents. Les roches moutonnées ont été usées par le passage de la glace dans laquelle les argiles et les grains de sables ont poli la roche. Les sommets n'ont pas subi le passage du glacier, mais ils subissent chaque nuit d'été et chaque hiver le gel de l'eau située dans les anfractuosités de la roche, la glace qui se forme a un volume plus important que l'eau et fracture les blocs rocheux en formant des angles aigus. Cette différence d'aspect permet de visualiser très approximativement l'altitude de la hauteur de la glace au maximum de l'englacement. Cette limite se situe entre 2800 et 3000 m d'altitude. Donc le pré de Mme Carle était sous environ 1000 m de glace lors du dernier maximum glaciaire, il y a 25 000 ans.

Poursuivre le sentier pour atteindre la zone humide aux environs de l'ancien refuge Tuckett vers 2430 m d'altitude. On remarque à notre gauche de faibles reliefs composés d'argiles et de blocs rocheux. C'est une moraine du glacier Blanc datant de la fin du petit âge glaciaire.

Bien visible de l'autre coté du glacier Blanc, le petit glacier du Serre Subiran est accroché aux pentes des pics de la Grande Sagne et de la Petite Sagne. On identifie également des moraines de part et d'autre de ce glacier. Ici aussi, on mesure la perte de volume du glacier depuis le dépôt de ces moraines. Il est très probable que ce petit glacier aura complètement disparu dans les toutes prochaines années.

Plus à gauche, en arrière plan, au fond du vallon du glacier Noir, on aperçoit le petit glacier de la face Nord de l'Ailefroide. C'est un très bel exemple de glacier suspendu, c'est ainsi que l'on désigne les glaciers accrochés à une paroi de haute altitude et qui ne sont pas jointifs au glacier situé au fond du vallon. Ces glaciers suspendus sont le plus souvent présent dans des faces

orientées au Nord, donc bien froides.

Le glacier Blanc et le réchauffement climatique actuel

Des mesures annuelles de l'évolution du volume du glacier sont réalisées chaque année par les gardes-moniteurs du Parc National de Écrins et l'INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement). Ces résultats contribuent au suivi du changement climatique en cours au niveau mondial.

Le front du glacier recule en moyenne de plusieurs dizaines de mètres par an (1144 m depuis 1986).

La perte moyenne de volume du glacier Blanc correspond à une diminution de 80 cm d'épaisseur par an, mais elle a tendance à croître ces dernières années et elle varie beaucoup d'une année à la suivante. Ainsi en 2020 (de l'automne 2019 à l'automne 2020) le glacier a perdu seulement l'équivalent d'une trentaine de centimètre d'épaisseur. Mais en 2019 (de l'automne 2018 à l'automne 2019) le glacier avait perdu deux mètres d'épaisseur.



Illustration 25: Bilan de masse du glacier Blanc de 2000 à 2019 exprimé en cm d'eau (© Parc National de Ecrins)

Les projections pour le futur tendent à montrer que si le réchauffement moyen de la surface de la Terre atteignait 4°C ou plus, comme c'est le cas dans certains scénarios décrits par le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat), le glacier Blanc pourrait avoir complètement ou presque complètement disparu à la fin de ce siècle.

Le Parc National des Écrins mène également une étude, en partenariat avec des laboratoires scientifiques, sur l'espace récemment libéré par le glacier, appelé marge glaciaire. L'objectif est de suivre et de comprendre la colonisation par les êtres vivants, végétaux et animaux, de cet espace qui était vierge de toute vie lorsqu'il était encore recouvert par le glacier.

En bordure des ruisseaux et à proximité, on peut observer la végétation typique d'une zone humide de haute montagne. Les mousses et hépatiques sont courantes, ainsi que quelques plantes à fleurs comme le saxifrage étoilé (cf. illustration 27) et le saxifrage faux orpin (cf. illustration 28). On aura également plaisir à observer les déambulations des marmottes et le vol des chocards (cf. illustration 30), corvidés noirs, à bec jaune et pieds rouges. En dehors de la période d'affluence du milieu de l'été, et avec un peu de chance, un groupe de chamois peut être observé dans les moraines ou les pentes neigeuses.

Fonte des glaciers et activités humaines

La fonte de plus en plus rapide des glaciers a des conséquences pour les activités humaines.

Les glaciers participent au maintien d'un certain niveau d'eau dans les rivières en été en stockant les précipitations de l'hiver et en libérant de l'eau au cours de l'été. La réduction de la taille des glaciers pourrait conduire à des pénuries d'eau dans les vallées à l'avenir avec des conséquences très importantes pour l'agriculture.

La réduction de la taille des glaciers induit aussi de nouveaux risques naturels. La fonte peut générer l'apparition d'un lac pro-glaciaire (entre le glacier et la moraine) ou sous-glaciaire (une poche d'eau sous le glacier). Une rupture de la digue naturelle (moraine ou glace) d'un tel lac produirait une coulée de boue capable de détruire des infrastructures et des zones habitées situées à l'aval. La réduction de taille des glaciers déstabilise les moraines et parois des vallons qui étaient précédemment sous la pression de la masse de glace. Il en résulte un risque de glissements de terrains pouvant également affecter des infrastructures.

Il est possible de poursuivre le sentier pour monter au dessus du refuge du glacier Blanc et avoir une vue partielle sur le grand plateau glaciaire. il est également possible, mais seulement à condition de maîtriser les techniques d'alpinisme, de disposer du matériel nécessaire, et éventuellement de prendre les services d'un guide de haute montagne, de se rendre sur le glacier jusqu'au pied de la face Nord de la Barre des Écrins ou même jusqu'au sommet de celle-ci.

Redescendre par le même chemin qu'à la montée.

Au Pré de Mme Carle une petite salle d'exposition du Parc National des Ecrins mérite une visite. A Vallouise, la Maison du Parc National des Ecrins est un lieu d'exposition de projection de films et de conférences sur divers aspects du Parc National : glaciers, géologie, faune, flore, conservation, suivis scientifiques... La maison de la Géologie, située à Puy St André, à proximité de Briançon, mérite également le détour pour son exposition permanente et les conférences qui y sont présentées.



Illustration 26: *Hysope*
(*Hyssopus officinalis*)
(© C. Viallon)



Illustration 27: *Saxifrage étoilé*
(*Saxifraga stellaris*)
(© C. Viallon)



Illustration 28: *Saxifrage faux orpin*
(*Saxifraga azoïdes*)
(© C. Viallon)

Les causes des changements climatiques

Périodes glaciaires et interglaciaires du quaternaire

Nous avons, au cours des randonnées proposées ci-dessus, parcouru des vestiges de la fin de la dernière période glaciaire, appelée Würm et qui s'étend de -115 000 ans à -11 700 ans avant le présent. Mais dès le 19^e siècle les géologues et géographes mettent en évidence l'alternance de plusieurs périodes glaciaires et interglaciaires au cours des deux derniers millions d'années. Deux géographes allemands, Albrecht Penck et Eduard Bruckner, analysent les dépôts fluvio-glaciaires des rivières de Bavière et publient dans les premières années du 20^e siècle un ouvrage dans lequel ils décrivent ces alternances et donnent les noms de rivières de Bavière aux périodes glaciaires. Ainsi, la Würm est une petite rivière bavaroise du bassin du Danube. Ces alternances glaciaires/interglaciaires montrent pour les 800 000 dernières années une périodicité approximative de 100 000 ans.

En 1941, le géophysicien serbe Milutin Milancovitch publie un traité dans lequel il montre que la cause première de ces alternances glaciaires/interglaciaires est d'origine astronomique.

La trajectoire orbitale de la Terre autour du Soleil est une ellipse presque circulaire, mais elle subit une légère variation d'excentricité avec une périodicité principale de 100 000 ans. L'orientation et l'obliquité de l'axe de rotation de la Terre sur elle-même subissent également des variations périodiques. L'ensemble de ces variations ont pour effet de modifier la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre à chaque saison. La quantité globale d'énergie reçue ne change pas, mais la répartition au cours de l'année varie. Ainsi, en fonction de ces paramètres orbitaux, les saisons seront peu marquées, avec des étés frais et des hivers doux ou au contraire très marquées avec des étés chauds et des hivers froids.

Milancovitch montre que, du fait de phénomènes induits, les étés frais et des hivers doux dans l'hémisphère Nord sont favorables à un refroidissement de la surface terrestre et que les étés chauds et des hivers froids sont favorables à un réchauffement. Ainsi, par exemple, lorsque les étés sont frais et les hivers doux dans l'hémisphère Nord, la neige tombée en hiver et qui recouvre le sol de la Sibérie et du Canada ne fond pas totalement en été par manque de chaleur. Or la neige réfléchit bien plus le rayonnement solaire que le sol non couvert de neige de la taïga ou de la toundra, renvoyant ainsi dans l'espace une part significative de l'énergie solaire. La réduction d'énergie solaire reçue du fait de la réflexion par la neige favorise un refroidissement qui favorise la couverture neigeuse, qui elle-même favorise le froid, etc. C'est ce que les climatologues appellent une rétroaction positive : une petite variation est amplifiée par le système. De la même manière, un réchauffement provoque une réduction de la surface enneigée, qui provoque un réchauffement, etc. Ce phénomène qui est bien marqué dans l'hémisphère Nord a une influence nettement moindre dans l'hémisphère Sud où les terres émergées sont moins importantes autour du pôle.

Un autre phénomène intervient également de manière majeure dans l'alternance de périodes froides et chaudes. Le froid est favorable à une réduction de la quantité de dioxyde de carbone (le CO₂) dans l'atmosphère. En particulier, le froid favorise la dissolution du CO₂ dans l'eau, donc dans l'océan, et en conséquence, une réduction de sa quantité dans l'atmosphère. Or, le CO₂ est un gaz à effet de serre : il est transparent au rayonnement solaire mais partiellement opaque au rayonnement infrarouge que la Terre émet en direction de l'espace. Il limite la quantité d'énergie que la Terre renvoie dans l'espace. Donc le froid favorise une diminution du CO₂ dans l'atmosphère, qui favorise un refroidissement, etc. De la même manière, un réchauffement, favorise un accroissement du taux de CO₂ dans l'atmosphère, qui favorise un réchauffement, etc. C'est aussi une rétroaction positive qui favorise l'alternance de périodes froides et chaudes.

Les analyses des carottes de glace qui ont été extraites des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique depuis les années 1970 permettent de déterminer la température moyenne du globe au cours des dernières centaines de milliers d'années. Les résultats confirment et précisent

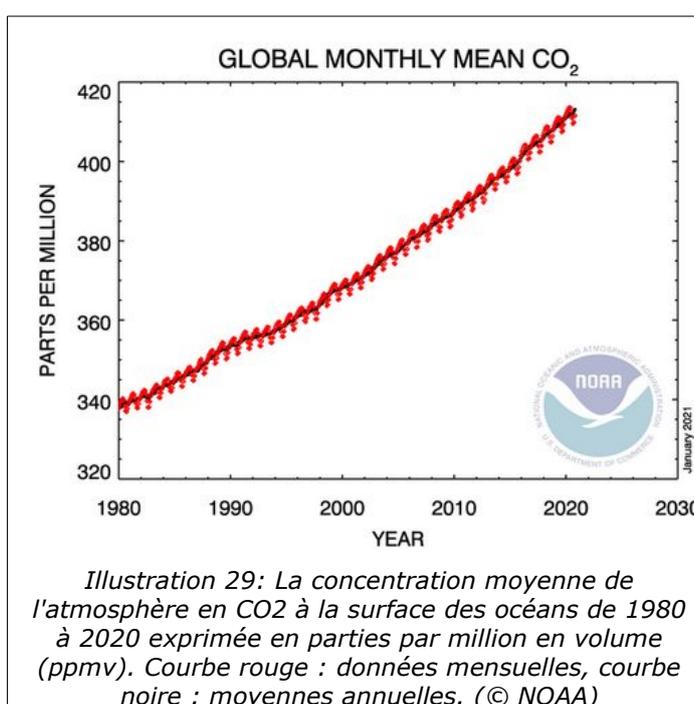
les alternances de périodes froides et chaudes identifiées par les géologues du 19^e siècle et de la première moitié du 20^e siècle. Les carottes de glace donnent également accès à la composition chimique de l'atmosphère au moment de la formation de la glace. De petites bulles d'air atmosphérique sont restées prisonnières de la glace et peuvent être analysées. Les résultats montrent que pendant les périodes froides le taux de CO₂ est faible, de l'ordre de 200 parties par million en volume (ppmv). Inversement pendant les périodes chaudes le taux de CO₂ est plus élevé, de l'ordre de 280 ppmv.

Ces données confirment les causes des changements climatiques des 2,5 derniers millions d'années avec une cause initiale d'origine orbitale largement amplifiée par des rétroactions positives et un rôle majeur joué par la concentration en CO₂ dans l'atmosphère.

Le réchauffement climatique actuel

On peut se demander si le réchauffement climatique actuel est l'effet de cette variabilité climatique que les climatologues ont mis en évidence pour les 2,5 derniers millions d'années ou au contraire s'il est lié aux activités humaines.

C'est Joseph Fourier, mathématicien et physicien français, qui a introduit la notion d'effet de serre (sans toutefois utiliser ce terme) dans son ouvrage de 1824 intitulé *Remarques générales sur les températures du globe et des espaces planétaires*. Le chimiste irlandais John Tyndall réalise dans les années 1860 des mesures précises de l'absorption par les gaz composant l'atmosphère du rayonnement à différentes longueurs d'onde et confirme par des données chiffrées les considérations de Fourier. En 1896, le chimiste suédois Svante Arrhenius, prenant en compte la quantité de CO₂ envoyé dans l'atmosphère par la combustion des énergies fossiles, calcule l'évolution de la température à différentes latitudes avec différents scénarios d'accroissement de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. Précurseur des travaux de modélisations actuels sur le réchauffement climatique, il conclut à un réchauffement moyen de l'ordre de 3°C à 8°C en fonction de la quantité de CO₂ transféré dans l'atmosphère par les activités humaines.



Depuis 1850, environ 250 milliards de tonnes de carbone ont été brûlés lors de l'utilisation des combustibles fossiles. Ce carbone est passé dans l'atmosphère et l'océan sous forme de CO₂. La déforestation et les pratiques agricoles ont également contribué, mais de manière plus limitée, à l'accroissement de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère et l'océan. La concentration en CO₂ de l'atmosphère qui était d'environ 280 ppmv en 1850 est de 411 ppmv en 2020, soit une augmentation de 46 % en 170 ans. Cette concentration n'a jamais été atteinte dans les 2,5 millions d'années qui nous ont précédés.

C'est cette accroissement de la teneur en CO₂ de l'atmosphère, et dans une moindre mesure, l'accroissement de la teneur en d'autres gaz à effet de serre comme le méthane (CH₄) qui est à l'origine du changement climatique actuel.

Les modèles d'évolution du climat pour les années à venir qui sont réalisés par les climatologues du monde entier et synthétisés par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) prévoient un accroissement moyen de la température en 2050 d'environ + 2°C par

rapport à l'ère pré-industrielle et, à la fin du siècle, à un accroissement de température de + 2°C à +8 ° C suivant l'évolution de l'accroissement du taux de CO2 dans l'atmosphère.

Ce changement climatique à venir aura évidemment des conséquences considérables sur les milieux naturels, les espèces vivantes et les sociétés humaines. Ces conséquences seront d'autant plus importantes que l'accroissement de température sera important.



Illustration 30: Chocard à bec jaune sur roche moutonnée
(© C. Viallon)

Conclusion

Quelques promenades et randonnées au long de la vallée de la Durance nous ont permis de voyager dans le temps au cours des quelques dizaines de milliers d'années qui nous ont précédé. Nous nous sommes limité aux aspects purement glaciaires des changements qui s'y sont déroulés. Nous aurions pu aussi nous intéresser aux changements de la végétation et de la faune qui y ont été associés ou encore à des aspects en relation avec les activités humaines.

Nous avons pu constater que loin d'être immobile, la nature évolue en permanence. Nous avons vu également que l'homme est l'un des acteurs de cette évolution. L'espèce humaine agit avec une capacité décuplée depuis un peu plus d'un siècle et demi sur son environnement, faisant évoluer tous les milieux : la biosphère avec la disparition de nombreuses espèces vivantes et la migration de nombreuses autres avec les marchandises et les passagers des vols intercontinentaux, l'hydrosphère avec l'introduction de quantités importantes de plastiques et de métaux dans l'océan, l'atmosphère avec l'accroissement de la concentration en gaz à effet de serre...

La transformation du milieu par une espèce vivante n'est pas l'apanage de l'homme. Les bactéries ont transformé l'atmosphère bien plus que les humains en y introduisant, au cours de l'histoire de la Terre, 20 % d'oxygène alors qu'elle n'en comportait pas initialement. Mais les humains, s'ils veulent assurer autant que possible une Terre vivable à leurs enfants, doivent maintenant penser leur activité dans le cadre de leur environnement c'est à dire du système Terre auquel ils appartiennent. Ce système Terre, résultat de multiples interactions, leur donne l'air qu'ils respirent, l'eau qu'ils boivent, la nourriture qu'ils consomment, les tissus dont ils font leurs vêtements... Il leur donne aussi le bonheur d'assister au spectacle de la nature comme un lever de soleil sur un paysage de montagne, et bien d'autres choses encore.



Illustration 31: Lever de soleil sur la face Nord de la Barre des Ecrins (© C. Viallon)

Pour aller plus loin

Le glacier de la Durance

Voici une courte liste de ressources en relation directe avec le sujet traité ici. Toutes sont disponibles en accès libre sur Internet.

Une synthèse du bilan de masse du glacier Blanc est publiée chaque année dans la rubrique actualité du site internet du Parc National des Ecrins : <https://www.ecrins-parcnational.fr/actualités> .

Une description de la terrasse fluvio-glaciaire de Châteauroux est publiée sur le site « Geol'Ecrins » : <https://geologie.ecrins-parcnational.fr/site-PAC0004> .

Christophe Albert et al., *Les glaciers*, Territoire Ecrins – les cahiers thématiques du Parc National des Écrins, 2005 (<https://www.ecrins-parcnational.fr>).

Étienne Cossart, Didier Boulrès, Régis Braucher, Julien Carcaillet, Monique Fort et Lionel Siame, *L'englacement du haut bassin durancien (Alpes françaises du sud) du Dernier Maximum Glaciaire à l'Holocène : synthèse chronologique*, Géomorphologie, 2011.

Étienne Cossart, Monique Fort, Vincent Jomelli et Delphine Grancher, les variations glaciaires en Haute-Durance (Briançonnais, Hautes-Alpes) depuis la fin du XIXe siècle : mise au point d'après les documents d'archives et la lichénométrie, 2006.

Thierry Rosique, La dernière phase glaciaire de la moyenne Durance (région de Gap à Sisteron) : bilan des recherches, dernières conclusions chronologiques, Méditerranée, tome 102, 2004 (<https://doi.org/10.3406/medit.2004.3336>).

Glaciologie, climatologie et changement climatique actuel

Une multitude de publications traitent des différents aspects de la glaciologie, de la climatologie et du changement climatique actuel. Voici une sélection.

Une synthèse des connaissances en glaciologie et climatologie dans un ouvrage pour tout public : Jean Jouzel, Claude Lorius, Dominique Raynaud, *Planète blanche - Les glaces, le climat et l'environnement*, Odile Jacob, 2004.

La climatologie vue dans une perspective historique : Edouard Brard, *Greenhouse effects and ice ages : historical perspective*, C. R. Géoscience, 336, 2004, pages 603-638 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631071304000975>).

Un ouvrage de climatologie à destination d'un public plus spécialisé : Alain Foucault, *Climatologie et paléoclimatologie*, 2^e édition, Dunod, 2016.

Les publications du GIEC (en anglais) : <https://www.ipcc.ch>. Le 5^e rapport d'évaluation datant de 2014 est disponible : <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Le 6^e rapport d'évaluation sera publié en 2021-2022.