

pour Conseil Départemental Haute-Garonne
Projet de Territoire Garon'Amont (PTGA)
pour la gestion de l'eau



Observatoire des glaciers dans le bassin versant Garon'Amont



Glacier du Seil de la Baque (Perdiguère, 31), 2000 ($S = 13,5$ ha) et 2023 ($S = 5$ ha)

1. Contexte	p1
2. Introduction	p1
3. Les glaciers du bassin versant Garon'Amont	p2
3.1. Localisation	p2
3.2. Glacier de Barroude (neste d'Aure, massif Munia)	p3
3.3. Glacier du Seil de la Baque (Pique, massif Perdiguère) ..	p4
3.4. Glacier d'Arcouzan (Salat, Mont Valier)	p5
3.5. Glacier d'Aneto (Garonne, massif Aneto)	p6
3.6. Glacier des Tempêtes (Garonne, massif Aneto)	p7
4. Synthèse des observations	p8
5. Pour aller plus loin... ..	p9



1. Contexte

Le Conseil départemental de la Haute-Garonne assure le pilotage du projet de territoire pour la gestion de l'eau Garon'Amont (PTGA), qui a pour objectif de mettre en œuvre un programme d'actions en faveur de l'équilibre quantitatif de la ressource en eau et de la préservation des écosystèmes aquatiques, en intégrant les effets du changement climatique.

Dans ce cadre, un plan d'actions de 32 mesures élaborées de façon concertée a fait l'objet d'une validation par l'Etat le 31 mars 2021. Parmi les thématiques d'action figure l'amélioration des connaissances avec notamment la création de plusieurs « observatoires » : zones humides (Action du programme d'actions), débit des sources pyrénéennes (D.1.1) et température des cours d'eau (D.1.2), permettant de suivre et d'évaluer les effets du changement climatique.

Après un premier cycle de 5 années le Conseil départemental souhaite proposer aux différentes parties prenantes du PTGA d'étoffer le programme d'actions initial en l'inscrivant encore d'avantage dans une logique d'anticipation et d'adaptation au changement climatique.

De son côté, l'association Moraine, créée en 2001, a pour objectif d'étudier les principaux glaciers français des Pyrénées et d'en assurer le suivi. Avec plus de 20 années de mesures (longueur, surface, volume ...), portant sur 9 glaciers, l'association dispose d'une longue chronique de données, validées scientifiquement, permettant de documenter précisément la régression des glaciers, dont certains sont localisés sur le périmètre de la Garonne. L'association est largement reconnue par les instances scientifiques et les acteurs locaux (y compris sur le versant espagnol) pour la qualité de son travail.

Même si la fonte progressive des glaciers n'a finalement qu'un impact limité sur l'hydrologie des cours d'eau du bassin Garon'Amont, le suivi de cette dynamique apparaît très pertinent en tant qu'indicateur et symbole visible du changement climatique en cours. C'est d'ailleurs dans cette finalité que les Nations Unies ont désigné l'année 2025 comme année internationale de la préservation des glaciers pour souligner leur importance et les défis urgents posés par leur fonte accélérée.

A ce titre, l'activité de l'association présente un caractère d'intérêt général indéniable. De plus, il existe une forte convergence entre la démarche PTGA, pilotée par le Conseil départemental, et l'action de l'association Moraine tant en ce qui concerne les objectifs (amélioration des connaissances, sensibilisation) que les thématiques en jeu (changement climatique, glaciologie/hydrologique). C'est sur la base de ce double constat qu'il est apparu très pertinent pour le Conseil départemental de soutenir l'activité de l'association et d'engager un partenariat entre les deux parties pour la période 2025-2030. Ce partenariat consistera principalement à développer la communication relative au suivi des glaciers, déjà déployée par l'association Moraine, dans le cadre d'une nouvelle action du PTGA.

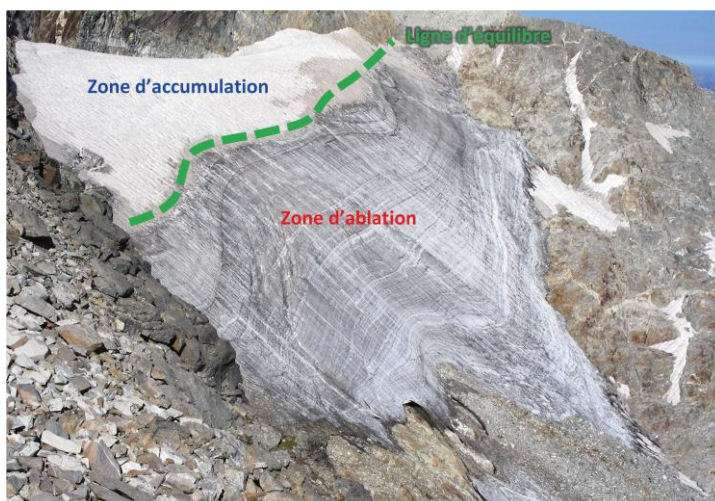
2. Introduction

Un glacier est un stock d'eau solide permanent à l'échelle humaine. Il se renouvelle par l'alternance entre l'accumulation neigeuse hivernale et l'ablation (fonte) estivale. Il diffère la distribution au réseau hydrographique d'une saison à l'autre, mais également sur des temps plus longs (décennies, siècles). C'est le cas lorsque par exemple un réchauffement marqué entraîne la fonte de stock ancien.

Les glaciers sont des réservoirs à ciel ouvert, donc facilement « jaugeables ». De plus le changement de leurs dimensions reflète l'évolution climatique. Ils sont des indicateurs de la ressource en eau, contrainte par le climat.

Dans le temps, un glacier présente une période d'accumulation neigeuse (l'hiver) et une saison d'ablation (l'été).

Dans l'espace, il possède une zone d'accumulation (partie excédentaire) et une zone d'ablation (partie déficitaire). En théorie, pour que le glacier se maintienne, la surface d'accumulation doit représenter 60 % de la surface totale. Ce paramètre est appelé le ratio d'accumulation.



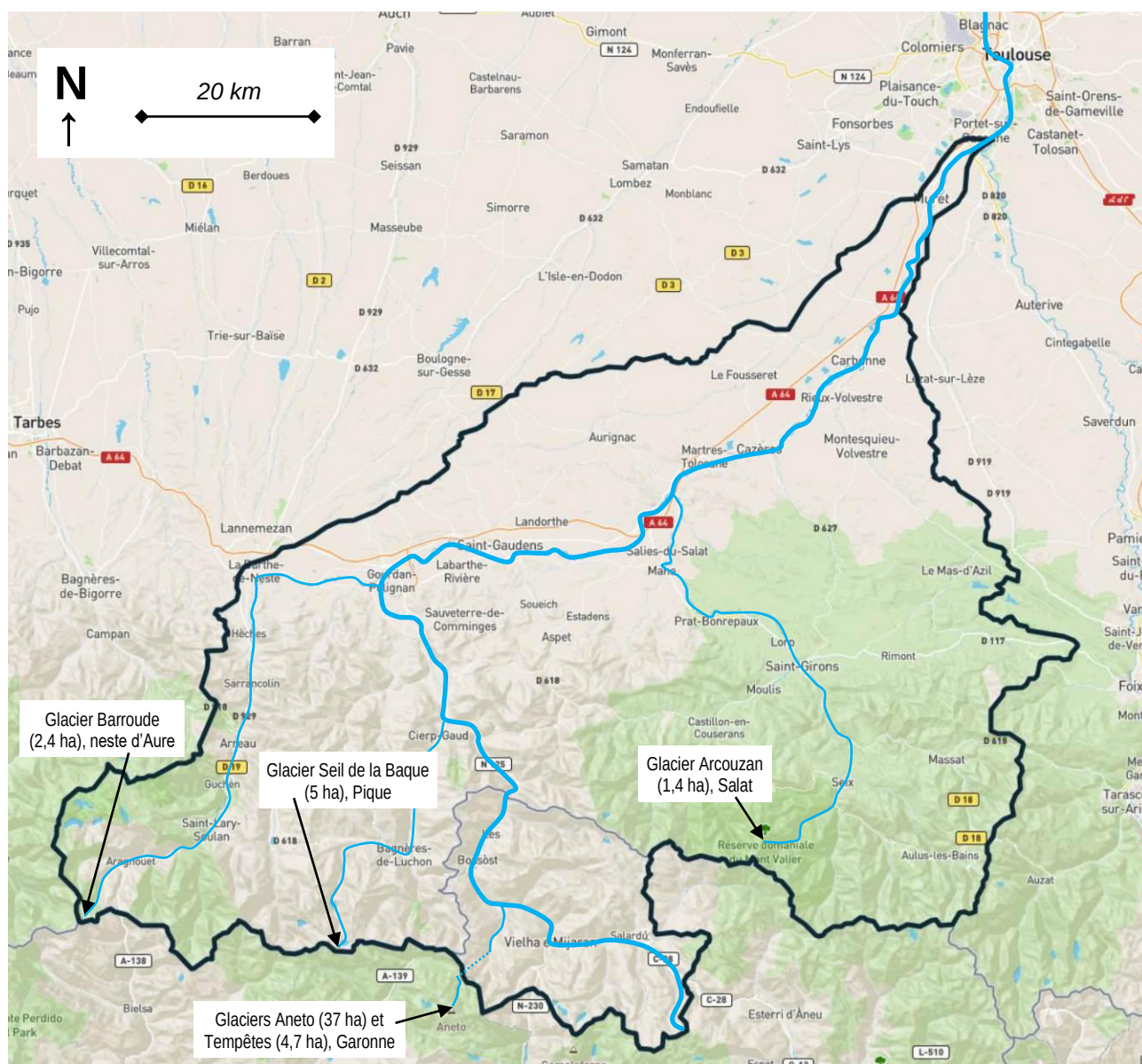
*Glacier du Seil de la Baque (Perdiguère, 31),
06-09-2009, P. René*

Depuis la fin du Petit Age Glaciaire (période, entre 1350 et 1850, favorable à l'embonpoint des glaciers), l'englacement pyrénéen a diminué de 93 %, passant d'une superficie de 23 km² (1850) à 1,7 km² (2023). L'effectif était d'une centaine de glaciers contre dix-sept aujourd'hui. Dans les Pyrénées françaises, les onze derniers survivants totalisent 0,7 km² et se répartissent dans 6 secteurs.

3. Les glaciers du bassin versant Garon'Amont

3.1. Localisation

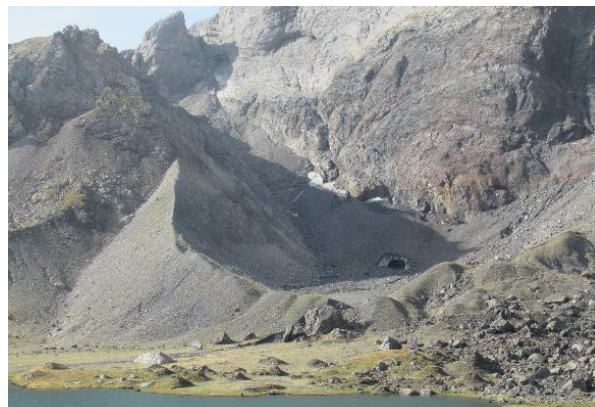
Dans le bassin versant de la Garonne, on ne comptabilise aujourd'hui plus que trois glaciers. Ils sont dans des affluents du fleuve. D'ouest en est, ce sont les glaciers de Barroude (Neste d'Aure), Seil de la Baque (Pique) et Arcouzan (Salat). Mais, il faut ajouter ceux d'Aneto et des Tempêtes qui, par circulation souterraine (bassin versant hydrogéologique), voient leurs eaux de fonte aboutir dans la Garonne. En effet, bien que dans le bassin versant de l'Esera, lui-même dans celui de l'Ebre (Espagne), la perte du *Forau de Aiguallut* transfère les eaux jusqu'à la résurgence d'*Uelh de Joèu* (source de Jupiter) par-delà la ligne de partage des eaux.



Carte de localisation des glaciers présents dans le bassin versant topographique (Barroude, Seil de la Baque, Arcouzan) et hydrogéologique (Aneto, Tempêtes) de Garon'Amont.

3.2. Glacier de Barroude (neste d'Aure, massif de la Munia)

Surfaces : 13 ha (1850) et 2,4 ha (2023)
Altitudes min - max : 2385 m - 2500 m
Exposition : nord-nord-est
Typologie : glacier noir sans crevasse
Substratum : pélite
Habitats périglaciaires : dépôts rocheux meubles ; torrent
Commune : Aragnouet (65)



Glacier de Barroude, 07-09-2023, P. René

L'entrée d'un tunnel, creusé par le passage d'un torrent et agrandi par les circulations d'air, trahit la présence de ce glacier camouflé. Situé dans l'ombre de son imposante moraine latérale, il est totalement recouvert de débris rocheux. C'est un glacier noir et sous la couverture sombre, la glace est tout à fait propre. Elle révèle une stratification illustrant l'alternance des années. Les couches claires correspondent à la neige des hivers compactée par le temps. Les lignes noires sont les étés au cours desquels le vent apporte des poussières. Cette structure esthétique cesse de se constituer puisqu'une couche de roches chapote désormais l'ensemble. Elle a pour effet d'isoler partiellement le glacier de la fonte, mais ne lui permet plus véritablement de s'alimenter.



Dans le tunnel du glacier de Barroude, 07-09-2023, P. René

Les observations du 1 octobre 2025 montrent un glacier d'aspect blanc. C'est la neige de l'hiver 2024 qui a été conservée. Tandis que seul un liseré en limite supérieure correspond à la neige de 2025.



Glacier de Barroude, 01-10-2025, P. René

3.3. Glacier du Seil de Baque (Pique, massif du Perdiguère)

Surfaces : 145 ha (1850) et 5 ha (2023)
Altitudes min - max : 2810 m - 2995 m
Exposition : nord-est
Typologie : glacier blanc avec crevasses
Substratum : diorite quartzite
Habitats périglaciaires : roches polies en place ;
dépôts rocheux meubles ; torrents ; mares
Commune : Oô (31)



Glacier du Seil de la Baque, 07-09-2025, P. René

Autrefois imposant par sa taille avec 145 ha en 1850, il a fourni son nom (« glacier de la vache ») au sommet qui le domine. La silhouette de vache (son dos) est peut-être à chercher dans la ligne de crête au-dessus du glacier.

Aujourd'hui quelques crevasses marginales subsistent encore et prouvent l'existence d'un glissement assorti de déformations cassantes. Ainsi, on qualifie le glacier de « vivant », c'est-à-dire en mouvement gravitaire sous l'effet de sa masse. Mais, sa diminution est flagrante avec plus de 60 % de perte de surface entre 2000 et 2023 (photos première page). La très faible quantité de neige persistante (zone accumulation) le 7 septembre 2025 souligne le déficit de ce glacier.

En 1881, subjugué par l'étendue de cette vaste région de neige et de glace, M. Gourdon écrivait : « Les derniers ressauts de la vallée d'Oô sont chargés de magnifiques glaciers qui n'ont rien à envier à ceux de la Suisse ou du Dauphiné ».



Glacier du Seil de la Baque (Perdiguère), 1882 (M. Gourdon) et 2025 (P. René)

3.4. Glacier d'Arcouzan (Salat, Mont Valier)

Surfaces : 6 ha (1850) et 1,4 ha (2023)

Altitudes min - max : 2340 m - 2500 m

Exposition : est

Typologie : glacier blanc avec crevasses

Substratum : schiste et calcaire

Habitats périglaciaires : roches polies en place ;
dépôts rocheux meubles ; torrent

Commune : Seix (09)



Glacier d'Arcouzan, 17-10-2023, P. René

Cet unique glacier ariégeois est remarquable. Il est le plus petit des Pyrénées, mais c'est celui qui conserve le plus de signes de vivacité : de nombreuses crevasses transversales et une couverture neigeuse souvent persistante en été. Même s'il diminue, c'est dans des proportions moindres que ses congénères. Son environnement topographique est optimal pour à la fois lui fournir de bons cumuls de neige en hiver et une protection solaire efficace durant l'été.



*Glacier d'Arcouzan depuis le Mont Valier,
07-09-2025, F. Pinchon*

Son accès particulièrement long et délicat (« Pour parvenir au glacier du Valier, il faut avoir abdiqué toute crainte de la mort. » J-P. Pagès, 1808) n'a pas empêché le Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises, épaulé par les géomètres-experts de Foix, de lancer en 2011 un suivi de ses mensurations. Sur une période de 12 ans (2011-2023), il a perdu en moyenne 6,7 m d'épaisseur contre 28,3 m pour le glacier d'Ossoue (Vignemale), soit quatre fois moins !



Glacier d'Arcouzan (Mont Valier), 1947 (M. Blazy) et 2023 (P. René)

3.5. Glacier d'Aneto (Garonne, massif d'Aneto)

Surfaces : 258 ha (1850) et 37 ha (2023)
Altitudes min - max : 3000 m - 3270 m
Exposition : nord-est
Typologie : glacier blanc avec crevasses
Substratum : granodiorite
Habitats périglaciaires : roches polies en place ; torrent ; mares
Commune : Benasque (Aragon)



Glacier d'Aneto, 10-09-2025, P. René

Sous le plus haut sommet pyrénéen se trouve le plus grand glacier, mais ce glacier de versant a fortement régressé. Il a aujourd'hui l'allure d'une maigre écharpe discontinue, le long de la paroi rocheuse. Au milieu du 19^{ème} siècle, il était presque carré (1,5 km de long sur 1,75 km de large), avec une superficie de 258 ha.



Glacier d'Aneto, 1894 (M. Gourdon) et 2024 (P. René)

Parmi les écosystèmes post-glaciaires, les plus repérables visuellement sont les lacs. En 2020, un travail d'inventaire des néolacs pyrénéens a permis d'en lister sept (supérieurs à 0,25 ha) nés depuis la fin du Petit Age Glaciaire (1850). Leur surface varie entre 9,5 ha pour le plus grand (lac Tourrat, Pic Long) et 0,4 ha pour le plus réduit (lac de Pays Baché, Pic Long). Leur altitude s'échelonne de 2620 m (lac Tourrat) à 2965 m (ibón Arrablo, Mont Perdu). D'autres lacs pourraient naître prochainement¹.

A l'Aneto, la fonte du glacier s'est accompagnée de la naissance d'un lac, le plus haut des Pyrénées à 3100 m d'altitude. Mais son niveau n'est pas stabilisé, car il est contenu en partie par le glacier. Une vidange partielle est d'ailleurs observée en septembre 2023.



¹ GREGER Axel, RENÉ Pierre, *Les Nouveaux Lacs des Pyrénées*, revue Pyrénées n° 284, 2020, pp. 2-22.

3.6. Glacier des Tempêtes (Garonne, massif d'Aneto)

Surfaces : 71,6 ha (1850) et 4,7 ha (2023)

Altitudes min - max : 2965 m - 3090 m

Exposition : nord-est

Typologie : glacier blanc avec crevasses

Substratum : granodiorite

Habitats périglaciaires : roches polies en place ;
dépôts rocheux meubles ; torrent

Commune : Benasque (Aragon)



Glacier des Tempêtes, 15-09-2024, P. René

En 1894, le front du glacier des Tempêtes (Aneto) montre un bombé associé à une petite crue de la fin du 19^{ème} siècle, qui a touché tous les glaciers. À l'écart des itinéraires fréquentés, ce glacier s'étendait sur 71,6 ha en 1850. Il était alors le septième plus grand des Pyrénées.



Glacier des Tempêtes (massif d'Aneto), 1894 (M. Gourdon) et 2024 (P. René)

4. Synthèse des observations

Les 5 glaciers présents dans le bassin versant de la Garonne font plus ou moins l'objet de suivi. Différents organismes sont à l'œuvre (Association Moraine, Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises, Instituto Pirenaico de Ecología).

L'étude des glaciers en région tempérée consiste à suivre l'évolution de leurs dimensions, c'est-à-dire longueur, surface et volume :

- la mesure de **longueur** n'a de sens que pour les glaciers à fort développement longitudinal et avec un front en pointe. Son interprétation est délicate car dépendante de la dynamique du glacier considéré. Son intérêt est donc limité ;
- la donnée de **surface** est le paramètre le plus courant. Elle fournit une information facilement compréhensible par tous. La variation interannuelle n'est pas toujours significative. On considère plutôt son évolution sur plusieurs années, décennies... ;
- le suivi du **volume**, appelé bilan de masse en glaciologie, correspond à la variation d'épaisseur, classiquement entre deux années. Il est exprimé en mètre équivalent eau. En multipliant cette valeur par la surface, on obtient le volume gagné ou perdu. Le bilan de masse est le paramètre le plus représentatif du comportement d'un glacier. Son obtention demande un travail important. Sans le mesurer, on peut toutefois le caractériser de façon simple. Il s'agit de déduire le ratio d'accumulation (rapport entre surface d'accumulation et surface totale d'un glacier). Sachant qu'un glacier en équilibre (bilan de masse nul) a théoriquement un ratio de 60 %, on peut ainsi savoir si le glacier est plutôt excédentaire ou déficitaire.

Glacier (massif, dép.)	Variation Surface	Variation Volume (ratio d'accumulation ou bilan de masse)	Commentaires sur le suivi	Organisme à l'œuvre
Barroude (Munia, 65)	13ha (1850) -> 2,4ha (2023) : -82% et -0,06ha/an 5ha (2000) -> 2,4ha (2023) : -52% et -0,13ha/an	Ratio moyen entre 2023, 2024 et 2025 (3 campagnes de mesures) : 37%	Pas de suivi régulier	Association Moraine (Luchon, 31)
Seil de la Baque (Perdiguère, 31)	145ha (1850) -> 5ha (2023) : -96% et -0,8ha/an 13,5ha (2000) -> 5ha (2023) : -63% et -0,4ha/an	Ratio moyen entre 2002 et 2025 (24 campagnes de mesures) : 25%	Une visite annuelle (en septembre) depuis 2000	Association Moraine (Luchon, 31)
Arcouzan Mont Valier, 09)	6ha (1850) -> 1,4ha (2023) : -77% et -0,03ha/an 2ha (2000) -> 1,4ha (2023) : -30% et -0,03ha/an	Bilan de masse moyen entre 2011 et 2023 (8 campagnes de mesures) : -0,51m d'eau/an	Campagne de mesures en 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2018, 2021, 2023 (normalement tous les 2 ans)	Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises (Montels, 09)
Aneto (Aneto, Aragon)	258ha (1850) -> 37ha (2023) : -87% et -1,3ha/an 81ha (2000) -> 37ha (2023) : -54% et -1,9ha/an	Bilan de masse moyen entre 2020 et 2025 (6 campagnes de mesures) : -1,71m d'eau/an	Campagne de mesures tous les ans depuis 2020	Instituto Pirenaico de Ecología (Jaca, Aragon)
Tempêtes (Aneto, Aragon)	71,6ha (1850) -> 4,7ha (2023) : -93% et -0,4ha/an 11ha (2000) -> 4,7ha (2023) : -57% et -0,3ha/an	-	Pas de suivi régulier	Instituto Pirenaico de Ecología (Jaca, Aragon)
Totaux et Moyennes	493,6ha (1850) -> 50,5ha (2023) : -90% et -2,6ha/an 112,5ha (2000) -> 50,5ha (2023) : -55% et -2,7ha/an	-	-	-

Concernant la surface cumulée des 5 glaciers, elle a diminué de 90% depuis 1850 et de 55% depuis 2000. Cela illustre la réalité et l'ampleur du réchauffement climatique.

A propos des volumes, les bilans de masse moyens, qui quantifient les variations de volume, sont de -0,57 m/an pour Arcouzan et -1,9 m/an pour Aneto. Les ratios d'accumulation moyens, qui qualifient la variation de volume, révèlent de forts déficits de masse pour Barroude (37%) et Seil de la Baque (25%), car très inférieurs à 60% (équilibre glaciaire).

5. Pour aller plus loin...

Association Moraine, 2025, *Les glaciers des Pyrénées françaises – Cycle glaciaire 2024-25*, Rapport d'étude, 25p

René P., 2013, *Glaciers des Pyrénées, le réchauffement climatique en images*, Editions Cairn, 168 p.

René P., 2025, *Glaciers des Pyrénées, 25 ans d'explorations et de mesures*, Editions Le Festin - Le Bord de l'Eau, 160 p.

San Roman J., Piedrafita J., 2007, *Glaciares de los Pirineos. 30 itinerarios a pie*, Edita Prames, 207 p.

<http://asso.moraine.free.fr> : Association Moraine (Observatoire des glaciers des Pyrénées françaises)

<https://criosfera.opcc-ctp.org/> : Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique, Cryosphère

<https://cryopyr.csic.es/> : Groupe de recherche sur la cryosphère dans les Pyrénées (CryoPyr)

Evènements pyrénéens pour « 2025, Année internationale de la préservation des glaciers »
(organisés par Association Moraine, Parc National des Pyrénées...)

- 35 conférences
- 15 sorties terrain
- 10 projections-débats
- 2 formations professionnelles
- 1 expo itinérante
- 1 livre (*Glaciers des Pyrénées, 25 ans d'explorations et de mesures*)
- 1 projet d'Arrêté Préfectoral de Protection d'Habitats Naturels « Ecosystèmes glaciaires Haut-Garonnais »



Décision de l'UNESCO et de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) et proclamation du 21 mars de chaque année comme Journée mondiale des glaciers. Coup de projecteur sur la cryosphère pour sensibiliser à son rôle essentiel (70 % de l'eau douce planétaire...), amplifier sa connaissance scientifique et préserver son existence.