Version du 26 décembre 2017

Les premiers résultats de nos études, concernant essentiellement notre méthode et son application aux **Alpes du Dauphiné**, ont fait l'objet d'une communication à la Société Hydrotechnique de France le 31 mars 2010.

Nous signalons toutefois qu'elle n'a plus maintenant qu'un intérêt historique, car ultérieurement, la méthode utilisée au départ s'est affinée et l'extension géographique s'est agrandie.

Les glaciers du Würm et du Riss ont laissé des traces de leur passage dans les **Alpes**. Ces glaciations ont fait l'objet de nombreuses études, basées principalement sur l'examen de leurs dépôts. Les glaciations quaternaires antérieures au Riss, par contre, ont été moins étudiées. Leurs vestiges sont en effet rares et leur affectation à telle ou telle glaciation est souvent hypothétique. Les érosions interglaciaires et postglaciaires ont en effet détruit la plus grande partie des dépôts qui se sont produits dans les reliefs montagneux, en particulier du fait de la pente importante des versants.

On mentionne seulement des collines, légèrement en amont de **Sisteron**, que la carte géologique date du Mindel, mais certainement pas de son pléniglaciaire, compte tenu de leur altitude.

Les reliefs les mieux conservés qu'il nous a été donné de rencontrer sont ceux de **la Lagouna (vallée de la Roya, Alpes-Maritimes)** ainsi que des dépôts glaciaires proches d'**Orcières (Hautes-Alpes)**, ou encore une ancienne moraine au sommet du **Serre Chauvière** dans la vallée de la **Drôme**. Ces résidus glaciaires présentent en commun leur situation en altitude, sur des reliefs peu inclinés et dans des situations telles qu'ils n'ont pas été soumis à l'érosion par les eaux courantes.

Cependant, ils ont été exposés à l'érosion chimique par les eaux météoriques et d'infiltration, qui ont fait disparaître les éléments rocheux de la surface. Seuls ont pu résister des blocs erratiques, déposés jadis par le glacier et ultérieurement fractionnés par le gel, mais encore bien identifiables ; nous les avons nommé clapiers de gélifraction. Ils sont identifiables sur le terrain et figurent même parfois sur les cartes et les vues aériennes de *Geoportail*.

Les méthodes classiques d'analyse ne permettent souvent pas de les identifier comme terrains glaciaires et encore moins de les dater. Dans tous les exemples que nous avons rencontrés et cités ci-dessus, ils ne sont pas indiqués sur les cartes géologiques au 1/50 000.

L'extension des glaciers anté-rissiens dans les **Alpes**, en particulier de ceux du Mindel, est donc peu connue. Il faut en effet faire appel à d'autres signatures que les dépôts,

plus pérennes qu'eux, que nous avons appelés *sites témoins*.

Les sites témoins

Nous appelons *sites témoins* des formes du relief, visibles encore de nos jours et qu'il est possible d'attribuer d'une manière certaine à l'action de glaciers lors de glaciations quaternaires (Würm, Riss, et même Mindel).

Dans ces pages, nous délaisserons les sites würmiens et rissiens objets de nos études précédentes et qui sont traités dans d'autres pages de ce site, pour ne considérer que les sites datant du Mindel. Ces sites témoins, encore visibles de nos jours, sont tous l'œuvre des glaciers et ils peuvent servir à l'étude de l'extension de ceux-ci. Ils appartiennent à différents types : sommets d'épaulements, prairies d'alpages, verrous glaciaires, falaises, etc. Nous en dressons ci-après un rapide inventaire, non exhaustif pour autant.

Les sommets d'épaulements

Il est connu, en effet, que les glaciers de vallée engendrent, sur les contreforts descendus des sommets qui bordent la vallée, des épaulements dont les sommets se situent "*quelques dizaines de mètres*" sous la surface du glacier. Nous avons inversé cette constatation et considéré que l'altitude du sommet des épaulements d'origine glaciaire, majorée de quelques dizaines de mètres, fournissait l'altitude de surface du glacier responsable de leur formation.

Notons cependant que l'on rencontre parfois des épaulements dans des vallées qui n'ont jamais été parcourues par des glaciers. Nous verrons plus loin comment il est possible de les distinguer des épaulements glaciaires.

Suivez ce lien pour plus de détails sur la règle des sommets d'épaulement.

Responsabilité des eaux glaciaires dans la genèse de certains épaulements

Nous pensons que les épaulements sont dus à l'action des eaux glaciaires latérales, à l'exception toutefois des « *épaulements supérieurs* » situés à la partie haute des contreforts, qui sont dus, eux, à l'action conjointe de l'érosion par **G**élifraction et du **T**ransport par un glacier ou *érosion GT*, décrite à la page sur la formation des épaulements.

Dans leur parcours le long des rives, 150 m environ sous la surface, les eaux glaciaires latérales utilisent les points faibles de l'étanchéité du glacier contre les versants pour se frayer un chemin vers le fond d'auge. Elles créent ainsi des moulins de rive, séparés par des parties en saillie, car soumises à une érosion moins importante par un débit d'eaux glaciaires latérales plus faibles. Dans les terrains peu résistants, ces eaux glaciaires latérales, en route vers le fond d'auge, peuvent entraîner la formation de ravinements.

Lorsque, du fait d'une altitude importante ou d'une faible largeur du glacier, le débit des eaux glaciaires latérales est faible, les moulins de rive seront assez espacés et la largeur de

l'épaulement pourra être importante. À la limite, il peut se former un plan d'épaulement de grandes dimensions, à condition toutefois qu'il n'existe pas d'écoulements importants provenant du versant qui domine la surface glaciaire, ce qui entraînerait la découpe du plan d'épaulement en plusieurs épaulements distincts. Si après la disparition du glacier, aucun écoulement ne provient du versant qui le domine, le plan d'épaulement ne sera pas tronçonné et conservera sa forme massive jusqu'à nos jours.

Le glacier poursuivant son chemin, de nouvelles eaux glaciaires de surface apparaissent au fil de sa progression, qui se réunissent pour donner naissance à de nouvelles eaux glaciaires latérales, dont le débit augmente en allant vers l'aval. Ceci correspond à ce que l'on pourrait appeler un régime établi dans la progression du glacier. Mais toute glaciation présente des stades de retrait, au cours desquels, bien que l'écoulement du glacier continue, son altitude de surface ne s'abaisse que lentement, voire même s'élève parfois quelque peu.

Si le stade de retrait de la glaciation a duré assez longtemps, l'altitude d'écoulement des eaux glaciaires latérales est restée constante pendant une longue période, ce qui a entraîné une forte érosion du contrefort, d'où une diminution importante de la pente de celui-ci : un épaulement était né.

Il résulte de ce schéma de formation que les sommets des épaulements se situent au niveau maximum auquel circulaient les eaux glaciaires latérales lors du stade de retrait de la glaciation. La surface glaciaire se situait donc, lors de ce stade de retrait, 150 m au-dessus du sommet d'épaulement.

Les prairies d'altitude

Comme *G. Monjuvent* avant nous, nous avons remarqué que la présence de prairies est très caractéristique du passage d'un glacier. Cette remarque que nous avons nommée la règle des prairies, permet également la création de sites témoins.

Les verrous terminaux

Lorsqu'un glacier de vallée rencontre sur son parcours un compartiment de roches dures, on sait qu'il le façonne en verrou. Nous appelons verrou terminal l'ultime verrou que rencontre le glacier lors de son extension maximum, à son pléniglaciaire.

Ce verrou terminal constitue donc la frontière entre l'érosion glaciaire à l'amont et les érosions torrentielles et fluviatiles à l'aval. Ces dernières donneront naissance à des gorges plus ou moins étroites qui s'encastreront lentement dans les roches du verrou puis, plus à l'aval, donneront à la vallée une section en V. Ces gorges, parfois véritables canyons, très remarquables de nos jours, peuvent donc marquer l'extension maximum du glacier lors de son pléniglaciaire.

Glaciers et falaises

Notre étude a montré aussi que, très souvent, l'altitude atteinte par les glaciers lors de la glaciation du Mindel se situe quelques dizaines de mètres au-dessus de la base des falaises

actuelles. Les ravinements et les versants d'érosion que portent parfois les flancs des vallées glaciaires sont également liés à l'altitude de ces glaciers. Ces divers témoins du passage des glaciers (falaises, ravinements, versants d'érosion) ne sont toutefois pas assez précis et nous ne les avons que rarement utilisés.

Plus de détails et exemples d'applicationsur les glaciers et falaises.

Convergence des résultats

Pour que l'on puisse considérer comme valable une *méthode des sites témoins*, il est nécessaire que, tout au long d'une vallée parcourue par un même appareil, cette méthode fournisse des valeurs d'altitude de sa surface glaciaire variant d'une manière continue lorsqu'on suit la vallée. C'est effectivement le cas, ainsi qu'on pourra le voir dans la suite de cette étude.

Quelle différence entre « altitude actuelle » et « altitude d'origine ?

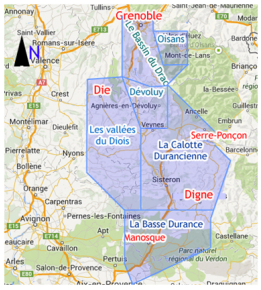
Les glaciers du Mindel des Alpes Dauphinoises et des Alpes du Sud

Dans les **Alpes du Dauphiné**, en particulier dans le massif du **Vercors**, nous avons pu, au début de nos études, identifier les sites témoins créés par deux glaciations antérissiennes, que nous avons baptisées, du nom de sites remarquables, *Glaciation Grotte Vallier* et *Glaciation La Molière* (ou *Glaciation Maximum*).

Par la suite, notre étude portant sur les dépôts stalagmitiques de la **Grotte Vallier** nous a montré que cette glaciation *Grotte Vallier* était probablement celle du Günz. Le petit nombre des sites témoins de cette glaciation à avoir survécu au passage de la glaciation du Mindel, plus importante, ainsi que la difficulté de les attribuer à l'une ou l'autre des deux glaciations, ne nous a cependant pas permis de mener à bien une étude générale de l'extension des glaciers du Günz.

Par contre, la glaciation du Mindel - appelée au début de notre étude *glaciation Maximum* ou *glaciation la Molière* – la plus importante dont on puisse trouver des traces certaines dans les **Alpes du Dauphiné**, s'est révélée très riche en sites témoins. Ceux-ci sont, de plus, aisés à identifier puisque – par définition pourrait-on dire - ce sont les plus élevés présents dans les vallées.

L'ampleur des **Alpes dauphinoises** concernées par cette étude a nécessité leur découpage en différents domaines :



le bassin du Drac et les environs d'Ancelle et d'Orcières,

la corniche tithonique du Drac sur la façade est du Vercors,

l'Oisans et la vallée de la Roizonne,

le Dévoluy,

la calotte durancienne,

les vallées de la Méouge et du Jabron,

la vallée du Buëch,

les vallées du Diois (Bès, Drôme, Eygues, Oule).

et, non représentés sur la carte :

le massif du Vercors,

le sillon rhodanien,

dans les Alpes du Sud :

- la vallée de la Roya,
- les vallées du Var, du Verdon, de la Tinée.