



HAL
open science

Méditerranée Le retrait du glacier du Drac Blanc (massif des Écrins, Alpes françaises)

H. Di Costanzo, Felix-Martin Hofmann

► **To cite this version:**

H. Di Costanzo, Felix-Martin Hofmann. Méditerranée Le retrait du glacier du Drac Blanc (massif des Écrins, Alpes françaises). Méditerranée: revue géographique des pays méditerranéens, 2016. hal-02566491

HAL Id: hal-02566491

<https://hal.science/hal-02566491>

Submitted on 7 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Méditerranée

Revue géographique des pays méditerranéens / Journal
of Mediterranean geography

Paléo-environnements, géoarchéologie, géohistoire

Le retrait du glacier du Drac Blanc (massif des Écrins, Alpes françaises)

Retreat of the Drac Blanc glacier (Massif of the Ecrins, French Alps)

Hadrien Di Costanzo et Felix-Martin Hofmann



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/mediterranee/7796>

ISSN : 1760-8538

Éditeur

Presses Universitaires de Provence

Référence électronique

Hadrien Di Costanzo et Felix-Martin Hofmann, « Le retrait du glacier du Drac Blanc (massif des Écrins, Alpes françaises) », *Méditerranée* [En ligne], Paléo-environnements, géoarchéologie, géohistoire, mis en ligne le 30 juin 2016, consulté le 23 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/mediterranee/7796>

Ce document a été généré automatiquement le 23 mai 2019.

Tous droits réservés

Le retrait du glacier du Drac Blanc (massif des Écrins, Alpes françaises)

Retreat of the Drac Blanc glacier (Massif of the Ecrins, French Alps)

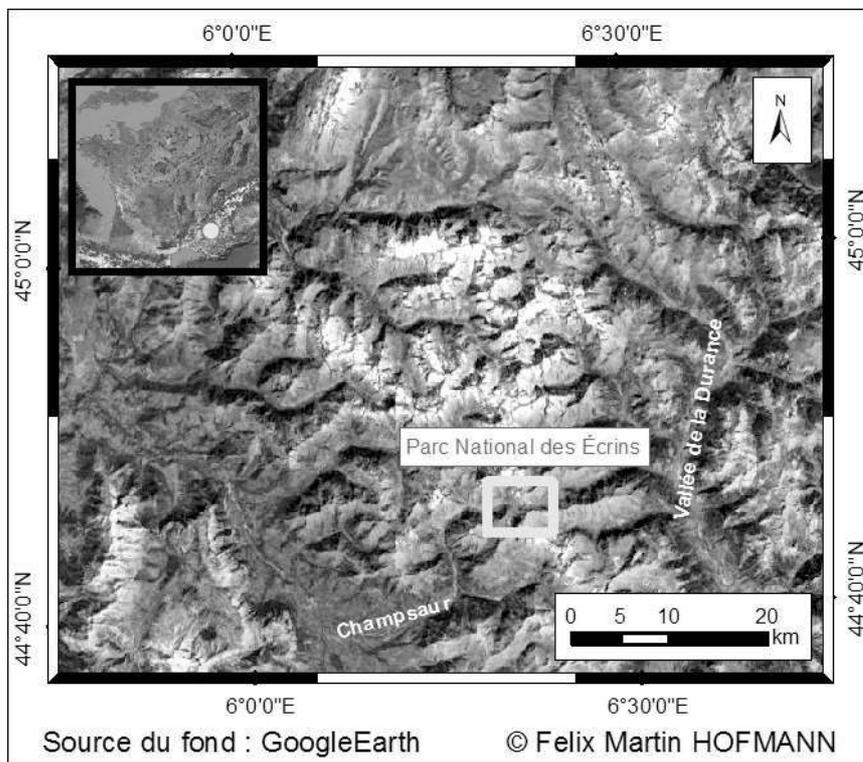
Hadrien Di Costanzo et Felix-Martin Hofmann

Les auteurs remercient les personnes qui ont permis la réalisation de cette étude : C. Morhange, E. Anthony (Université d'Aix-Marseille), J. Eberle et J. Kropacek (Université de Tübingen). Nous remercions aussi les relecteurs pour leur lecture attentive du manuscrit et pour leurs remarques grâce auxquelles nous avons pu améliorer la qualité du manuscrit. Éditeur scientifique : C. Morhange.

1 - Introduction

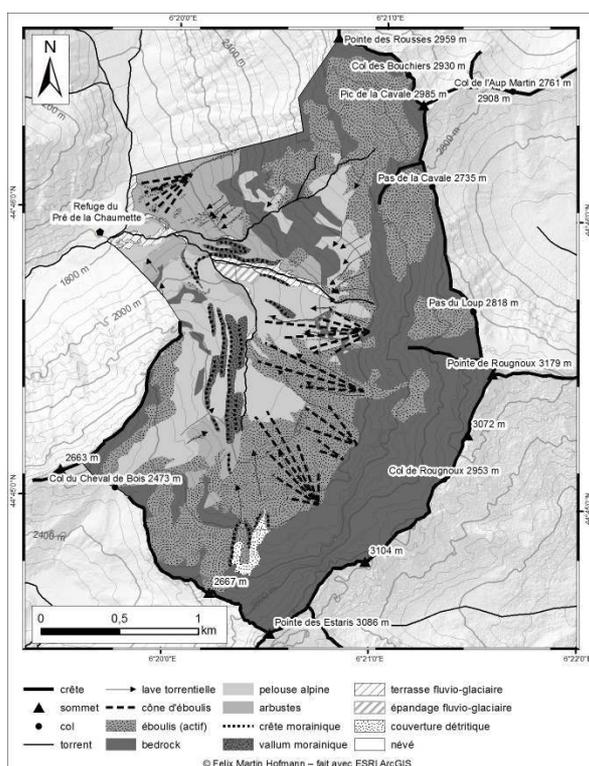
- 1 Les dépôts morainiques dans le bassin versant du Drac (massif des Écrins, Alpes françaises, fig. 1) ont déjà fait l'objet de quelques travaux (MONJUVENT, 1973 et 1978). L'auteur aborde les différentes formations superficielles des glaciations Riss et du Würm et décrit rapidement les vallées latérales du Haut Champsaur, sans pour autant analyser les vestiges glaciaires présents dans le vallon de Rougnoux (MONJUVENT, 1978).

Figure 1 : Localisation du terrain d'étude



- 2 Il évoque de « hautes vallées des massifs cristallins qui ont nourri les grands glaciers au Quaternaire (...) [où] les dépôts morainiques sont rares dans le Haut-Champsaur » (MONJUVENT, 1978, p. 321). Le vallon de Rougnoux, est l'un de ces rares secteurs où des moraines sont encore observables de nos jours. BIJU-DUVAL (1975, p. 4) mentionne ces moraines déposées par un « glacier aujourd'hui entièrement disparu ». Il constate qu'elles sont « d'une surprenante fraîcheur », sans les étudier en détail.
- 3 Contrairement au bassin versant de la Durance (COSSART, 2005 ; COSSART *et al.*, 2006 et 2011), les fluctuations glaciaires postérieures au Würm dans le bassin versant du Drac Blanc n'ont pas encore fait l'objet d'une étude détaillée. La seule recherche sur les fluctuations glaciaires dans le Haut-Champsaur est l'inventaire de GARDENT (2014) qui s'est intéressé à l'évolution de la surface englacée dans les principaux massifs des Alpes françaises, entre la fin du petit âge glaciaire et l'actuel ? L'échelle spatiale de la cartographie des glaciers est très grossière et, notamment, l'évolution de la superficie des petits glaciers est peu visible (GARDENT, 2014). Faute d'observations sur le terrain et de cartes géomorphologiques, il faut interpréter les résultats pour la partie Sud du massif des Écrins avec prudence (GARDENT, communication personnelle).
- 4 Notre objectif est de tenter d'identifier les stades du retrait dans le vallon de Rougnoux.

Figure 2 : Carte géomorphologique du vallon de Rougnoux



- 5 Notre étude est la première à analyser les dépôts morainiques dans le bassin versant amont du Drac Blanc. Elle contribue à l'acquisition de connaissances sur les fluctuations glaciaires dans une région des Alpes françaises peu étudiée.

2 - Présentation du terrain d'étude

- 6 Le vallon de Rougnoux est une vallée latérale de la vallée de Champoléon. Cette vallée se trouve au nord de Gap, dans les Alpes du Sud. La morphologie de la vallée de Champoléon correspond à une ancienne auge glaciaire dans laquelle s'écoule une rivière en tresses, le Drac Blanc. En amont du refuge du Pré de la Chaumette, à environ 1 800 m d'altitude, la vallée de Champoléon se divise en deux vallons : le vallon de la Pierre, qui s'étend vers le Nord et le vallon de Rougnoux qui s'oriente vers le Sud.
- 7 Contrairement au vallon de la Pierre, les cônes d'éboulis ne dominent que les pentes au sud et à l'est du vallon (figure 2). Dans la partie inférieure, les vestiges glaciaires sont bien visibles sur le terrain. Sur la rive droite du torrent de Rougnoux, on trouve des affleurements de gneiss migmatisés et de granites (BIJU-DUVAL, 1975). Le versant est de la partie supérieure du vallon est dominé par d'importants cônes d'éboulis, tandis que sur le versant ouest, on n'observe pratiquement pas d'éboulis ni de dépôts de laves torrentielles (Figure 2). La quasi-absence de ces formations peut s'expliquer par la présence de spilites plus résistantes à la gélifraction que le grès du Champsaur qui affleure ailleurs (BIJU-DUVAL, 1975). Au sud du vallon, on trouve un petit névé résiduel bien abrité par la Pointe des Estaris (3086 m, Figure 2).

3 - Méthodes

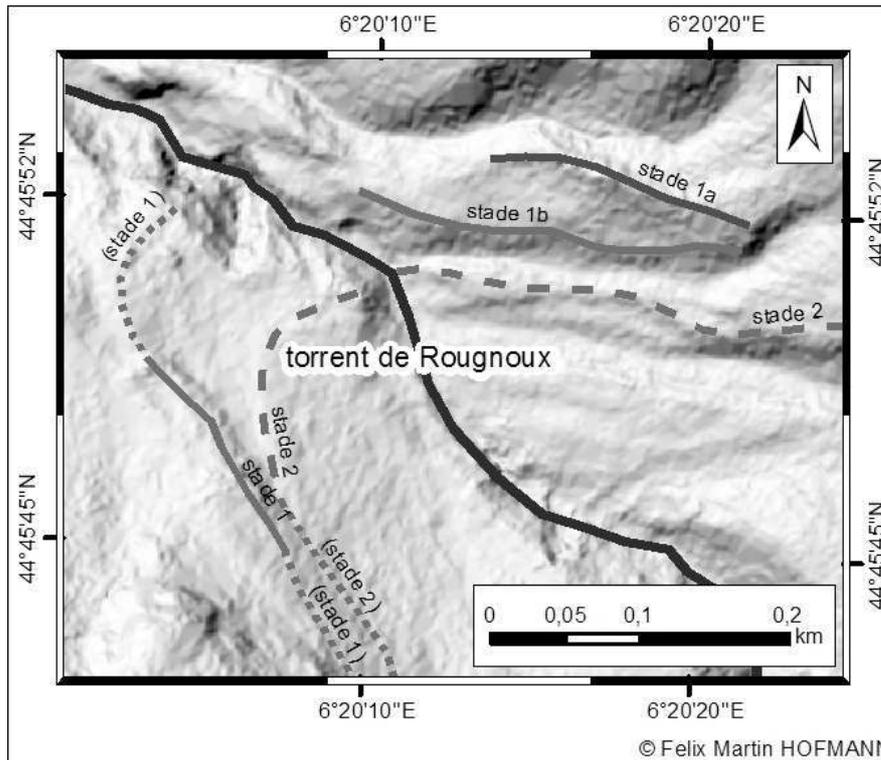
- 8 La chronologie relative des dépôts morainiques dans le vallon de Rougnoux se base sur l'observation morphométrique du terrain, faute de coupes stratigraphiques exploitables car la forte activité torrentielle a fortement remanié les formations superficielles.
- 9 Afin de mieux déterminer la chronologie relative des dépôts morainiques dans ce vallon, nous nous sommes basés sur un modèle numérique de terrain (MNT). Nous avons élaboré le MNT à partir de photographies aériennes en appliquant l'approche « Structure-from-motion », approche efficace, peu coûteuse et flexible pour la reconstruction de la topographie d'un secteur (WESTOBY *et al.*, 2012). Elle permet l'élaboration d'un MNT en se basant sur deux ou plusieurs images qui se chevauchent, quelles que soient les perspectives des prises de vue (LUCIEER *et al.*, 2014).
- 10 Afin d'élaborer le MNT, 21 photographies aériennes d'une campagne (2003) de l'IGN ont été téléchargées sur Géoportail. Nous avons utilisé le logiciel Photoscan (Agisoft LLC). Les photographies aériennes ont été importées, alignées et les points clés ont été identifiés par le logiciel. Ensuite, le nuage de points a été densifié et un réseau maillé a été créé. Puis, la texture des photographies aériennes a été ajoutée. Enfin, nous avons géoréférencé le modèle 3D, en nous basant sur les coordonnées de quatre points de contrôle identifiés dans Google Earth (erreur du référencement : 3,89 m). La résolution spatiale du MNT est de 1,06 m.
- 11 Après géoréférencement, nous avons amélioré la qualité du MNT et supprimé des artefacts en appliquant un filtre passe-bas du logiciel ERDAS Imagine. Enfin, le MNT a été importé dans ArcGIS et l'outil « ombrage » a été appliqué, pour une meilleure observation des dépôts morainiques.
- 12 Nous avons aussi estimé le volume potentiel du glacier à partir d'une relation statistique entre le volume et la superficie du glacier établie par BAHR *et al.* (1997). L'étude à l'origine de cette relation a été réalisée à partir de 144 glaciers dont les volumes ont été mesurés de manière absolue par onde sonore. Ces résultats ont permis d'obtenir un taux de corrélation de 0,9684 (BAHR *et al.*, 2015). L'analyse des superficies (S) et des volumes des glaciers (V) permettent d'aboutir à la relation $V = S^\gamma$ si $\gamma = 1,36$. S'ajoute à cette équation une constante $k = 0,033 \text{ km}^{3-2\gamma}$ déterminée empiriquement et permettant de modéliser la géométrie influencée par la dynamique de l'écoulement du glacier : $V = k * S^{1,36}$ (BAHR, 2011). En nous basant sur cette équation et sur notre calcul de la superficie du glacier du Drac Blanc, on obtient le volume potentiel du glacier pour les différents stades étudiés.
- 13 Le contour du glacier, pour chaque stade, a été digitalisé sous ArcGIS en s'appuyant sur la position des crêtes morainiques. En dehors des secteurs dans lesquels des dépôts morainiques sont préservés, la délimitation se fonde sur les caractéristiques topographiques.

4 - Observations de terrain

- 14 Dans le vallon de Rougnoux, nous avons observé quatre stades de moraines et un sous-stade. Le terme « » stade » désigne un ensemble de moraines contemporaines déposées lors d'une avancée principale, tandis que le terme « sous-stade » se réfère à des dépôts

morainiques contemporains qui ont été déposés pendant une avancée glaciaire mineure. Les dépôts morainiques se composent de blocs hétérométriques inclus dans une matrice de graviers, de sables et de particules plus fines. L'hétérométrie du matériel induite par le glacier est liée à la compétence de celui-ci qui peut transporter des blocs de plusieurs mètres cubes (CAMPY *et al.*, 2012).

Figure 3 : Dépôts morainiques dans la partie inférieure du vallon de Rognoux



- 15 D'une manière générale, on peut subdiviser le vallon de Rognoux en deux parties séparées par un verrou glaciaire. En amont de celui-ci, on trouve un amphithéâtre glaciaire beurré par de la moraine de fond et des blocs erratiques. À l'est de la partie supérieure du vallon, on peut identifier des dynamiques de versants (cônes mixtes d'éboulis et d'avalanches).

Figure 4 : Moraines des stades Ia, Ib et II sur la rive droite du torrent de Rougnoux

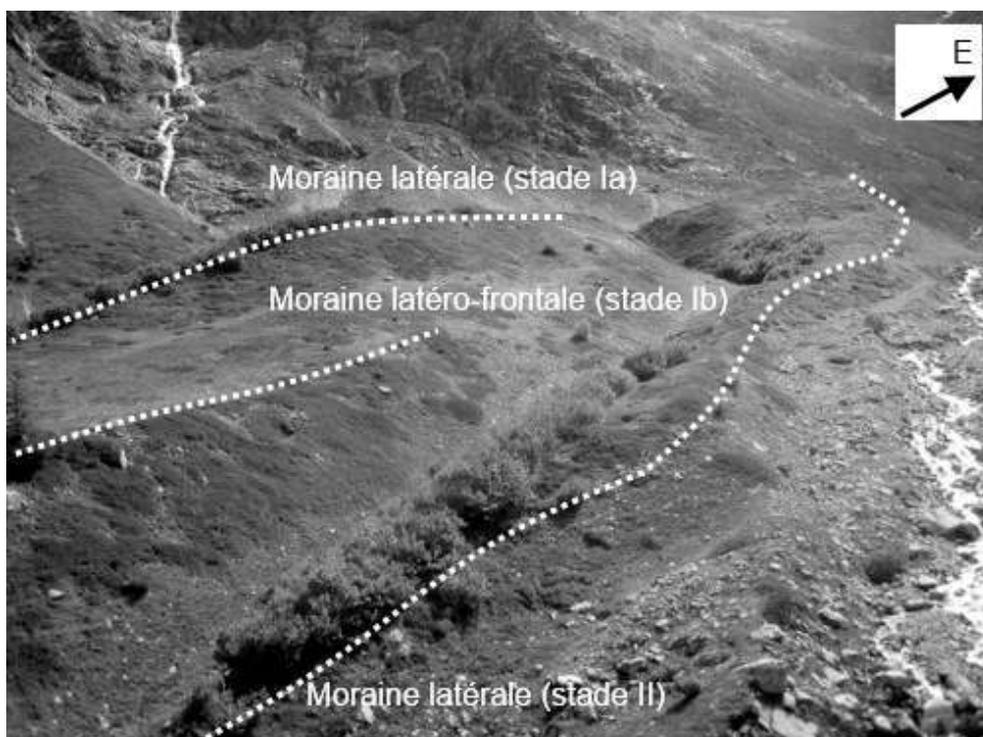


PHOTO : F. M. HOFMANN, 13.6.2015

- 16 Dans la partie inférieure du vallon, on voit deux crêtes morainiques localisées sur un verrou glaciaire, sur la rive droite du torrent, appartenant au stade I (fig. 3). On observe un vallum morainique (stade I a) dont la crête atteint une altitude supérieure à celle d'une autre crête morainique située au sud (stade I b) (fig. 4). La présence de deux crêtes morainiques (stade I a et stade I b), très proches, nous permet de penser qu'il s'agit de deux moraines qui ont été mises en place lors d'un même stade glaciaire. La position plus à l'aval de la moraine latérale du stade I a, au nord de la moraine du stade I b, nous permet de supposer que la moraine latérale du stade I a est plus ancienne que la moraine latérale du stade I b (fig. 3). A l'ouest de la terminaison de la moraine latérale du stade I a, on ne peut pas identifier de moraine frontale. Elle a été vraisemblablement érodée par les eaux pro-glaciaires. La moraine latéro-frontale du stade I b se prolonge presque jusqu'au bord du torrent de Rougnoux (fig. 3).
- 17 En rive gauche, on ne peut pas identifier les deux moraines du stade I. Sur le MNT (Figure 3) nous n'avons observé qu'un reste de vallum morainique sur un verrou glaciaire perpendiculaire au torrent. En aval de celui-ci, le résidu d'un vallum morainique change d'orientation vers le sud-est (Figure 3).

Figure 5 : Moraines dans la partie inférieure du vallon de Rougnoux

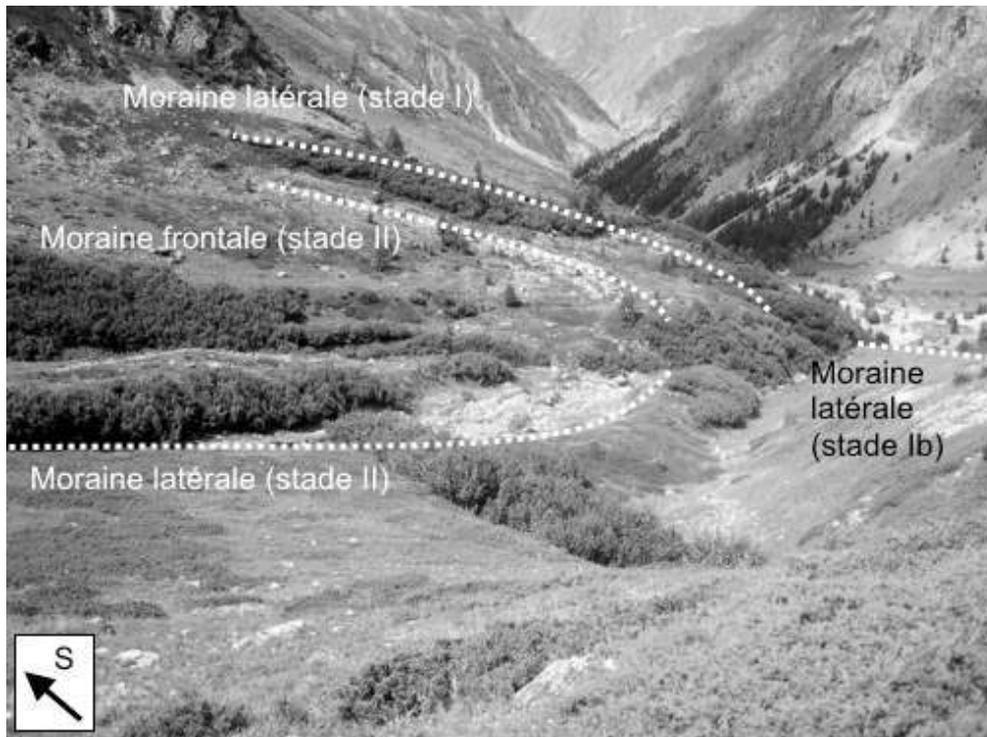
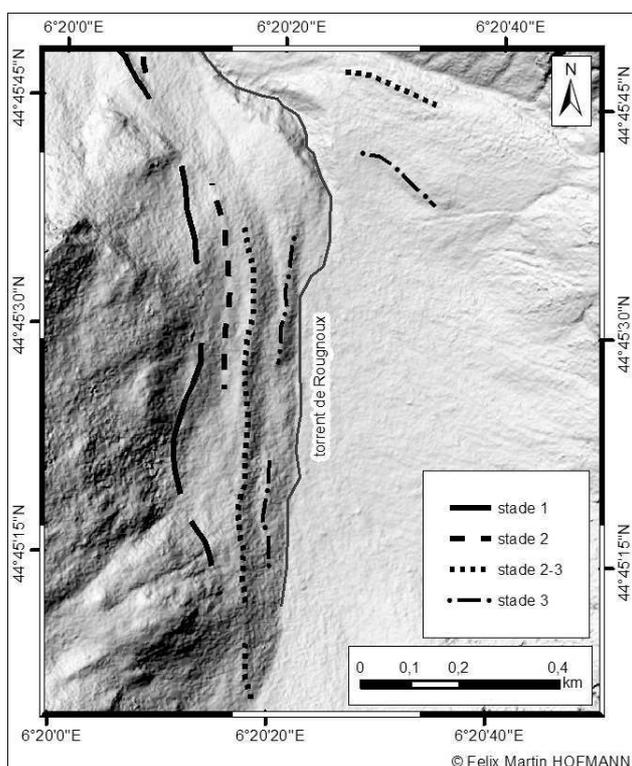


PHOTO : FELIX MARTIN HOFMANN, 13.6.2015

- 18 On peut supposer que cette formation résiduelle représente le reste de la moraine frontale du stade I, érodée par les eaux de fonte du glacier. Le vallum situé sur la rive gauche du torrent peut être considéré comme contemporain de la moraine latéro-frontale (stade I b) de la rive droite du torrent car les positions topographiques de leurs terminaisons sont quasiment identiques (fig. 5).
- 19 L'extrémité sud-est du reste de ce vallum morainique est en continuité avec le résidu de la moraine latérale (stade I) qui est sensiblement parallèle au torrent (fig. 3). Le reste de la moraine latérale du stade I, recouvert d'aulnes verts, est facilement identifiable sur le terrain (fig. 5). Directement au sud de la terminaison de la moraine latérale, on n'observe pas de dépôts morainiques. L'absence peut s'expliquer par le fait que la pente est trop forte.

Figure 6 : Carte des moraines dans la partie supérieure du vallon de Rougnoux



- 20 Dans la partie supérieure du vallon, nous avons observé, sur la rive gauche, une moraine latérale appartenant au stade I. Cette formation superficielle a été démantelée par deux laves torrentielles et partiellement recouverte par des éboulis. De ce fait, on observe une juxtaposition de fragments de moraine latérale du stade I (fig. 6). Les fragments de cette moraine sont considérés comme les dépôts morainiques les plus anciens (fig. 7).
- 21 Dans la partie inférieure du vallon, sur la rive droite du torrent, un deuxième stade de moraines peut être observé (fig. 3, 4 et 5). La moraine latérale du stade II se trouve au sud de la moraine latéro-frontale du stade I b, elle est donc plus jeune. Sur la rive gauche, le torrent incise une moraine frontale (fig. 3). Cette dernière correspond à l'extrémité de la moraine latérale (stade II) de rive droite. On peut donc supposer que les deux formations sont contemporaines. La moraine du stade II de rive gauche est constituée d'un matériel plus grossier que celui de la moraine latérale du stade II de rive droite (fig. 5). Cette différence granulométrique peut s'expliquer par une nature minéralogique du substrat rocheux différente et par une pente plus importante en rive gauche. Ces deux conditions conduisent à l'érosion plus active d'un matériel dont la structure de la roche, plus résistante, a limité la désagrégation du minéral.

Figure 7 : Moraines dans la partie supérieure du vallon de Rougnoux

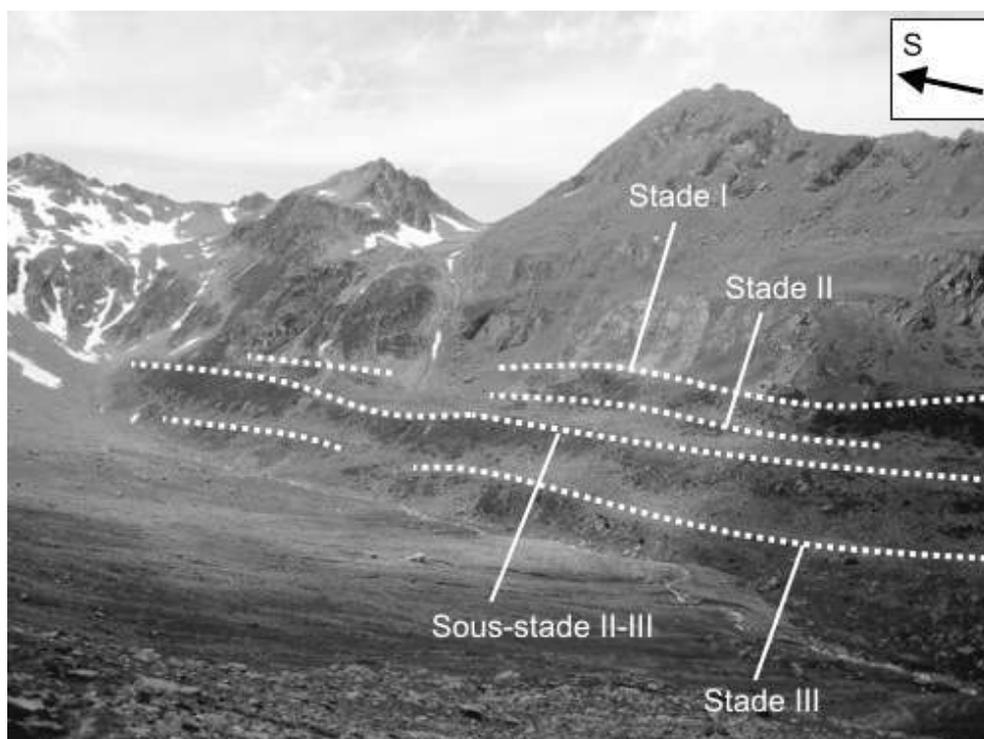
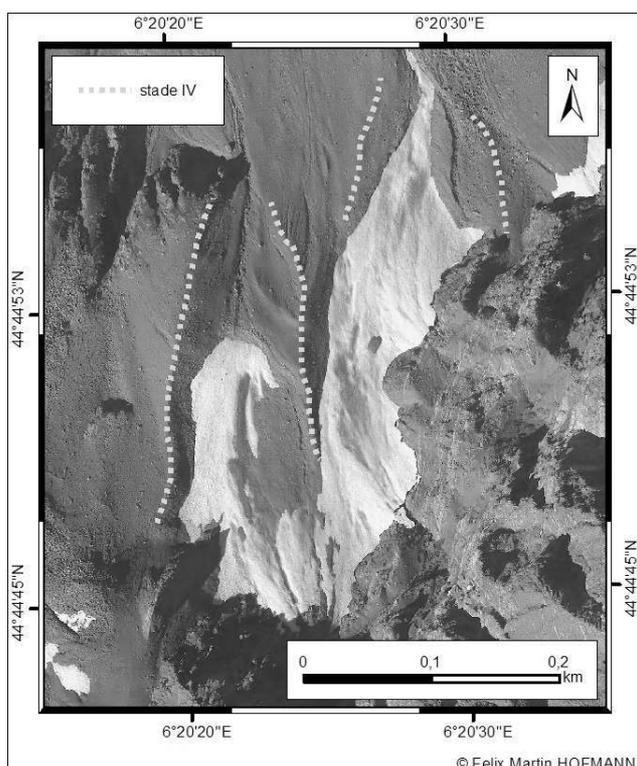


PHOTO : FELIX MARTIN HOFMANN, 13.6.2015

- 22 Une autre moraine latérale occupe la partie supérieure du vallon. Sa position directement en aval des fragments de la moraine latérale du stade I (fig. 7) indique qu'elle appartient au stade II (fig. 6). On observe aussi sur la rive droite du torrent une autre moraine latérale, située sur un verrou au sud-est de la moraine latérale du stade II (fig. 6). Sa position nous laisse supposer qu'elle est plus jeune que la moraine latérale du stade II et appartient donc au sous-stade II-III. De même, sur la rive gauche, on observe une autre moraine latérale, directement en aval de la moraine latérale du stade II, et appartenant au sous-stade II-III. La désignation « sous-stade II-III » se réfère au fait que les dépôts morainiques de ce sous-stade ont été déposés pendant une avancée glaciaire mineure entre les stades II et III.
- 23 Dans l'amphithéâtre glaciaire, nous avons identifié un troisième stade de moraines. Un résidu de moraine latérale occupe la rive droite (fig. 6). Sa position au sud de la moraine latérale du sous-stade II-III indique qu'il est probablement plus récent et appartient donc au stade III. Le reste des formations morainiques a été vraisemblablement démantelé par les cônes d'éboulis, l'activité torrentielle et les avalanches (fig. 6). On peut aussi supposer que la moraine frontale du stade III a été érodée par les eaux de fonte du glacier. Sur la rive gauche du torrent, on peut identifier une dernière moraine latérale dont sa position, directement en aval de la moraine latérale du sous-stade II-III, nous permet de penser qu'elle appartient au stade III (fig. 7).

Figure 8 : Moraines du stade IV



- 24 Une photographie aérienne du névé actuel révèle un stade glaciaire IV et des moraines latérales très fraîches sur les marges de ce petit névé (Figure 8). Contrairement aux stades I à III, les moraines ne sont pas encore colonisées par la pelouse alpine. La quasi-absence de végétation amène à la conclusion que ces dépôts sont relativement jeunes et dateraient du PAG.

5 - Évolution du volume du glacier

- 25 En se basant sur l'équation établie par BAHR (2011), nous avons estimé le volume potentiel du glacier pour les différents stades et sous-stades. L'altitude maximale du glacier est considérée comme stable pendant les stades I-IV et le sous-stade II-III puisque la partie supérieure du vallon de Rougnoux est bien abritée par la Pointe des Estaris (3086 m). Le glacier n'a pas subi de retrait important dans ce secteur entre les stades I et IV. Mais cette limite du glacier reste incertaine dans cette partie du vallon puisqu'on ne trouve pas de dépôt morainique.
- Pour le stade I, nous avons estimé une superficie de 1,703 km². Selon l'équation de BAHR (2011), la superficie du glacier correspond à un volume de 0,068 km³. En se basant sur un rapport volumétrique de 0,917 entre la glace et l'eau liquide (ZEPP, 2011), le glacier a stocké 0,062 km³ d'eau pendant ce stade.
 - Pendant le stade II, la superficie du glacier était de 1,587 km². Selon BAHR (2011), cette superficie est égale à un volume de 0,062 km³. Le glacier a ainsi perdu 9 % de son volume par rapport au stade précédent. Le volume de glace est équivalent à un stock d'eau de 0,057 km³.

- Lors du sous-stade II-III, le glacier a atteint une superficie de 1,438 km². Son volume était de 0,054 km³ qui correspond à un stock d'eau d'environ 0,05 km³. Le volume du glacier a ainsi diminué de 13 % par rapport au stade II.
- Pour le stade III, nous avons estimé une superficie de 1,244 km², équivalente à un volume de glace de 0,044 km³. Le volume du glacier a donc subi une perte de volume de 18 % par rapport au sous-stade II-III. La diminution du volume s'exprime aussi par un recul du stock d'eau à 0,041 km³.
- Lors du stade IV, le glacier a une superficie d'environ 0,1 km² et son volume était quasiment négligeable (0,001 km³). Entre les stades III et IV, le glacier a ainsi perdu 97 % de son volume. Il a donc cessé de stocker l'eau solide pendant les périodes estivales. Le recul a provoqué un changement progressif du régime hydrologique glaciaire du torrent de Rougnoux vers un régime nival.

6 - Perspectives

- 26 Pour une meilleure connaissance des fluctuations glaciaires holocènes dans la partie Sud du massif des Écrins, il serait intéressant de dater des moraines afin de reconstituer le cadre chronologique du désenglacement. Une tentative de datation de ces dépôts, basée sur l'étude des sols et la position de la ligne d'équilibre glaciaire, a déjà été effectuée par (HOFMANN, 2015). De plus, nous pourrions proposer des datations absolues des dépôts morainiques à partir des nucléides cosmogéniques (SIAME *et al.*, 2000) pour les stades I à III et de la lichénométrie pour les moraines du stade IV (BRINER, 2011). Il serait notamment intéressant de comparer ces estimations avec ceux de COSSART *et al.*, (2006, 2011). De plus, on trouve au Sud du massif des Écrins de nombreux dépôts morainiques qui ne sont pas encore étudiés. BIJU-DUVAL (1975) a déjà mentionné des vallums morainiques en aval du glacier de Chabournéou et on observe, par exemple, deux crêtes morainiques bien préservées à l'Est du refuge du Vallonpierre.
- 27 L'analyse géomorphologique des dépôts morainiques et l'interprétation du MNT nous ont donc permis d'identifier 4 stades principaux et un sous-stade de moraines dans le vallon de Rougnoux. Notre étude établit, pour la première fois, une chronologie relative de ces formations. Elle apporte des informations supplémentaires à MONJUVENT (1973, 1978) et contribue ainsi à une meilleure connaissance des fluctuations glaciaires dans la partie Sud du massif des Écrins. L'équation de BAHR (2011) permet d'estimer le déclin progressif du volume du glacier pour chaque stade et son retrait jusqu'à sa disparition. Le glacier a ainsi perdu sa fonction de stock d'eau solide et le régime du torrent de Rougnoux s'est progressivement transformé d'un régime glaciaire en un régime nival.

BIBLIOGRAPHIE

- BAHR D.B., MEIER M.F., PECKHAM S. D., (1997), The physical basis of glacier volume-area scaling, *Journal of Geophysical Research*, 102, B9, p. 20355-20362.
- BAHR D.B., (2011), Estimation of glacier volume and volume change by scaling methods, in SING V.P., SINGH P., HARITASHYA U.K. (ed.), *Encyclopedia of snow, ice and glaciers*, p. 278-280.
- BAHR D.B., PFEFFER T.W., KASER G., (2015), A review of volume-area scaling of glaciers, *Reviews of Geophysics*, 53, 1, p. 95-140.
- BIJU-DUVAL J., (1975), *Étude pétrologique des terrains cristallins de la région du Sirac (Sud du massif des Écrins-Pelvoux Haut Dauphiné)*, thèse de doctorat, Université de Grenoble, 107 p.
- BRINER J.P. (2011), Dating glacial landforms, in SING V.P., SINGH P., HARITASHYA U.K. (ed.), *Encyclopedia of snow, ice and glaciers*, p. 175-186.
- COSSART E. (2005), *Évolution géomorphologique du haut bassin durancien (Alpes du Sud, France) depuis la dernière glaciation*, thèse de doctorat, Université de Paris VII, 360 p.
- COSSART E., FORT M., JOMELLI V., GRANCHER D., (2006), Les variations glaciaires en Haute-Durance (Briançonnais, Hautes-Alpes) depuis la fin du XIX^e siècle : mise au point d'après les documents d'archives et la lichénométrie, *Quaternaire*, 17, 1, p. 75-92.
- COSSART E., BOURLES D., BRAUCHER R., CARCAILLET J., FORT M., SIAME L., (2011), L'englacement du haut bassin durancien (Alpes françaises du sud) du dernier maximum glaciaire à l'Holocène : synthèse chronologique. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, p. 123-142.
- CAMPY M., MACAIRE J.-J., GROSBOIS C., (2013), *Géologie de la surface*. Dunod, Paris, 464 p.
- GARDENT M., (2014), *Inventaire et retrait des glaciers dans les alpes françaises depuis la fin du Petit Age Glaciaire*, thèse de doctorat, Université de Grenoble, 444 p.
- HOFMANN F.-M., (2015), *Reconstitution des fluctuations glaciaires dans le vallon de Rougnoux*, mémoire de Licence, Université de Tübingen, 105 p.
- LUCIEER A., DE JONG S.M., TURNER D., (2014), Mapping landslide displacements using Structure from Motion (SfM) and image correlation of multi-temporal UAV photography, *Progress in Physical Geography*, 38, 1, p. 97-116.
- MONJUVENT G., (1973), La transfluence Durance-Isère. Essai de synthèse du Quaternaire du bassin du Drac (Alpes françaises), *Géologie Alpine*, 49, p. 57-118.
- MONJUVENT G., (1978), *Le Drac. Morphologie, stratigraphie et chronologie quaternaires d'un bassin alpin*, Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Grenoble, 433 p.
- SIAME L., BRAUCHER R., BOURLES D.L. (2000), Les nucléides cosmogéniques produits in-situ : de nouveaux outils en géomorphologie quantitative, *Bulletin de la Société géologique de France*, 171, 4, p. 383-396.
- WESTOBY M.J., BRASINGTON J., GLASSER N.F., HAMBREY M.J., REYNOLDS J.M., (2012), 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications, *Geomorphology*, 179, p. 300-314.
- ZEPP, H. (2011), *Geomorphologie*, UTB-Verlag, Stuttgart, 385 p.

RÉSUMÉS

Les fluctuations glaciaires dans le bassin versant amont du Drac Blanc (massif des Écrins, Alpes françaises) n'ont pas encore fait l'objet d'une étude détaillée. Pour combler cette lacune, nous proposons une chronologie relative des dépôts morainiques du glacier du Drac Blanc. Notre étude se base sur l'observation morphométrique des dépôts morainiques dans le vallon de Rougnoux. Nous avons réalisé un modèle numérique de terrain en appliquant l'approche « *Structure-from-motion* ». Le modèle numérique de terrain a permis de préciser la chronologie relative. De plus, il a rendu possible un calcul du volume potentiel du glacier à partir de l'équation établie par BAHR *et al.* (1997). Grâce à l'analyse des dépôts d'origine glaciaire et du modèle numérique de terrain, nous avons identifié quatre stades et un sous-stade morainiques dans le vallon de Rougnoux.

Glacier fluctuations in the Drac Blanc catchment (Massif des Écrins, French Alps) are not well understood. To fill this gap, we propose a relative chronology of the Drac Blanc glacier's retreat. Our study is based on a morphometric investigation of the glacial deposits in the Rougnoux valley. We developed a Digital Elevation Model (DEM) of the Rougnoux valley using over 20 aerial photographs based on the 'Structure from motion' approach. The DEM enabled us to improve the relative chronology and estimate the glacier's volume based on a power law established by BAHR *et al.* (1997). In the Rougnoux valley, we identified four moraine stages and one sub-stage through the interpretation of the DEM and the morphometric investigation of the glacial deposits.

INDEX

Mots-clés : moraine, glacier, chronologie relative, modèle numérique de terrain, Écrins, Alpes

Keywords : Moraines, Glacier, Relative chronology, Digital Elevation Model, Ecrins, Alps

AUTEURS

HADRIEN DI COSTANZO

Aix-Marseille université, hadrien.di-costanzo@etu.univ-amu.fr

FELIX-MARTIN HOFMANN

Universität Tübingen, Forschungsbereich Geographie, Rümelinstraße 19-23, D-72070 Tübingen, felix-martin.hofmann@student.uni-tuebingen.de