

Changement climatique et atrophie des masses glaciaires : quelles mutations pour les paysages islandais ?

L'évolution des marges proglaciaires du Morsárjökull et du Skaftafellsjökull (Sud-est de l'Islande) depuis le Petit Âge glaciaire

Marie Chenet et Erwan Roussel



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/echogeo/1883>

DOI : [10.4000/echogeo.1883](https://doi.org/10.4000/echogeo.1883)

ISSN : 1963-1197

Éditeur

Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (CNRS UMR 8586)

Référence électronique

Marie Chenet et Erwan Roussel, « Changement climatique et atrophie des masses glaciaires : quelles mutations pour les paysages islandais ? », *EchoGéo* [En ligne], 4 | 2008, mis en ligne le 21 février 2008, consulté le 01 août 2021. URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/1883> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.1883>

Ce document a été généré automatiquement le 1 août 2021.

EchoGéo est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND)

Changement climatique et atrophie des masses glaciaires : quelles mutations pour les paysages islandais ?

L'évolution des marges proglaciaires du Morsárjökull et du Skaftafellsjökull (Sud-est de l'Islande) depuis le Petit Âge glaciaire

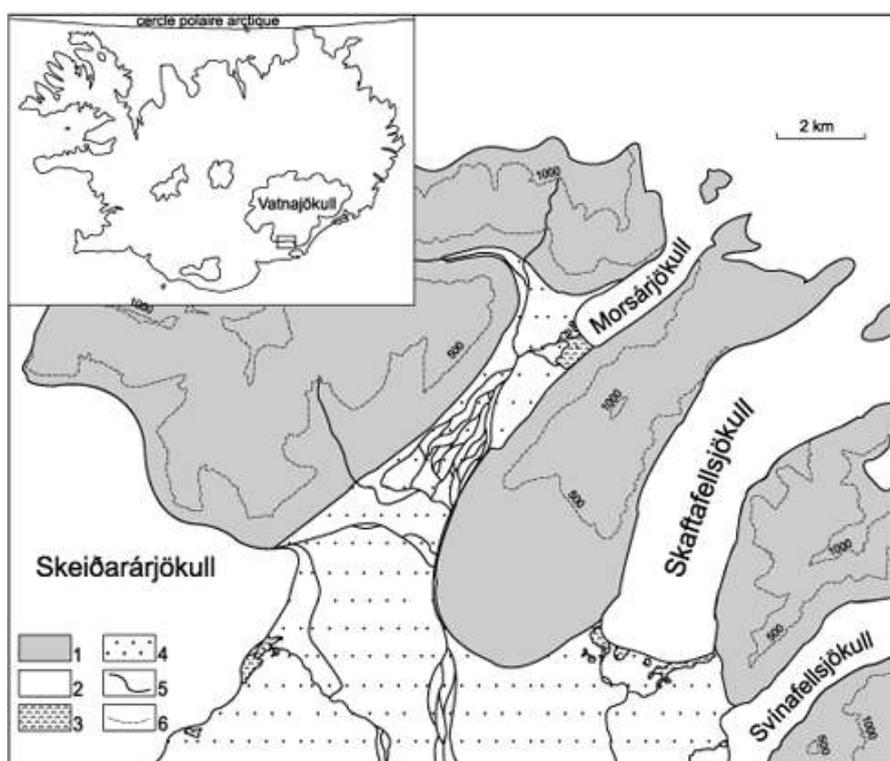
Marie Chenet et Erwan Roussel

- 1 Le champ des sciences s'intéressant au Changement climatique global est vaste : les glaciologues sondent et mesurent les glaciers, les climatologues modélisent les climats futurs, les biologistes détectent les changements d'écosystèmes... Le géomorphologue trouve également sa place dans le débat en se concentrant sur ce qu'il connaît le mieux : le paysage et les changements qui l'affectent.
- 2 Dans ce contexte général de recherche, l'étude des milieux froids, dont les milieux de hautes latitudes, est privilégiée car ces milieux subissent des changements rapides. Une attention particulière est portée à la reconstitution des changements environnementaux passés afin de mieux prédire les changements futurs. Ainsi, une des réponses les plus visibles du réchauffement global est la diminution des masses glaciaires depuis environ 150 ans, c'est à dire depuis la fin du Petit Âge glaciaire¹.
- 3 C'est sur l'Islande, la terre des glaces, que notre choix s'est porté pour mener des recherches sur les mutations paysagères consécutives au changement climatique global. Dans ce milieu subpolaire, peu d'études françaises ont été menées sur ce thème (Bodéré, 1985). Le recul généralisé des marges glaciaires entraîne la mise à l'affleurement de surfaces en proie à de nouvelles dynamiques. Le travail consiste à construire une chronologie précise de la fluctuation des masses glaciaires pour appréhender ses conséquences sur les versants de montagne et les cours d'eau proglaciaires.

Présentation du terrain

- 4 Le terrain d'étude a été choisi dans le sud-est de l'Islande, dans la région de l'Öræfi (64° N ; 16°9 W). La calotte glaciaire du Vatnajökull (la plus grande d'Europe, 8000 km²) y donne naissance à de nombreuses langues glaciaires de type alpin (fig.1). Deux glaciers ont été retenus, le Morsárjökull et le Skaftafellsjökull², longs respectivement de 4 et 9 km. Contrairement à certains de leurs voisins, ces glaciers ne sont pas soumis aux phénomènes de *jökulhlaup*³, la variation de leur front est donc essentiellement liée à des changements climatiques.
- 5 Les vallées glaciaires sont encadrées de versants dont l'altitude peut atteindre les 1 000 m et qui sont disséqués par un réseau dense de ravines, drainées ou non. Le substrat est composé de basalte mis en place à la fin du Tertiaire, et de hyaloclastite et de rhyolite, datant du début du Quaternaire. Le fond des vallées est drainé par des cours d'eau proglaciaires, c'est à dire issus des langues glaciaires.
- 6 L'ambiance climatique de la région est de type subpolaire océanique : les températures y sont relativement douces pour la latitude (moyenne annuelle : 4,8°C) et les précipitations abondantes (moyenne annuelle : 1800 mm), sous forme neigeuse ou pluviale (valeurs enregistrées à Fagurhólsmyri au niveau de la mer, à 23 km au sud-est de Skaftafell, pour la période 1961-2006).

Figure 1 - Localisation des glaciers Morsárjökull et Skaftafellsjökull.



1 : versants ; 2 : masses glaciaires ; 3 : lacs proglaciaires ; 4 : zone proglaciaire ; 5 : cours d'eau ; 6 : courbes de niveau (en m).

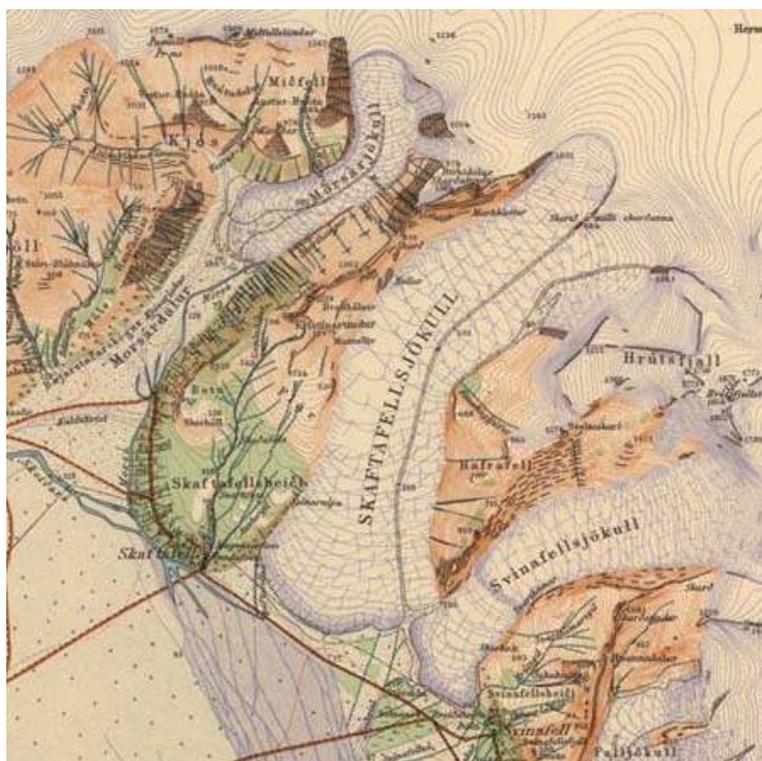
Reconstitution de l'évolution glaciaire depuis la fin du Petit Âge glaciaire

Le recours aux documents iconographiques

- 7 L'Islande a fait l'objet d'une bonne couverture aérienne durant la deuxième moitié du 20^e siècle. Des photographies aériennes prises en 1945, 1968, 1980, 1997 et 2003 ont donc été utilisées pour cartographier l'évolution des limites glaciaires. Ces

photographies ont dû être géoréférencées au sein d'un Système d'Information Géographique (SIG). Une carte topographique danoise, levée en 1904, est également disponible. Nous ne l'avons pas incluse dans le SIG, étant donné son manque de précision et la difficulté de géoréférencement, mais elle permet d'avoir une idée de l'extension des langues glaciaires étudiées en 1904, et en particulier, de constater que les glaciers Skaftafellsjökull et Svínafellsjökull confluaient (fig. 2). Le recours aux documents iconographiques reste insuffisant pour établir une chronologie précise des variations glaciaires. Pour affiner ces connaissances, une méthode de datation indirecte a été utilisée, la lichénométrie.

Figure 2 : Extrait de la carte topographique de 1904

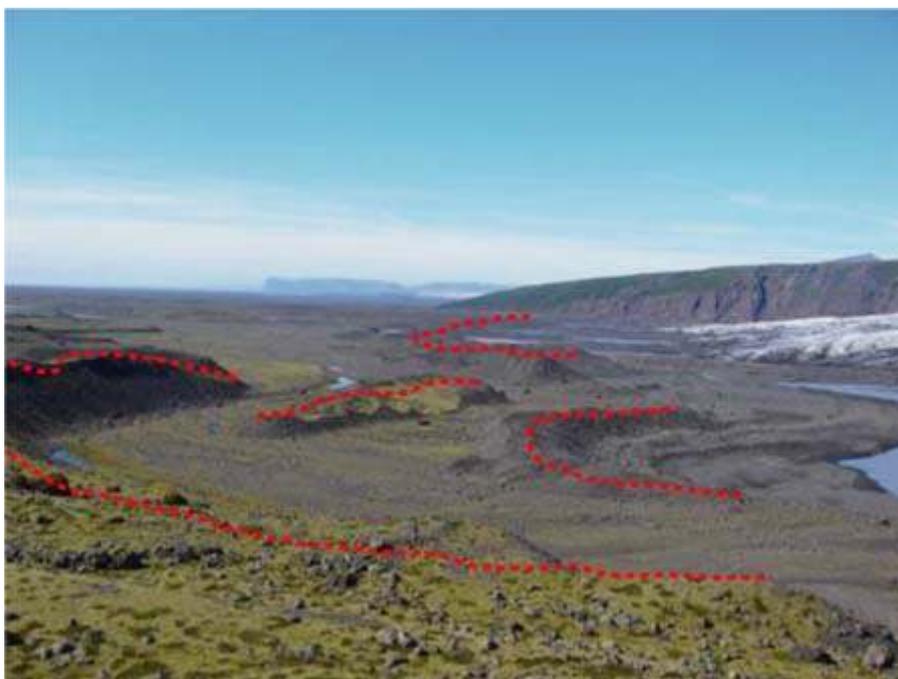


La réunion des glaciers Skaftafellsjökull et Svínafellsjökull est nettement visible, ainsi que l'extension du glacier Morsárjökull.

La datation des héritages glaciaires par la lichénométrie

- 8 Un glacier charrie des matériaux arrachés par délogement ou provenant des parois. Lorsque le glacier fond, ces matériaux se déposent aux marges du glacier pour former des moraines, latérales ou frontales. La zone proglaciaire (zone de piémont d'un glacier) se caractérise donc souvent par la présence d'une série de cordons morainiques, témoins des extensions passées du glacier (fig. 3). Une cartographie de ces moraines a été réalisée à partir de photographies aériennes, puis complétée par des mesures GPS, enregistrées sur le terrain.

Figure 3 - Les moraines frontales du glacier Skaftafellsjökull



Les débris charriés par la glace se déposent en marges du glacier et témoignent des positions successives du front glaciaire. La position des cordons morainiques a été surlignée

La datation des moraines par la lichénométrie

- 9 Une fois libérés des glaces, ces cordons morainiques font l'objet d'une rapide colonisation par les lichens⁴ (fig. 4). La lichénométrie consiste à mesurer le diamètre des thalles de lichen pour en déduire leur âge, et donc le début de leur colonisation. Elaborée par Beschel en 1950, cette méthode est très utilisée dans les environnements arctiques et alpins car les lichens y grandissent lentement et se caractérisent par une certaine longévité. Elle a connu de nombreuses améliorations pour devenir une méthode de datation statistiquement fiable, grâce à l'application de méthodes statistiques (Benedict, 1967 ; Innes, 1985 ; Bradwell, 2004 ; Jomelli et al., 2007).

Figure 4 - Lichens de type *Rhizocarpon Geographicum*

Reconnaisable à ses couleurs vertes et noires, c'est le lichen le plus utilisé en lichénométrie.

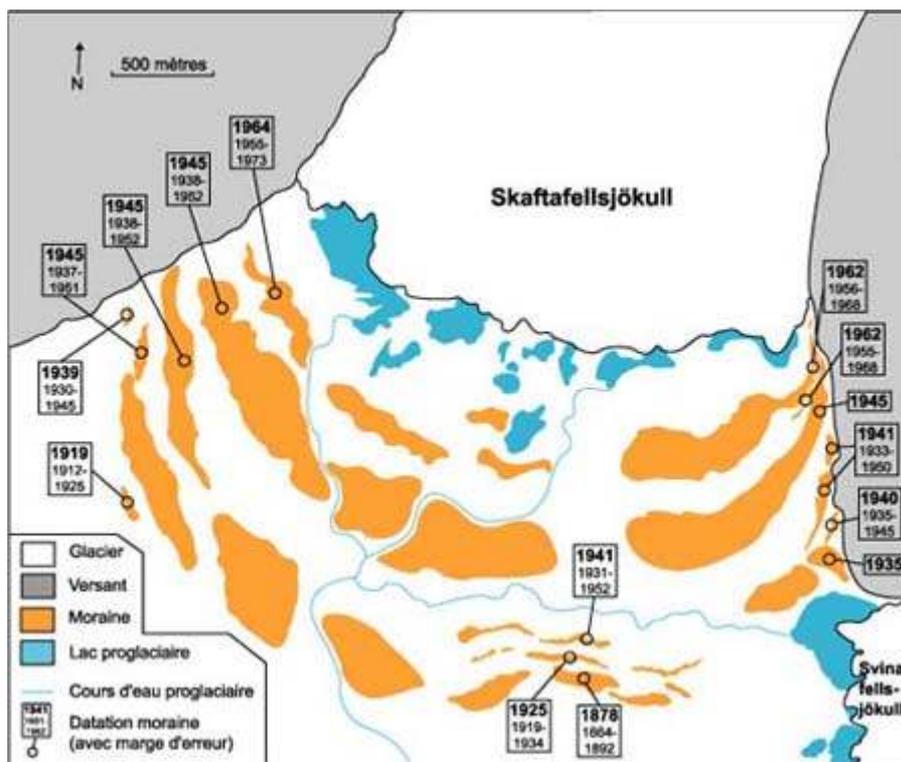
- 10 Une courbe de croissance des lichens pour le sud-est de l'Islande a donc été élaborée, en prenant en compte les facteurs stationnels (nature du substrat, exposition des blocs, enneigement) qui sont susceptibles d'influencer la croissance des lichens. Des surfaces rocheuses dont la date de mise en place est connue (coulées de lave, chutes exceptionnelles de blocs, tombes, digues, etc.) ont été repérées à proximité du site d'étude, dans un rayon de 30 km maximum, et sur chacune d'entre elles, les 50 plus gros lichens ont été mesurés. La procédure a été répétée sur chaque cordon morainique, puis l'ensemble des données a été traité statistiquement.

Les variations des fronts glaciaires dans le Sud-est de l'Islande depuis la fin du Petit Âge glaciaire : l'exemple du Skaftafellsjökull

- 11 Deux cartes ont été réalisées : la première, basée sur la lichénométrie, illustre les variations glaciaires depuis la fin du Petit Âge Glaciaire (fig. 5), la seconde, plus précise, présente l'évolution des fronts glaciaires depuis 1904 (fig. 6).
- 12 Le Skaftafellsjökull connaît un retrait généralisé de ses marges de 2 km environ depuis son extension maximale au Petit Âge glaciaire (vers 1878, à ± 14 ans près, selon les données lichénométriques). Il est alors raccordé à son voisin, le Svínafellsjökull, et ce n'est qu'en 1935 que les deux langues glaciaires se séparent.
- 13 Jusqu'en 1945, le front glaciaire recule de 950 m vers le nord-est (déplacement moyen annuel : 23 m), puis encore de 600 m entre 1945 et 1968 (déplacement moyen annuel : 26 m), correspondant à une période relativement plus chaude (Thompson, 1988). Une baisse des températures à partir de 1964 va mettre fin à cet épisode de retrait continu, et c'est à partir de 1968 que vont alterner des périodes de réavancées et de reculs des fronts glaciaires : en 1980, le glacier est plus étendu qu'en 1975. Depuis 1980, le processus de recul des marges est à nouveau dominant, processus qui semble s'accélérer les six dernières années (-200 m entre 1997 et 2003 soit un déplacement moyen annuel de 33 m). Les dernières observations de terrain faites pendant les étés

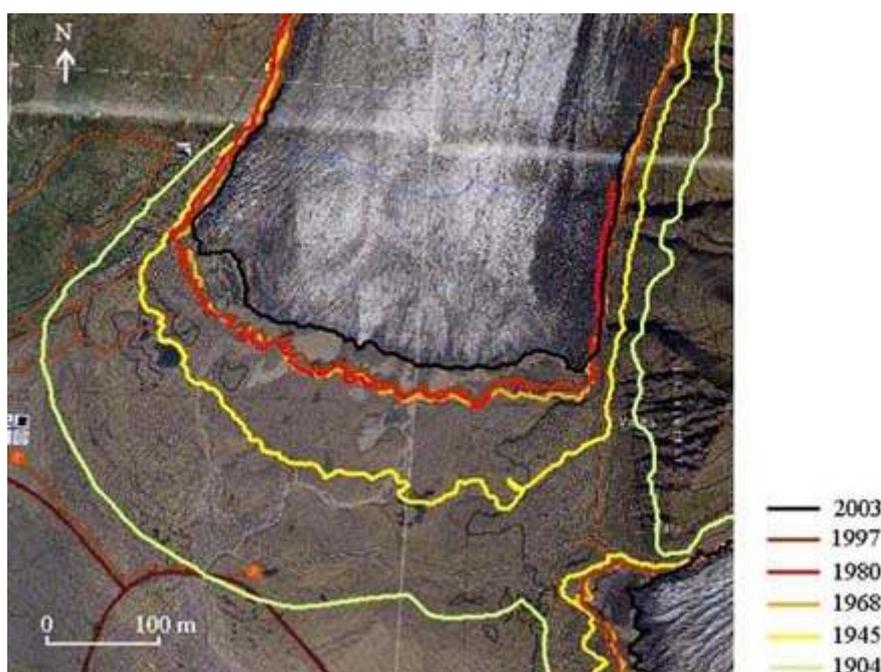
2005, 2006 et 2007 tendent à confirmer cette accélération du retrait glaciaire (environ 50 m observés entre chaque été).

Figure 5 - Datation des moraines du glacier Skaftafellsjökull par lichénométrie



Les limites glaciaires représentées ici correspondent à sa position en 2003. Les années indiquées sont accompagnées d'un intervalle de confiance, calculé statistiquement.

Figure 6 - Evolution des marges glaciaires du skaftafellsjökull depuis 1904



Les limites ont été obtenues à partir de documents iconographiques

Sur les versants déglacés, une forte libération de matériaux L'effet de la déglaciation sur un versant, une rupture d'équilibre

- 14 Lorsqu'une langue glaciaire se met en place dans une vallée, elle exerce un champ de pression sur les parois l'encadrant, notamment une contrainte de cisaillement, proportionnelle à l'épaisseur du glacier. La paroi, pour répondre à cette contrainte, exerce alors une force inverse égale (Paterson, 1981 ; Bovis, 1990 ; Augustinus, 1995).
- 15 La disparition du glacier entraîne une modification du champ de pression, l'équilibre des forces est alors rompu. Du fait de l'inertie inhérente à la paroi, le substrat rocheux conserve sa force de réaction pendant un certain temps après la fonte du glacier, c'est ce qu'on appelle la détente post-glaciaire. Plus ou moins importante selon la lithologie et la structure des versants (Young, 1972, Birot, 1981), elle entraîne une déstabilisation du versant associée à la formation de plans de rupture au sein des parois rocheuses (Lewis, 1954 ; Luckman, 1988 ; Evans et Clague, 1994 ; André, 1997 ; Ballantyne, 2002).
- 16 Les marges du glacier Skaftafellsjökull sont le témoin de cette déstabilisation.
Les signes de la détente post-glaciaire sur les marges du Skaftafellsjökull
- 17 La détente post-glaciaire se caractérise, sur les marges du Skaftafellsjökull, par une libération importante de matériaux depuis les parois rocheuses. Ce transit de matériaux se fait par le biais de divers processus :
- des écroulements rocheux. Des nombreux amas de blocs jalonnent le bas des versants. Ils sont constitués d'éléments généralement supérieurs à 1 m³ et anguleux (fig.7a).
 - une éboulisation rapide de la paroi, par rapport aux versants qui n'ont pas été récemment englacés. De nombreux tabliers d'éboulis recouvrent la paroi sous la limite d'englacement du Petit Âge glaciaire. Ils se caractérisent par des pentes de 34-35° et un matériel hétérométrique anguleux (fig.7a).
 - une production massive de matériaux qui se concentrent dans les ravines et sont ensuite pris en charge par des coulées de débris. Ceci aboutit à la construction de grands cônes au débouché de ravines (fig.7b). Sur la marge est du Skaftafellsjökull, la mesure du volume de ces cônes a révélé que leur rythme de construction est 10 à 100 fois plus rapide que ceux formés au pied de versants de même lithologie et évoluant dans les mêmes conditions climatiques, mais n'ayant pas connu d'englacement au Petit Âge glaciaire.
- 18 L'observation de la reconquête végétale des parois nous renseigne sur la durée d'activité de ces processus. Soixante ans après le départ des glaces, la végétation se développe à nouveau de façon significative sur les versants (colonisation par des herbes, des mousses puis des arbustes de type saule au bouleau), signe d'une diminution des transits de matériaux et d'une stabilisation progressive des versants. Mais cette colonisation végétale, particulièrement rapide dans les secteurs étudiés comparée à d'autres régions d'Islande ou à d'autres milieux froids du globe, est également liée à la présence de loess sur les versants. Les placages de loess (éléments fins transportés par voie éolienne) offrent un terrain d'implantation favorable pour les végétaux. Ils sont particulièrement présents dans la région du fait des vents violents et de la proximité des sandurs⁵ qui constituent un stock important de matériaux sujets à la déflation éolienne.

Figures 7 - Manifestation de la détente post-glaciaire sur les versants encadrant le glacier Skaftafellsjökull



Figure a) processus d'ébouilissement et d'éroulements sur le versant ouest du Skaftafellsjökull. La paroi basaltique, d'un commandement de 200 m, a été totalement englacée au Petit Âge Glaciaire.



Figure b) cône formé par des coulées de débris sur le versant est du Skaftafellsjökull (en tireté, la limite de l'englacement au Petit Âge glaciaire). Le versant basaltique se caractérise par un commandement de 480 m. La disparition du glacier n'a pas provoqué l'augmentation de la fréquence des coulées de débris, mais la déstabilisation du versant entraîne une plus grande fourniture de matériaux mobilisables.

Des processus exacerbés par des facteurs locaux

- 19 Si l'effet de la détente post-glaciaire est bel et bien la cause d'une déstabilisation des versants immédiatement après le départ du glacier, ses effets sont exacerbés par des facteurs propres à la région étudiée.
- 20 Les versants encadrant le Skaftafellsjökull sont composés de basaltes prismés et de hyaloclastites, roches très fracturées, caractérisées par un réseau dense de fissures. Elles constituent donc un substrat favorable à l'écroulement de pans entiers de paroi par simple appel au vide. Par ailleurs, l'ambiance climatique (précipitations abondantes et nombreux cycles gel/dégel tout au long de l'année) favorise les processus de gélifraction et la prise en charge des matériaux par des coulées de débris.
- 21 On assiste ainsi, sur les versants, à un cortège de processus qui agissent en relais. Le Sud-est de l'Islande constitue donc une région où les conséquences du retrait des glaciers sont amplifiées par des facteurs locaux.

Les cours d'eau : de l'aggradation à l'incision
Le tressage : un style fluvial proglaciaire typique

- 22 Les cours d'eau à l'aval des glaciers adoptent le plus souvent un style fluvial de tressage lié à la variabilité des débits liquides et au charriage d'un stock sédimentaire d'origine morainique abondant. Les rivières en tresses sont très communes en Islande et sont à l'origine de la majorité des dépôts alluviaux (Krigström, 1962). Ainsi, les zones proglaciaires et les plaines fluvio-glaciaires (sandurs) à l'aval du Morsárjökull et du Skaftafellsjökull ne dérogent pas à la règle. Ces deux sandurs affichent de larges bandes actives de tressage (environ 980 m et 580 m de largeur moyenne pour, respectivement, le tressage à l'aval du Morsárjökull et du Skaftafellsjökull) (fig.8).

Figure 8 – Tressage de la rivière Morsá



La Morsá, issue du glacier Morsárjökull (non visible sur la photo), se caractérise par une multiplication de ses chenaux lorsqu'elle s'écoule dans la vallée

- 23 L'espace intérieur de ces bandes actives se compose de chenaux divagants et confluents qui délimitent, lors des basses eaux, des bancs transversaux dépourvus de végétation. Cette absence de végétation signale que l'ensemble de la bande active est régulièrement inondé. Ces milieux de sandurs sont considérés comme des systèmes géomorphologiques où l'aggradation prédomine, particulièrement lors des avancées glaciaires (Maizels, 1979). Cependant, le recul glaciaire modifie les paramètres régissant le fonctionnement de l'hydrosystème et provoque indirectement des mutations paysagères, même sur la partie aval des bassins versants.

Recul glaciaire et modification du style fluvial

- 24 La fonte des glaciers depuis la fin du Petit Âge glaciaire implique une augmentation du volume d'eau liquide entrant dans l'hydrosystème et parallèlement, une baisse relative de la charge sédimentaire, liée notamment au piégeage d'une partie du matériel grossier dans les lacs proglaciaires (Boulton, 1986 ; Benn *et al*, 2003) (fig. 1). Cette évolution affecte les deux paramètres principaux (débit liquide et charge sédimentaire) qui déterminent le style fluvial (Schumm, 1977). Lorsqu'on utilise les modèles qualitatifs établis par Schumm en 1969 (fig. 9) reliant l'évolution des débits liquides (Q_l) et solides (Q_s) aux caractéristiques géométriques du chenal comme la largeur (w) ou la profondeur (d), on s'aperçoit qu'un renforcement du débit liquide et une diminution de la charge sédimentaire entraînent une augmentation de la profondeur du chenal (d^+) tout en maintenant une largeur plus ou moins constante ($W^{+/-}$). Sur le sandur à l'aval du Morsárjökull, cette relation théorique se vérifie.

Figure 9 - modèle quantitatif de Schumm (1969)

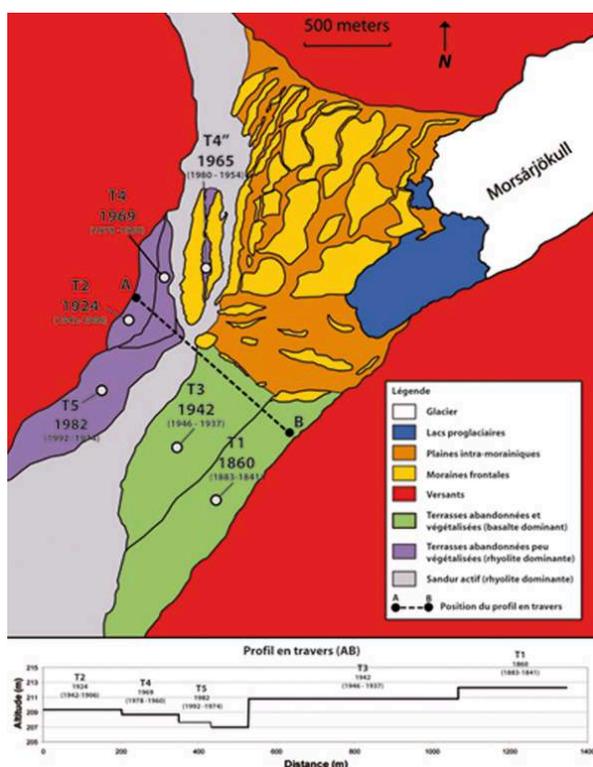
$$Q_l^+ Q_s^- \approx W^{+/-} ; d^+ ; (W/d)^+ ; S^- ; I_s^+$$

Avec :

| | |
|---------|------------------------------------|
| Q_l | Débit liquide |
| Q_s | Débit solide (charge sédimentaire) |
| W | Largeur de chenal |
| d | Profondeur de chenal |
| (W/d) | Ratio largeur / profondeur |
| S | Pente |
| I_s | Indice de sinuosité |

- 25 La période postérieure au Petit Âge Glaciaire est largement dominée par l'incision des sandurs. Elle se traduit par l'abandon de terrasses colonisées par la végétation. La datation lichénométrique de l'abandon des terrasses combinée au levé d'un profil en travers de la vallée renseigne sur les rythmes de rétraction de la bande active et de dégradation du sandur (figure 10). Ainsi, au niveau du profil (AB), la largeur de la bande active a été divisée par 11 et le sandur s'est incisé de 5,30 mètres en 150 ans (de 1860 à nos jours). Cette évolution s'accompagne d'une diminution de la multiplicité des chenaux qui répond directement au déficit sédimentaire. Ce type de mutation a déjà été observé sur les plaines fluvio-glaciaires à l'aval des glaciers Lovenbreen au Spitsberg (Roussel, 2005). Sur le sandur à l'aval du Morsárjökull, la rétraction de la largeur de tressage n'empêche cependant pas les chenaux de saper épisodiquement la base des dépôts de bas de versant. La recharge sédimentaire apportée à l'hydrosystème par ce type d'érosion latérale demeure néanmoins extrêmement faible face au stock hérité de la période d'avancée glaciaire du Petit Âge Glaciaire qui compose l'extrême majorité de la plaine alluviale.

Figure 10 – Rythme de rétraction de la bande active et d'incision du sandur en aval du Morsárjökull



Les datations lichénométriques de l'abandon des terrasses sont accompagnées d'un intervalle de confiance

Conclusion

- 26 Le sud-est de l'Islande, comme la plupart des milieux froids du globe, subit un changement climatique qui entraîne la rétraction de ses appareils glaciaires. C'est le cas des langues glaciaires qui découlent de la calotte glaciaire du Vatnajökull, et notamment des glaciers Morsárjökull et Skaftafellsjökull. Ce dernier a vu ses marges reculer d'environ 2 km par rapport à son extension maximale durant le Petit Âge glaciaire, au début du 19^e siècle. Ce retrait n'a cependant pas eu lieu à une vitesse constante, et des périodes de réavancées, notamment durant les années 1960 et 1970, ont pu être relevées.
- 27 La diminution des surfaces englacées entraîne, d'une part, la mise à l'affleurement de portions de versant, et d'autre part, une libération d'eau liquide en fond de vallée. La réponse des versants à ce nouvel environnement « non-glaciaire » se manifeste par des phénomènes d'ébouilissement et d'écroulements rocheux, mais aussi par une augmentation du matériel mobilisable par les coulées de débris. Les conditions climatiques particulières de l'Islande (précipitations importantes et nombreux cycles gel-dégel) contribuent également au démantèlement des parois et renforcent l'effet de la détente post-glaciaire. D'importants stocks de « matériel » transitent alors sur les versants, et des transferts de sédiments ont lieu jusqu'à ce que les stocks se tarissent et que les versants se stabilisent. Les cours d'eau réagissent également rapidement à la diminution des masses glaciaires. L'augmentation des volumes d'eau liquide et la diminution de la charge sédimentaire entraînent une incision importante des chenaux, laissant les terrasses en proie à la végétalisation, et une diminution du phénomène de

tressage. L'ensemble des transferts sédimentaires amont/aval et versant/fond de vallée se trouvent ainsi modifiés.

- 28 Le Changement Global Climatique a donc des conséquences directes et indirectes sur les paysages du sud-est de l'Islande et induit des mutations paysagères de forte ampleur.

Remerciements

Les auteurs remercient les professeurs M.-F. André et C. Le Cœur qui dirigent ces recherches, ainsi que D. Grancher et V. Jomelli qui ont permis l'élaboration de la courbe de croissance des lichens pour le Sud-est de l'Islande. Les missions de terrain ont été financées par le Laboratoire de Géographie Physique de Meudon (UMR 8591), le laboratoire GEOLAB de Clermont-Ferrand (UMR 6042) et le GDR Arctique. Merci également à Ragnar F. Kristjansson, directeur du *Skaftafell National Park*, pour l'aide apportée sur place. Ce travail a été enrichi grâce aux remarques constructives d'Étienne Cossart, de Monique Fort et de Georges Rovéra.

BIBLIOGRAPHIE

- André M.F., 1997, Holocene rockwall retreat in Svalbard : a triple rate of evolution. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22, p. 423-440.
- Armstrong R.A., 2004, Lichens, Lichenometry and Global Warming. *Microbiologist*, September 2004, p. 32-35.
- Augustinus P., 1995, Rock mass strength and the stability of some glacial slopes. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 39 (1), p. 55-68.
- Ballantyne C.K., 2002, Paraglacial Geomorphology. *Quaternary Science Review*, 21, p. 1935-2017.
- Benedict J.B., 1967, Recent glacial history of an alpine area in the Colorado Front Range, USA. Establishing a lichen growth curve. *Journal of Glaciology*, 6, p. 817-832.
- Benn D.I., Kirkbride M.P., Owen L.O., Brazier V., 2003. Glaciated Valley Landsystems, in Evans D.J.A, ed., *Glacial Landsystems*. Londres, Arnold, p. 372-406.
- Bertran P. (ed), 2004, Dépôts de pente continentaux. Dynamique et faciès. *Quaternaire*, HS 1, 258 p.
- Beschel R.E., 1950, Fletschen als Altermasstab Rezentner Moränen. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 1, p. 152-161.
- Birot P., 1981. *Les processus d'érosion à la surface des continents*. Paris, Masson, 605 p.
- Bodéré J.C., 1985. *La région côtière sud-est de l'Islande. Recherches géomorphologiques*. Thèse d'Etat Lettres, Université de Brest, 1827 p.
- Boulton G.S., 1986. A theory of drumlin formation by subglacial sediment deformation, in Menzies J. et Rose J., (eds.). *Drumlin Symposium*, Balkema, Rotterdam, p. 25-80.
- Bovis M.J., 1990, Rock-slope deformation at Affliction Creek, southern Coast Mountains, British Columbia. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 27, p. 243-254.
- Bradwell T., 2004, Lichenometric dating in southeast Iceland – the size-frequency approach. *Geografiska Annaler*, 86A, p. 91-101.

- Evans S.G., Clague J.J., 1994, Recent climatic change and catastrophic geomorphic processes in mountain environments. *Geomorphology*, 10, p.107-128.
- Innes J.L., 1985, Lichenometry. *Progress in Physical Geography*, 9, p. 187-254.
- Jomelli V., Grancher D., Naveau P., Cooley D., Brunstein D., 2007, Assessment study of lichenometric methods for dating surface. *Geomorphology*, 86, p. 131-143.
- Krigström A., 1962, Geomorphological studies of sandur plains and their braided rivers in Iceland. *Geografiska Annaler*, 44, 3-4, p. 328-346.
- Lewis W.V., 1954, Pressure release and glacial erosion. *Journal of Glaciology*, 2, p. 417-422.
- Luckman B.H., 1988, Debris accumulation patterns on talus slopes in Surprise Valley (Alberta). *Quaternary Proceedings*, 42(3), p. 247-278.
- Maizels J.K., 1979, Proglacial aggradation and changes in braided channel patterns during period of glacier advance : an alpine example. *Geografiska Annaler*, 61, 1-2, p. 87-101.
- Paterson W.S.B., 1981. *The physics of glaciers*. Second edition, Pergamon Press, 380 p.
- Roussel E., 2005, L'évolution morphologique récente du réseau hydrographique sur les marges des glaciers Lovén, presqu'île de Brøgger (Spitsberg, 79° N). *Norvège*, 194, p. 85-96.
- Schumm, S. A., 1969, River metamorphosis. *Journal of the hydraulics division, American society of civil engineers*, 95, p. 255-309.
- Schumm, S. A., 1977. *The Fluvial System*. New York, Wiley, 338 p.
- Thompson A., 1988, Historical development of the Proglacial Landforms of Svínafellsjökull and Skaftafellsjökull, Southeast Iceland. *Jökull*, 38, p. 17-30.
- Young A., 1972. *Slopes*. London, Longman, 288 p.

NOTES

1. Petit Âge glaciaire : dernière période climatique froide, qui se serait amorcée au 17^e siècle et terminée à la fin du 19^e siècle (ces limites temporelles font l'objet de nombreuses discussions).
2. *Jökull* : glacier, en islandais
3. *Jökulhlaup* : débâcle glaciaire liée à une éruption sous-glaciaire
4. Micro-organisme résultant d'une symbiose entre une algue et un champignon
5. plaines d'épandages fluvio-glaciaires

RÉSUMÉS

Le Changement climatique global observé depuis la fin du Petit Age glaciaire en Islande entraîne un retrait généralisé des fronts glaciaires. Ce retrait engendre de nouvelles dynamiques sur les surfaces déglacées, liées à la libération d'eau de fonte et à la détente postglaciaire. La datation par la lichénométrie des arcs morainiques et des terrasses fluviales permettent de reconstruire

l'évolution des marges proglaciaires du Morsárjökull et du Skaftafellsjökull (sud-est de l'Islande) depuis la fin du Petit Âge glaciaire. Les versants sont le théâtre d'importants processus d'éboulement et de chutes de blocs, tandis que l'on observe des phénomènes d'incision et de diminution du tressage au niveau des cours d'eau.

The Global Warming which occurs since the end of the Little Ice Age in Iceland leads to the retreat of the glacier fronts. This retreat has induced new dynamics in the glacier foreland, especially related to glacial meltwater and post-glacial release. Lichenometrics measures on moraine ridges and paleosandurs provide us the opportunity to reconstruct the evolution of the proglacial areas of the Morsárjökull and the Skaftafellsjökull (South-east Iceland) since the end of the Little Ice Age. Important processes of rockslides and rockfalls occur on slopes, whereas proglacial rivers undergo phenomena of incision and abandon of minor channels.

INDEX

Mots-clés : changement climatique, dynamiques de versant, hydrosystèmes proglaciaires, lichénométrie, Islande

Keywords : climatic change, slope dynamics, proglacial hydrosystems, lichenometry, Iceland

AUTEURS

MARIE CHENET

Marie Chenet (Marie.Chenet@cncs-bellevue.fr) est doctorante à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et est accueillie par Laboratoire de Géographie Physique de Meudon (CNRS-UMR 8591). Elle rédige actuellement une thèse sur les dynamiques de versant en contexte de glaciation dans le Sud-est de l'Islande.

ERWAN ROUSSEL

Erwan Roussel (erwan.rousseau@univ-bpclermont.fr) est doctorant à l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand et est accueilli par le laboratoire GEOLAB (CNRS-UMR 6042). Il rédige une thèse sur l'adaptation des écoulements proglaciaires en contexte paraglaciale dans le Sud de l'Islande.