

DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE DES PROCESSUS RESPONSABLES DES PETITS SOLS POLYGONAUX TRIÉS DE HAUTE MONTAGNE

Albert Pissart

Université de Liège, Département de Géographie physique, B.11, 4000 Liège, Belgique

MOT-CLÉ: Processus en hautes montagnes

KEYWORD: High Mountains Processes

STICHWORT: Hochgebirgsprozesse

ABSTRACT

In the Chambeyron massif, at 2800 m above sea level, reference marks have thrown light on geomorphological processes which operate in the formation of small periglacial sorted polygons.

In places where polygons have been destroyed, we observed:

- a) the formation of a polygonal net of contraction cracks which persisted for years but opened and closed;
- b) the appearance on the surface of pebbles uplifted by frost;
- c) the movement of pebbles on the surface and the sinking of some of these into the contraction cracks.

Painted pebbles buried in the centre of well formed polygons appeared in one year on the surface and in a further two years reached the stony borders.

Coloured fine material placed in a regular layer at the centre of the polygons showed the presence of mass movement in the centres of the polygons.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Chambeyron-Massiv (Westalpen) konnte im Höhenbereich von 2800 m mit Hilfe von Gesteinsmarkierungen Licht auf jene Prozesse geworfen werden, die an der Bildung der Kleinformen des periglazialen Polygonbodens beteiligt sind.

Auf Stellen, auf welchen der Polygonboden zerstört wurde, beobachteten wir:

- a) die Bildung eines polygonalen Netzwerkes aus Kontraktionsrissen, die jahrelang blieben, aber sich wechselweise öffneten und schlossen;
- b) das Erscheinen von Steinen an der Oberfläche durch Frosthebung;
- c) die Bewegung von Steinen an der Oberfläche und das Absinken von einigen derselben in den Kontraktionsrissen.

Bemalte Steine, eingegraben im Zentrum gut geformter Polygone, erschienen nach einem Jahr wieder an der Oberfläche und erreichten nach zwei weiteren Jahren den Steinrahmen der Polygone. Gefärbtes Feinmaterial, zu einer geordneten Schicht im Zentrum der Polygone ausgebreitet, bezeugte hernach die Anwesenheit einer Massenbewegung in den Zentren der Polygone.

I. Introduction

Des marques de couleur ont été inscrites sur plusieurs sols périglaciaires de la Haute Vallée du Chambeyron par J. Michaud et A. Cailleux en 1947. En 1950, ces auteurs ont publié les résultats de cette recherche. Par la suite, en 1963, 1968, 1970, 1972 et 1973, nous avons observé les mouvements qui affectaient non seulement les sols marqués par J. Michaud et A. Cailleux (Pissart 1964), mais aussi d'autres sols au sein desquels nous avons disposé des repères (Pissart 1971). Dès 1963, nous nous sommes rendu compte que les petits sols polygonaux triés dont le diamètre varie de 10 à 30 cm (fig. 1) évoluent rapidement de nos jours.

Figure 1. Photo du sol polygonal trié dans lequel ont été observées les coupes de notre figure 3. La règle est graduée en centimètres.



Nous avons alors multiplié les expériences au sein de ces polygones, et celles-ci nous ont permis de reconnaître les divers processus qui interviennent dans leur formation. Nous nous limiterons dans cet article, à exposer brièvement les observations qui concernent ces sols polygonaux de petite dimension. Nous verrons successivement les processus qui s'exercent au moment où apparaissent les premières structures et celles qui interviennent lorsque les polygones sont bien constitués.

II. Les expériences réalisées et leurs résultats.

A) PROCESSUS RESPONSABLES DE L'APPARITION PREMIÈRE DES SOLS POLYGONAUX.

Plusieurs groupes de sols polygonaux décimétriques qui étaient très bien développés ont été perturbés : les cailloux ont été soigneusement mélangés avec le matériel fin du centre des polygones. Les phénomènes qui ont été observés et que nous avons reconnus comme les premières manifestations de la reconstruction des sols polygonaux sont les suivants (voir fig. 2) :

Figure 2. Photo prise en 1973 montrant à gauche, des polygones décimétriques non perturbés, et à droite, une zone retournée en 1968. Les fissures de retrait sont peu ouvertes. Les polygones sont nettement bombés. Des cailloux sont apparus en grand nombre en surface et migrent vers le réseau de dépressions. Une photo du même sol prise en 1970 a été publiée par A. Pissart en 1971 (fig. 2, p. 255).



1. Ouverture de fissures de retrait et variations de volume subséquentes

Deux ans après le mélange du sol, un réseau polygonal de fissures de retrait était apparu. Les diverses photos prises lors des visites ultérieures montrent que, selon les années, les fissures sont plus ou moins largement ouvertes ; ce qui témoigne de variations de volume que contrôlent, au moins en partie, les variations de l'humidité du sol.

2. Apparition à la surface de cailloux sortant du matériel fin

D'une année à l'autre, des cailloux de plus en plus nombreux apparaissent à la surface. Ils sortent en effet du sol par le processus bien connu du soulèvement par le gel.

3. Déplacement à la surface des cailloux sortis du sol

La comparaison des photos prises lors de chaque visite montre que les cailloux se trouvant à la surface du sol subissent des déplacements faibles qui paraissent anarchiques tant que le sol polygonal n'est pas bien constitué.

4. Descente de cailloux dans les fissures de retrait

Ces déplacements anarchiques des pierres amènent des cailloux dans les fissures où ils tombent s'ils sont suffisamment petits, en se disposant souvent verticalement.

5. Bombement des masses limitées par les fissures de retrait

Les photos montrent que les parties centrales des polygones de retrait prennent une forme nettement bombée.

B) PROCESSUS OBSERVÉS AU SEIN DE POLYGONES TRIÉS BIEN CONSTITUÉS

Diverses expériences réalisées au sein de polygones bien constitués ont donné les résultats suivants:

1. Apparition en surface des cailloux enfoncés dans les centres fins de polygones

De nombreux cailloux colorés ont été complètement enfoncés dans les centres fins des polygones. Un an plus tard, ils étaient tous visibles à la surface.

2. Migration des cailloux depuis les centres de matériel fin vers les bordures de cailloux

Les cailloux apparus au centre des polygones, ainsi que des cailloux déposés à la surface au centre des polygones se trouvent en grand nombre, 12 mois après, dans les bordures caillouteuses. Deux ans plus tard, tous les cailloux ont quitté les centres de matériel fin.

3. Mouvement de masse du matériel fin du centre des polygones

Un champ polygonal trié a été entièrement recouvert de petits cailloux. Deux ans plus tard, les centres de matériel fin s'étaient soulevés et apparaissaient à la surface. Après que se soit écoulé encore le même laps de temps, les plages de matériel fin s'étaient élargies et donnaient à nouveau l'image d'un sol trié bien constitué.

Des couches de matériel fin coloré, épaisses de quelques millimètres et ayant 5 cm de diamètre ont été disposées à quelques centimètres de profondeur au centre des polygones. Après un an, ces couches montraient des déformations remarquables dont nous donnons des exemples sur les figures 3 et 4. Les déformations présentent le même style dans toutes les coupes observées, et indiquent un soulèvement des parties extérieures des centres des polygones.

Figure 3. Dessins montrant les déformations subies par une couche colorée disposée horizontalement dans le matériel fin du polygone montré à la figure 1. Les coupes se succèdent à 0,5 cm d'intervalle (d'après des diapositives en couleur).

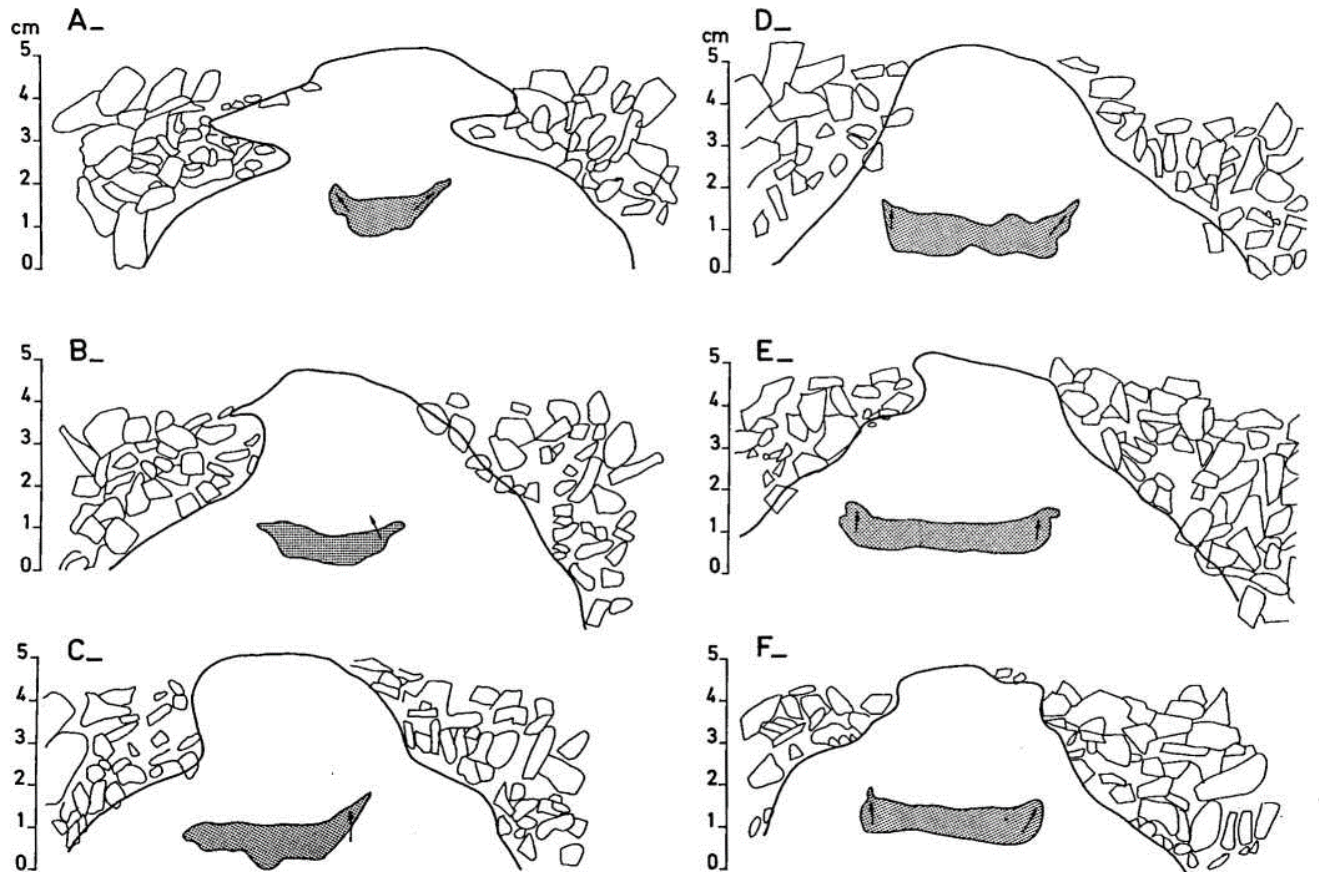
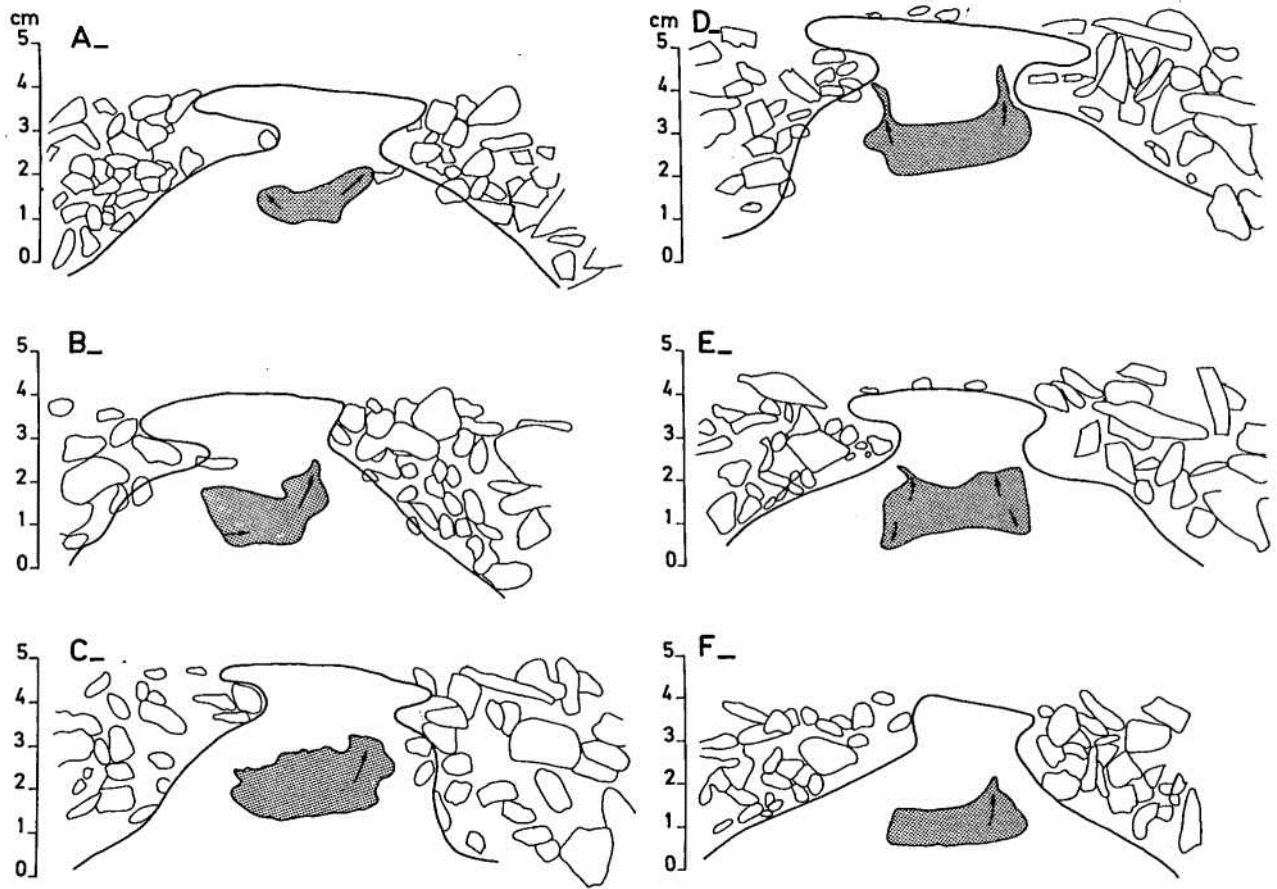


Figure 4. Dessins montrant les déformations subies par une couche colorée disposée horizontalement dans le matériel fin du centre d'un polygone. Les coupes se succèdent à 0,5 cm d'intervalle.



III. L'origine des petits sols polygonaux triés à la lumière de ces expériences

Deux types de phénomènes combinent leur action pour donner naissance à ces petits sols polygonaux. Il s'agit :

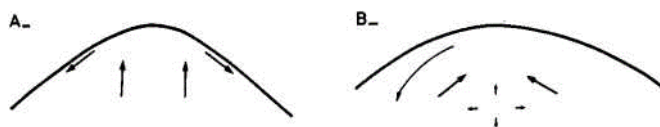
- a) des variations de volume des sols,
- b) du déplacement des cailloux.

Les variations de volume des sols sont responsables de l'apparition de fissures de retrait. Il est évident que la dessiccation joue dans ce phénomène un rôle important. D'autres facteurs ont pu cependant intervenir. Le lecteur trouvera dans l'ouvrage récent de A.L. Washburn (1973) une revue des actions susceptibles de provoquer l'apparition des fissures de retrait. Quelque soit le processus, l'écartement de ces fissures est avant tout commandé par les caractéristiques du matériel et son épaisseur. Ce sont ces facteurs qui déterminent, en premier lieu, la taille des polygones étudiés.

D'autre part, les variations de volume des sols au moment du gel sont certainement à l'origine des mouvements de masse dont nous avons, ci-dessus, démontré l'existence. L'expansion considérable du sol, qui se produit surtout lorsqu'apparaît de la glace de ségrégation, est probablement contrariée par les cailloux et le matériel meuble descendus dans les fissures béantes. Les fissures ne peuvent donc se refermer et l'augmentation de volume du sol provoque un soulèvement de la masse en expansion. Ce soulèvement s'effectue en provoquant une déformation plastique du matériel et celle-ci reste acquise au dégel. Le sens des mouvements est clairement indiqué par les déformations des couches colorées. Nous les dessinons sur la figure 5 A en donnant sur la figure 5 B le sens des mouvements dont nous avons supposé l'existence (Pissart 1966) d'après les déformations d'horizons pédologiques dans les mêmes sols du Chambeyron. Ces mouvements constituent une espèce de mouvement convectif, car le mouvement ascendant que nous venons de décrire est suivi d'une descente du matériel fin sous l'action du ruissellement, de la microsolfuccion, etc....

Figure 5. A. *Mouvements observés par nos expériences (voir fig. 3 et 4).*

B. *Mouvements suggérés par la déformation d'horizons pédologiques (Pissart 1966, p. 15).*



Les déplacements des cailloux

Les mouvements de masse qui se produisent au centre des polygones (composés de matériel fin) ont pour effet secondaire de diriger les déplacements des cailloux en surface. En suivant les pentes qui apparaissent, ceux-ci migrent ainsi radialement depuis les centres fins vers les bordures grossières.

La vitesse de déplacement de certains cailloux et leur arrivée, observée quelquefois après un an, au milieu des bordures grossières ne paraissent guère pouvoir s'expliquer que par l'action des pipkrakes. Il est possible que le bombement des centres fins après la formation de ces cristaux de glace favorise particulièrement ces déplacements.

L'ascension des cailloux au sein du matériel fin et leur arrivée à la surface est une autre conséquence de l'expansion du sol sous l'action du gel. Ce phénomène de soulèvement des cailloux par le gel a été décrit par de très nombreux auteurs (voir récemment A. Pissart, 1970 et A.L. Washburn, 1973). Il ne doit pas être expliqué de nouveau ici. Ces deux phénomènes se combinent étroitement pour donner les sols polygonaux. C'est la descente des cailloux (et aussi celle de matériel fin) dans les fissures de retrait qui engendre les mouvements de masse bombant les centres' des polygones; et c'est le bombement des centres des polygones qui détermine la migration radiale des cailloux et leur arrivée rapide dans les fissures. Les variations de volume des sols sous l'action de la dessiccation et surtout, sous l'action du gel, constituent incontestablement les premiers phénomènes responsables de l'apparition des sols polygonaux. Il faut encore, pour que des formes triées apparaissent, que les éléments caillouteux ne soient pas volumineux au point de ne pouvoir descendre dans les fissures de retrait. Ainsi s'explique la relation observée par différents auteurs entre la taille des polygones et la dimension des cailloux.

References citées

Michaud, J. et Cailleux, A. (1950): Vitesse des mouvements du sol au Chambeyron (Basses Alpes). C.R. Acad. Sc., t. 230, p. 314-315.

Pissart, A. (1964): Vitesse des mouvements du sol au Chambeyron (Basses Alpes). Biuletyn Peryglacjalny, 14, p. 303-309.

Pissart, A. (1966) : Expériences et observations à propos de la genèse des sols polygonaux triés. Rev. belge de Géogr., T. 90, fasc. 1, p. 1-19.

Pissart, A. (1970): Les phénomènes physiques essentiels liés au gel, les structures péri- glaciaires qui en résultent et leur signification climatique. Ann. Soc. Belg., T. 93, 1970, p. 7-49.

Pissart, A. (1971): Vitesse des mouvements de pierres dans des sols et sur des versants périglaciaires au Chambeyron (Basses Alpes). Processus périglaciaires étudiés sur le terrain. Comptes rendus du symposium international de géomorphologie organisé conjointement à Liège et à Caen du 1 au 9-7-71 ; p. 251 à 268. Les Congrès et Colloques de l'Université de Liège, place du XX Août, 16, 4000, Liège.

Washburn, A.L. (1973): Periglacial processes and environments. 320 p., London.