

SPIS TREŚCI (TABLE DES MATIÈRES)

Report on the Field Meeting: "Geomorphological field experiments in mountain environments",
Poland, 17—25 September, 1979. 3

ARTYKUŁY (ARTICLES)

O. Slaymaker, <i>The nature of field experiments in geomorphology</i>	11
<i>Eksperyment polowy w geomorfologii</i>	17
<i>Полевой эксперимент в геоморфологии</i>	17
A. C. Imeson, F. J. P. M. Kwaad, <i>Field measurement of infiltration in the Rif Mountains of northern Morocco</i>	19
<i>Polowe pomiary wsiąkania w obszarach górskich w Maroko</i>	29
<i>Полевые измерения впитывания воды на горных территориях Марокко</i>	30
P. D. Jungerius, <i>A rapid method for the determination of soil dispersion, and its application to soil erosion problems in the Rif Mountains, Morocco</i>	31
<i>Szybka metoda oznaczania dyspersji gleby i jej zastosowanie do problemów erozji gleb w górach Rif w Maroko</i>	37
<i>Быстрый метод определения дисперсии почвы в его применение к проблемам эрозии почв в горах Риф в Марокко</i>	37
A. Pissart, <i>Experiences de terrain et de laboratoire pour expliquer la genèse de sols polygonaux decimetriques triés</i>	39
<i>Doświadczenia terenowe i laboratoryjne dla wyjaśnienia genezy miniaturowych gleb strukturalnych</i>	46
<i>Местные и лабораторные опыты для разъяснения генезиса миниатюрных структурных почв</i>	47
V. Surdeanu, <i>Recherches experimentales de terrain sur les glissements</i>	49
<i>Eksperymentalne badania terenowe nad osuwiskami</i>	63
<i>Экспериментальные местные исследования оползней</i>	64
M. Sala, F. Salvador, <i>Preliminary report on the process measurements on the Catalan mediterranean slopes</i>	65
<i>Wstępny raport o pomiarach procesów na śródziemnomorskich stokach w Katalonii (Hiszpania)</i>	70
<i>Вступительный отчет об измерениях процессов на средиземноморских склонах (Испания)</i>	70
K. Krzemień, <i>Removal of dissolved material from the Starorobociański Stream crystalline catchment basin (the Western Tatra Mts.)</i>	71
<i>Odrowadzanie materiału rozpuszczonego z krystalicznej zlewni Potoku Starorobociańskiego (Tatry Zachodnie)</i>	80
<i>Отвод растворенного материала с кристаллического водосборного бассейна Староробочьянского потока (западные Татры)</i>	80

POLSKA AKADEMIA NAUK — ODDZIAŁ W KRAKOWIE
KOMISJA NAUK GEOGRAFICZNYCH

PL 27 R

STUDIA
GEOMORPHOLOGICA
CARPATHO-BALCANICA

Vol. XV



WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK · ŁÓDŹ
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1982

этих исследований была посвящена социо-экономическим и физическим чертам всех 165 участков, принадлежащих одному селению.

Исследования состояли в измерениях дисперсии, считающейся существенной при оценке эрозионности почв и их пригодности для орошения. Применение рассматриваемого метода дает возможность их быстрого определения при постоянных условиях, без употребления лабораторного оборудования. Этот метод, применяющийся В. В. Эмерсоном (1966), Й. Ловдеем и Дж. Пайлем (1973), модифицирован таким образом, что опускается 5-дневный срок ожидания, пока почвенные агрегаты не достигнут полевой влагоемкости. Отмечалась дисперсия как воздушно сухого, так и обработанного материала. В последнем случае величина дисперсии определялась после обработки предварительно намоченного почвенного материала, вплоть до достижения точки прилипаемости (sticky point).

Полученные результаты указывают на влияние обезлесения на податливость почв на эрозию, вследствие уменьшения содержания органической материи в почве. Применение естественных удобрений не является предохранительной мерой, так как однажды разрушенная поверхность почвы способствует ускорению эрозии, высвобождение которой связано с достижением твердого известнякового горизонта в нижней части почвенного профиля.

ALBERT PISSART (LIÈGE)

EXPERIENCES DE TERRAIN
ET DE LABORATOIRE POUR EXPLIQUER
LA GENÈSE DE SOLS POLYGONAUX
DECIMETRIQUES TRIÉS

L'ORIGINE DES SOLS POLYGONAUX TRIÉS
ET DES SOLS STRIÉS TRIÉS DÉCIMÉTRIQUES

Des expériences effectuées en haute montagne depuis 1963 nous ont permis d'observer sur le terrain l'apparition et l'évolution de petits sols polygonaux triés. Ces expériences ont été réalisées dans la haute vallée du Chambeyron, à une centaine de kilomètres au nord de Nice, à une altitude comprise entre 2800 et 2900 mètres. Elles nous ont conduit à présenter (A. Pissart 1977) le schéma d'apparition de ces structures que nous rappelons brièvement ci-dessous (Fig. 1).

Le premier phénomène de reconstitution d'un sol polygonal trié qui a été soigneusement détruit, est l'apparition d'un réseau polygonal de dessiccation (Fig. 1b); ce réseau, une fois apparu, se conserve d'année en année en s'élargissant et en se remplissant de cailloux. Les cailloux qui se trouvent à la surface se déplacent constamment ainsi que le démontre la comparaison de photos prises à un ou deux ans d'intervalle. Ces déplacements résultent vraisemblablement de leur soulèvement par des pipkrakes. Au départ, les mouvements des cailloux sont anarchiques, les déplacements se faisant d'une manière quelconque. Par la suite, les centres des polygones prenant une forme bombée, les déplacements des cailloux se font préférentiellement en direction des bordures grossières.

Les cailloux enfouis dans le matériau fin en sortent très progressivement comme le montrent les flèches inscrites sur les figures 1b, 1c, et 1d. Ces mouvements de soulèvement par le gel sont bien connus. Ils résultent de l'apparition dans le sol de lentilles de glace de ségrégation. Des cailloux colorés ont été enfouis à 1 cm de profondeur au centre d'une vingtaine de polygones; ils sont apparus en surface un ou deux ans plus tard. Cette expérience a montré l'efficacité de ce processus.

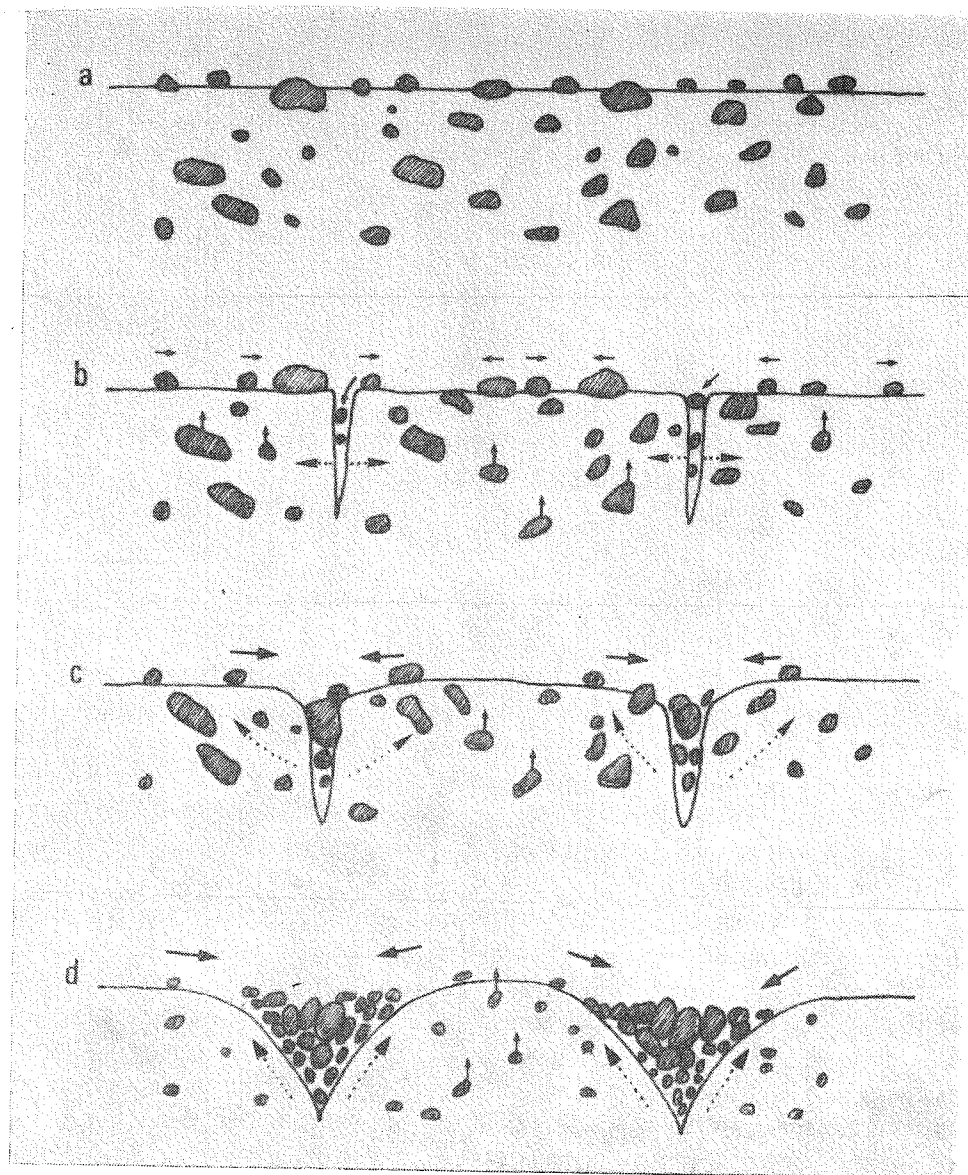


Fig. 1. Origine des sols polygonaux décimétriques d'après les expériences effectuées dans les Alpes (Chambeyron). Les explications sont données dans le texte

Ryc. 1. Geneza miniaturowych gleb poligonalnych na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w Alpach (Chambeyron). Objasnienia w tekście

L'existence de mouvements de masse affectant les centres fins des polygones a été également mise en évidence. Des sols polygonaux entièrement recouverts de petits cailloux se sont, en effet, en deux ans, partiellement reconstitués par l'ascension du matériel fin au milieu des petits cailloux. Des couches colorées, disposées horizontalement dans les centres fins des poly-

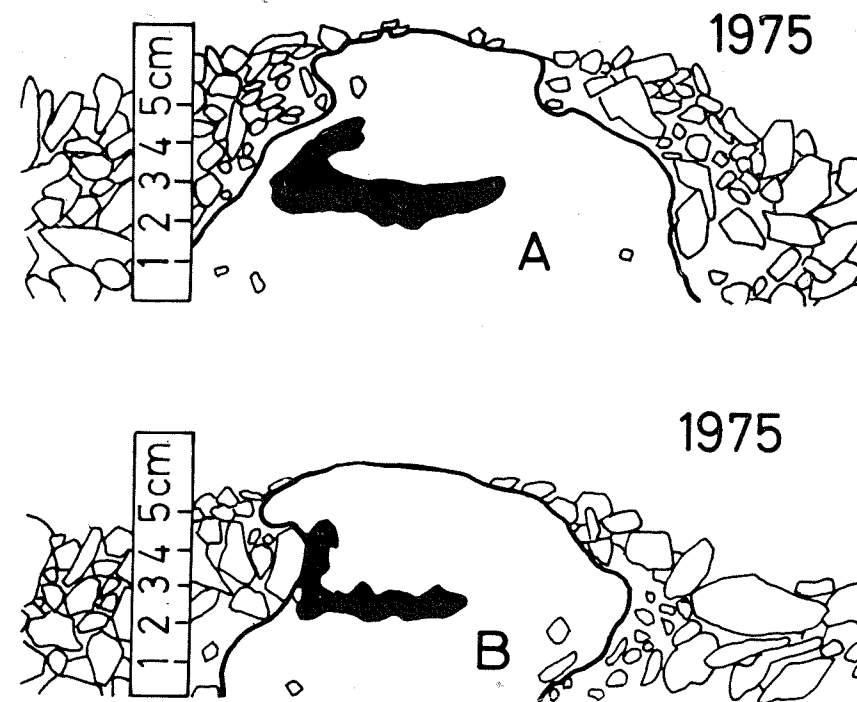


Fig. 2. Coupe à travers deux sols polygonaux décimétriques du Chambeyron deux ans après y avoir disposé horizontalement une couche de matériaux colorés. La couche noire qui était horizontale a été considérablement déformée

Ryc. 2. Przekrój przez dwie miniaturowe gleby poligonalne w Chambeyron wykonany w 2 lata po umieszczeniu horyzontalnej warstwy materiału barwionego. Pozioma warstwa czarna została znacznie zdeformowana

gones, ont été déformées, comme le montre la figure 2, déjà après deux années. Dans le présent article, nous tâchons d'expliquer ces déformations en les comparant avec des déformations obtenues lors d'expériences de laboratoire.

EXPÉRIENCES DE LABORATOIRE EFFECTUÉES POUR RENDRE COMPTE DES DÉPLACEMENTS DU MATÉRIEL FIN AU CENTRE DES PETITS POLYGONES TRIÉS

Les mécanismes responsables des différents phénomènes décrits précédemment semblent généralement bien compris à l'exception de ceux qui provoquent les mouvements de masse au centre des petits polygones triés. Pour rendre compte de ces déformations (Fig. 2), nous avons réalisé des expériences dans une chambre froide du laboratoire de géomorphologie et géologie du Quaternaire de l'Université de Liège.

Des cylindres de limon éolien (de 73 mm de diamètre et 95 mm de hauteur), constitués de 6 couches alternativement colorées et non colorées, ont été placés dans des bacs de bois et entourés de graviers de 5 à 10 mm de lon-

gueur. Ces bacs ont été exposés à un gel très lent depuis la surface. Après 96 heures de gel, alors que toute la masse était sous 0°C, les portes du frigo ont été ouvertes et le dégel s'est effectué en une dizaine d'heures. Après un dégel complet, le cailloutis a été complètement immergé pendant 2 jours afin de permettre une réalimentation en eau des cylindres de loess. L'eau a été soigneusement siphonnée avant de recommencer un nouveau cycle gel/dégel. Le siphonnement a été effectué plusieurs fois pendant 4 heures de façon à assécher le mieux possible le cailloutis. Avec cette procédure, le cailloutis était complètement libre de glace pendant le gel et les cailloux n'adhéraient absolument pas les uns aux autres.

La figure 3 montre les déformations qui ont été observées sur plusieurs dizaines de cylindres en appliquant ce protocole d'expériences. Elle présente l'aspect d'un cylindre gelé et donne la localisation et l'allure des lentilles

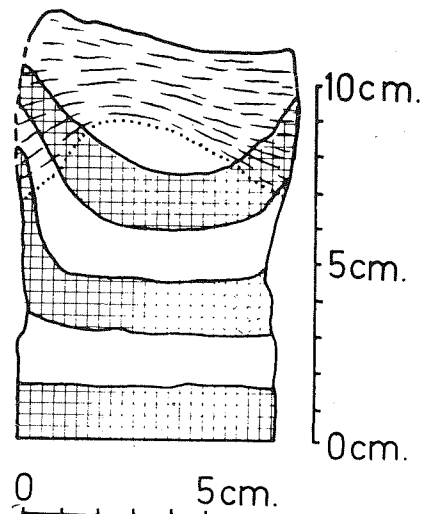


Fig. 3. Cylindre formé de couches de limon coloré et non coloré ayant subi 15 alternances de gel et de dégel au milieu d'un cailloutis. Ce dernier, saturé d'eau au moment du dégel, a été bien asséché avant le début de chaque gel

Ryc. 3. Walec uformowany z barwionych i niebarwionych warstw gliny poddany 15-krotnym przejściom przez stan zamarznięcia i odmarznięcia w otoczeniu okruchów skalnych. Okruchy te nasycone wodą w momencie odmarzania były suszone przed początkiem każdego zamarzania

de glace de ségrégation qui sont très apparentes près de la surface. La disposition de ces lentilles atteste que le front de pénétration du gel prend dans le cylindre une forme convexe vers le haut, autrement dit, que le gel s'avance non seulement du sommet vers la partie inférieure du cylindre, mais aussi des bords vers le centre de celui-ci. L'assèchement progressif des cylindres, suite à la migration de l'eau vers la surface explique qu'aucune lentille de glace de ségrégation n'existe à une certaine profondeur. La hauteur du cylindre dépasse de beaucoup les 95 mm initiaux suite à la dilatation due au gel.

Les contacts entre les couches de couleurs différentes montrent dans la partie supérieure du cylindre un infléchissement très net, en direction de la surface. Ce déplacement des matériaux près des bordures a provoqué un élargissement du cylindre à sa partie supérieure et une réduction de son diamètre à mi-hauteur. Nous pensons que cette déformation, qui a été acquise très progressivement, s'est produite au moment du dégel, suite à la retombée des cylindres retenus entre les cailloutis qui n'avaient pas été soulevés de la même manière. Quand le bac était gelé, les cylindres de limon dépassaient en effet nettement la surface du cailloutis.

Il est vraisemblable que les déformations observées dans les sols polygonaux triés de la Haute vallée du Chambeyron (Fig. 2) résultent du même phénomène et soient aussi la conséquence de l'apparition de grandes quantités de glace de ségrégation à la partie supérieure du sol.

Des expériences en tout point semblables, sauf en ce qui concerne le drainage de l'eau comprise entre les graviers, ont déformé les cylindres d'une manière très différente. Dans ces expériences, les bacs ont été soumis au gel immédiatement après que l'eau ait été siphonnée. De ce fait, une certaine humidité persistait dans le cailloutis et, avec le gel, elle provoquait la cimentation des cailloux les uns avec les autres. Cette cimentation était telle que pour extraire les cylindres gelés, il était nécessaire d'employer un marteau pour séparer les cailloux les uns des autres.

La figure 4 montre un cylindre qui a subi 19 alternances de gel-dégel dans ces conditions. Les déformations observées consistent non seulement

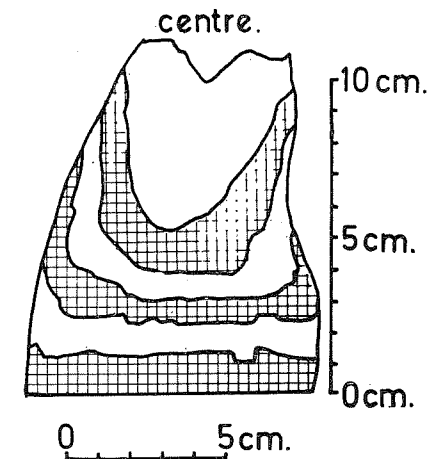


Fig. 4. Cylindre formé de couches de limon coloré et non coloré ayant subi 19 alternances de gel et de dégel au milieu d'un cailloutis. Ce dernier, saturé d'eau au moment du dégel, n'a été qu'imparfaitement asséché avant le début de chaque gel. De la sorte, les cailloux étaient cimentés par de la glace

Ryc. 4. Walec uformowany z warstw glin barwionych i niebarwionych poddany 19 przejściom przez stan zamarznięcia i odmarznięcia w otoczeniu okruchów skalnych, które nasycone wodą w czasie odmarzania były niedokładnie suszone przed kolejnym zamarzaniem. W tym wypadku okruchy były scementowane przez lód

en un soulèvement du matériau à proximité des bordures, mais encore et surtout en un affaissement du centre des cylindres. Ce mouvement s'accompagne d'un rétrécissement de la partie supérieure du cylindre et d'un élargissement de sa partie inférieure.

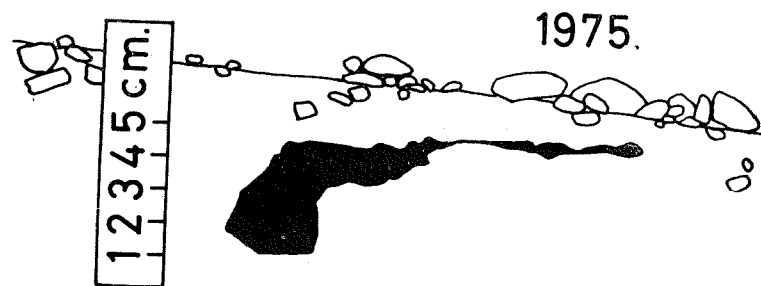


Fig. 5. Coupe transversale au travers d'une bande de matériau fin d'un sol strié développé sur une pente de 6°. La couche noire représente un parallépipède rectangle de matériau coloré qui a été enfoui dans le sol 2 ans auparavant. Cette figure montre que le déplacement superficiel est extrêmement important dans de telles structures

Ryc. 5. Przekrój poprzeczny przez pas drobnego materiału gleby pasowej rozwiniętej na stoku o nachyleniu 6°. Warstwa czarna tworzy fałkę ułożoną równoległe do stoku, która jest prostopadła w stosunku do materiału barwionego zagrzebanego dwa lata wcześniej. Rycina pokazuje, że w takich warunkach przemieszczanie powierzchniowe jest niezwykle ważne

Le phénomène qui a été décrit dans l'expérience précédente (à savoir le frottement des cailloutis contre les cylindres au moment où, au dégel, il s'affaisse) a sans doute joué un rôle dans la déformation que nous venons de voir. Cette influence est toutefois secondaire car les déformations principales observées ici, y compris les variations de diamètre du cylindre, résultent essentiellement de l'adhérence du cailloutis au cylindre au moment du gel. Cette adhérence ne permet pas aux cylindres de s'élever au-dessus de la surface du gravier; aussi, sa dilatation se traduit par un mouvement de poussée vers le bas; celle-ci provoque un déplacement du matériau dans cette direction. Ce mouvement de descente est surtout important au centre du cylindre, en raison de la forme concave vers le bas de l'onde de gel. Pour bien comprendre cette action, il faut se rappeler que la glace de ségrégation apparaît en lentilles parallèles au front de gel.

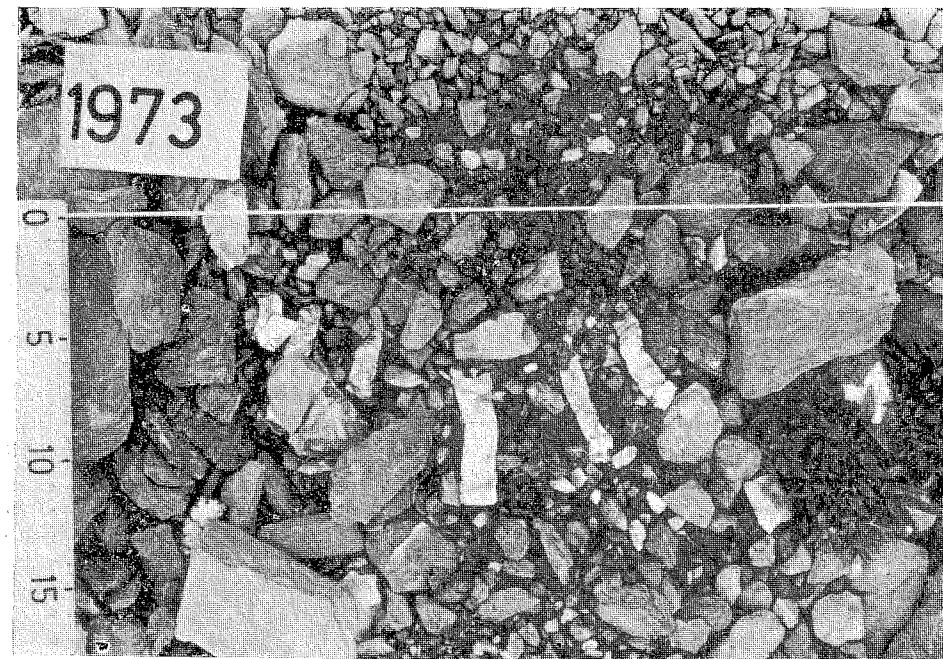
Cette seconde expérience montre expérimentalement que des déformations importantes dans des matériaux meubles peuvent être acquises suite à des alternances de gel et de dégel sans passage à une masse liquide ou très plastique. Elle donne des indications sur la genèse possible de cryoturbations où les masses de matériaux fins sont poussés vers le bas au travers des sédiments plus grossiers.

CONCLUSIONS

La glace de ségrégation superficielle joue un rôle fondamental dans l'apparition des petits sols structuraux triés. Le schéma d'apparition des petits polygones triés que nous avons présenté au début

de cet article met en évidence toute l'importance de la glace de ségrégation superficielle. Nous entendons par là non seulement les piprakes dont le rôle est évident dans le déplacement des cailloux en surface, mais aussi la glace apparaissant dans le sol près de la surface. C'est l'action de cette glace qui provoque l'ascension des cailloux au sein du sol. Il est possible aussi que l'assèchement du sol en profondeur, consécutif à son apparition, ait contribué à la formation du réseau initial (A. Pissart 1964a). En outre, les déformations obtenues par des expériences de laboratoire sont, comme nous venons de le voir, essentiellement provoquées par des dilatations différentielles, dilatations qui sont principalement sous la dépendance de l'apparition de glace de ségrégation.

Signalons encore que diverses expériences effectuées au même endroit sur des sols striés ont montré également qu'une quantité très importante de glace apparaissait dans la partie superficielle, et uniquement dans cette partie du sol. Ainsi, la figure 5 présente une coupe effectuée à travers une bande de sol fin où un parallépipède rectangle de sol coloré a été enfoui un an aupa-



Phot. 1. Photo montrant des bandes de papier métallique qui avaient été enfouies dans une bande de matériel fin d'un sol strié du Chambeyron, sur une pente de 6°. En un an, les bandes ont été extraites presque complètement du sol, prouvant ainsi l'importance de la glace superficielle dans l'évolution de ces formes. Le déplacement est plus important au centre de la strie de matériel fin que près des bords

Fot. 1. Fotografia pokazuje paski folii metalicznej, która pierwotnie była zagrzebana w drobnym materiale gleby pasowej na stoku o nachyleniu 6° w Chambeyron. Po upływie roku paski folii całkowicie zostały wypreparowane z ziemi, co dowodzi roli lodu powierzchniowego w ewolucji tych form. W centrum smugi materiału drobnego przemieszczanie jest większe niż blisko brzegów

ravent. La déformation de cette masse colorée est seulement très importante près de la surface, en relation incontestablement avec l'apparition en cet endroit d'une quantité importante de glace.

La photo souligne mieux encore ce phénomène. Elle montre le résultat d'une autre expérience, effectuée dans un sol strié voisin et qui a consisté dans le placement, verticalement dans le sol, de bandes de papier d'étain d'un cm de largeur et de 6 cm de longueur; le sommet de chaque papier affleurerait la surface du sol. La photo atteste que, en un an, ces bandes de papier ont été extraites du sol et étalées en surface, vers l'aval, sur une longueur de 4 à 6 cm. Seul, un important soulèvement du sol superficiel par le gel est susceptible d'expliquer cette exhumation rapide des papiers métalliques.

Rappelons encore que de nombreuses mesures de déplacement des cailloux ont établi que, pour une pente déterminée, les mouvements superficiels étaient plus importants dans les sols striés (A. Pissart 1964b). Ce sont ces déplacements qui expliquent le passage des sols polygonaux aux sols striés, suite au colmatage par ces mouvements de masse de fissures perpendiculaires à la ligne de plus grande pente. Ce colmatage permet l'extraction par le gel des cailloux qui y étaient précédemment tombés et efface toute trace de fissures qui y étaient apparues.

*Université de Liège, Géomorphologie et Géologie
du Quaternaire
Place du XX Août 7
4000 Liège*

BIBLIOGRAPHIE

- Michaud J. et Cailleux A., 1950. *Vitesse des mouvements du sol au Chambeyron (Basses Alpes)*. C. R. Acad. Sc. 230, 314—315.
- Pissart A., 1964a. *Contribution expérimentale à la connaissance de la genèse des sols polygonaux*. Ann. Soc. Géol. Belg. 87, B 213—223.
- Pissart A., 1964b. *Vitesse des mouvements du sol au Chambeyron (Basses Alpes)*. Biul. Peryglacjalny 14, 303—309, 1-fig. 5 photos.
- Pissart A., 1973. *L'origine des sols polygonaux et striés du Chambeyron (Basses-Alpes)*. Résultats d'expériences de terrain. Bull. Soc. Géogr., Liège, 9, 123—131.
- Pissart A., 1977. *Apparition et évolution des sols structuraux périglaciaires de haute montagne*. Expériences de terrain au Chambeyron (Alpes, France). Abh. Akad. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Kl. Dritte, 31, 142—156.

STRESZCZENIE

A. Pissart

Doświadczenia terenowe i laboratoryjne dla wyjaśnienia genezy miniaturowych gleb strukturalnych

Doświadczenia prowadzone od 16 lat w wysoko położonej dolinie Chambeyron w Alpach francuskich na wysokości około 2500 m wskazują, że w przypowierzchniowej warstwie gleby występuje duża ilość lodu segregacyjnego. Odgrywa on dużą rolę w formowaniu małych poligonów kamienistych i smugowych. Doświadczenia laboratoryjne wykazują, że ruch materiału obserwowany w centrum małych poligonów w czasie topnienia ma charakter osiadania.

РЕЗЮМЕ

А. Писсарт

Местные и лабораторные опыты для разьяснения генезиса миниатюрных структурных почв

Проводившиеся в течение 16 лет опыты на территории долины Шамбейрон (около 2500 м н.у.м.) во французских Альпах показали, что в приповерхностном слое почвы находится в большом количестве сегрегационный лед, играющий большую роль в формировании небольших каменных и полосных полигонов. Лабораторные опыты показывают, что движение материала, наблюдающееся в центре малых полигонов, имеет во время таяния характер оседания.