

Bull. Soc. belge de Géologie	T. 88	fasc. 2	pp. 123-128	Bruxelles 1979
Bull. Belg. Ver. voor Geologie	V. 88	deel 2	blz.123-128	Brussel 1979

LES TRACES DE GLACE DE SEGREGATION SUR LES GRAINS DE SABLE ISELES DANS LES LIMONS A DOUBLETS.

par G. MVUMBI-PHASI (*)

RESUME. - Certains faciès zonés des loess ressemblent aux "limons à doublets". Les limons "à doublets" contenant des grains de sable isolés montrent sous le microscope pétrographique des traces de glace de ségrégation :

- sous le grain de sable, s'est ménagé un vide sous lequel il y a eu concentration d'argile. Le vide est la cicatrice d'une fine lentille de glace de ségrégation;
- reposant sur le grain de sable, les éléments allongés (micas, éclats de quartz ...) sont disposés parallèlement à la paroi du grain. Cette disposition indique une action de "micro-frost heaving".

La présence de ces micro-structures post-sédimentaires confirme l'origine péri-glaciaire de certains faciès zonés des loess.

INTRODUCTION

L'objet de cette note est de montrer qu'une zonation dans les loess, semblable au faciès "à doublets", montre parfois des microstructures de "frost heaving" affectant les grains isolés de sable.

Une grande sablière au Nord de Mont-Saint-Guibert entaille un plateau de 145 m d'altitude moyenne, dégagant une coupe continue de la couverture de loess, épaisse ici d'environ 7 à 8 m.

Les observations de terrain, complétées par les analyses en laboratoire, ont permis d'y retrouver les successions décrites ailleurs dans les loess belges (P. HAESAERTS, 1973, F. GULLENTOPS, 1952, B. BASTIN, 1971).

Ses principaux faciès sont en bref :

- des niveaux d'érosion qui se caractérisent par l'accumulation de matériel grossier : débris de concrétions ferriques, galets de silex, débris de quartzites constituant un dallage d'épaisseur rarement supérieur à 10 cm;
- ces dallages tronquent des séquences limoneuses, tantôt litées, tantôt dépourvues de structures visibles;
- dans la séquence s'observent des paléosols marqués par leur coloration, l'appauvrissement en carbonates et un enrichissement en argile.

(*) Université Catholique de Louvain, Institut Géologique,
place Louis Pasteur 3, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique)

L'accumulation des loess n'a donc pas été constante. Des phases d'érosion et de pédogénèse l'ont fréquemment interrompue. Les conditions climatiques se sont donc modifiées au cours de l'édification de la séquence.

ETUDE DES MICROFACIES

A. Traitement des échantillons.

Des prélèvements ont été effectués au moyen des boîtes métalliques, enfoncées très délicatement, permettant un échantillonnage évitant toute perturbation des structures. Après un séchage très lent, les échantillons sont imprégnés d'une solution de résine à base de stratyl, versée progressivement. Après polymérisation, la cohésion est suffisante pour la taille des lames minces et l'analyse au microscope pétrographique.

B. Résultat de l'étude au microscope : le "micro-frost heaving" des grains de sable.

L'observation au microscope pétrographique de plusieurs centaines de lames minces taillées dans les échantillons de loess induré a permis de définir plusieurs microfaciès qui peuvent se regrouper en 3 grandes catégories :

- les loes remaniés par ruissellement ou limons lités
- les loess en vrac, sans disposition ordonnée apparente
- les loess finement zonés, semblables aux "faciès à doublets"

(VAN STRAELEN, 1946) qui font l'objet de cette communication.

Nos loess "à doublets" montrent sur le terrain un zonage fin, de passées claires alternant avec des passées plus sombres. Cette distinction d'après la coloration ne repose sur aucune différence granulométrique visible macroscopiquement. L'épaisseur des lits varie d'un millimètre à un demi-centimètre, rarement plus. L'ensemble est fréquemment affecté par des cryoturbations. De la base vers le sommet de la séquence, la zonation est d'abord floue, puis très nette. Par dessus, les "doublets" sont à nouveau de moins en moins distincts.

TABLEAUX DE QUELQUES ANALYSES DE LABORATOIRE.

1. Limons zonés.

	GRANULOMETRIE			Teneur en carbonates	Teneur en carbone organique
	Sable	Silts	Argile		
Sommet	8%	85%	7%	8.20%	1.50%
Milieu	7%	86%	7%	5.60%	1.38%
Base	4%	90%	6%	9.40%	1.80%

2. Limons non zonés.

	GRANULOMETRIE			Teneur en carbonates	Teneur en carbone organique
	Sable	Silts	Argile		
Sommet	9%	82%	9%	5.50%	1.74%
Milieu	9%	82%	9%	5.50%	1.26%
Base	7%	83%	10%	5.20%	1.20%

Les analyses montrent qu'à Mont-St-Guibert, la composition des limons "à doublets" est comparable à celle des limons non zonés, qu'il s'agisse de la granulométrie, des carbonates et du carbone associé à la matière organique. Les teneurs en argile restent aussi assez constantes.

L'observation au microscope pétrographique des lames minces taillées sur les échantillons indurés montre que les lits clairs correspondent à un matériel pauvre en argile, dont les lits sombres sont au contraire enrichis. Dans l'ensemble, la disposition des grains de sable et des micas reste quelconque, sans orientation préférentielle apparente (photo 1).

Toutefois, ponctuellement, une disposition spécifique s'observe autour de la majorité des grains de sable (photo 2). Sous les grains de sable s'est formé un espace vide qui s'est rempli de résine lors de l'induration. Par dessous s'est édifié un liseré de silts et d'argile. Sur les bords supérieurs du grain de sable, les silts allongés se disposent parallèlement aux parois.

Cette disposition résulte de la formation de glace de ségrégation, processus largement décrit à plus grande échelle et responsable notamment du "frost heaving".

Le soulèvement sélectif des éléments plus grossiers dans un matériau fin est bien connu. A. PISSART (1970), après G.BESKOW (1935), S. TABER (1943), T.L. PEWE (1966) et G. LLIBOUTRY (1965) explique le mécanisme.

"Lorsque le sol humide gèle au contact d'un caillou, il adhère immédiatement à lui. Le caillou est alors solidaire du sol gelé et en suit tous les mouvements. Dès ce moment, l'apparition des lentilles de glace de ségrégation qui entraînent le soulèvement du sol, produira en même temps le déplacement des cailloux qui adhèrent. Si des lentilles de ségrégation apparaissent au cours de la progression du gel, sur la hauteur du caillou, celui-ci solidaire de la partie du sol déjà gelée, subira un déplacement par rapport au matériel situé en-dessous des lentilles de glace de ségrégation. Un vide peut, de la sorte, apparaître sous le caillou. Toutefois, ce vide peut être comblé soit par du matériel boueux qui a suivi le caillou dans son soulèvement, soit par du matériel descendu dans l'ouverture béante au moment du dégel. Le caillou ne peut donc pas toujours redescendre dans sa position originelle. Le mécanisme explique que les cailloux se déplacent dans le sol perpendiculairement aux lentilles de glace de ségrégation, soit perpendiculairement à l'onde de gel" (pp. 25-27).

Le tri granulométrique observé sous le grain de sable en deça du vide doit résulter de la formation d'une lentille de glace de ségrégation à la base du grain de sable lui-même. Ceci s'explique par une conductibilité thermique supérieure du grain de sable. L'onde de gel progresse plus rapidement vers le bas via ce grain de sable à la base duquel les frigories vont déterminer la formation d'une lentille de glace de ségrégation. La croissance des cristaux de glace est responsable du tri granulométrique : les argiles sont repoussés vers le bas, sous la lentille de glace.

La présence de grains de sable soulevés par le "frost-heaving", dans nos limons zonés indique donc bien une action post-sédimentaire due à la glace de ségrégation. La dimension millimétrique du processus observé révèle une action lente, régulière, qu'un engel brutal ne pourrait opérer.

HISTORIQUE DES HYPOTHESES POUR EXPLIQUER LES DOUBLETS.

VAN STRAELEN a le premier mentionné les "limons à doublets" au Congrès géologique de Bruxelles en 1946. M. J. GRAINDOR (1948) a proposé une première interprétation, reprise plus tard par R. TAVERNIER et ensuite par LAUTRIDOU. Pour ces auteurs, la formation des doublets résulte du ruissellement lors de la fonte des

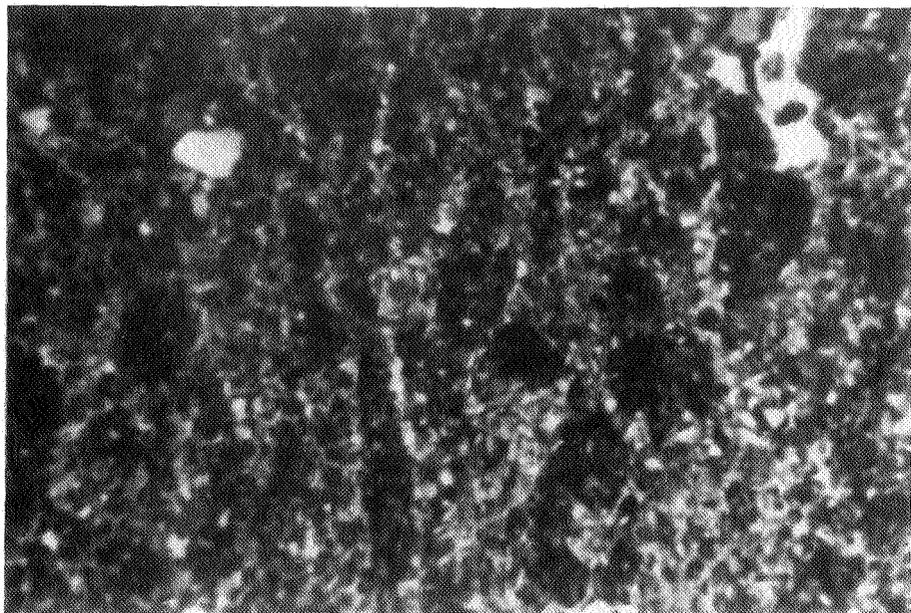


Photo 1

500 μ

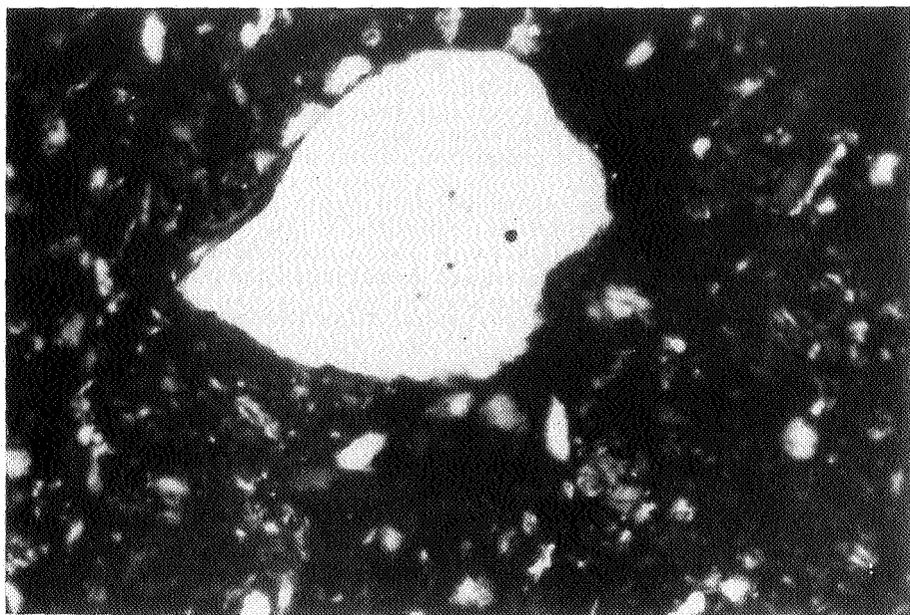


Photo 2

250 μ

neiges au printemps. Limons éoliens et neige tombent ensemble durant l'hiver et lors du dégel au printemps, un ruissellement en nappe entraîne un lavage de l'argile et d'autres colloïdes. Le phénomène a été dénommé "snow-drifts" ou "dépôt nivéo-éolien".

A l'examen au microscope, l'hypothèse du "snow-drift" ne peut être généralisée. En effet, on ne trouve pas de structures de ruissellement sur toute la séquence, on note en particulier une absence totale de disposition lenticulaire, de lits dont la base est érosive et de concentration d'éléments plus grossiers ou dallage.

Une hypothèse récente vient d'être proposée par B.VAN VLIET (1976) et H. BERTOUILLE (1978). Pour celui-ci, les doublets s'élaboreraient en 3 étapes :

- une phase froide au cours de laquelle se déposent des limons éoliens,
- une phase postérieure suffisamment tempérée pour déclencher l'élaboration d'une pédogenèse et l'apparition d'argile et d'autres colloïdes, tandis que s'éliminent les carbonates,
- une troisième phase, un refroidissement responsable de la migration des colloïdes sous l'action de la glace de ségrégation.

Récemment, LAUTRIDOU (*) proposait pour la genèse des doublets de limons une migration post-sédimentaire d'argile et de fer dans le loess après décarbonatation. Les colloïdes ainsi libérés s'accumuleraient dans les niveaux à perméabilité plus faible pendant des phases d'adoucissement climatique.

A Mont-Saint-Guibert, nos doublets de limons sont apparus dans les horizons dépourvus de pédogenèse, de bioturbation, d'enrichissement en argile, et encore riches en carbonates. Il s'agit des limons riches en fines, à pouvoir suffisant de rétention capillaire de l'eau, propice à la formation de la glace de ségrégation, lors d'une période froide. Or, les microstructures de "frost heaving" observées sous les grains de sable, montrent l'action de la glace de ségrégation dans les séquences de limons zonés. La migration des colloïdes dans nos "doublets" de limon résulte de cette formation de lentilles des glaces de ségrégation. L'argile présente ne doit pas nécessairement provenir d'une pédogenèse in situ. Elle peut être synsédimentaire. Les carbonates indiquent d'ailleurs l'absence de pédogenèse dans les faciès à doublets à Mont-Saint-Guibert.

CONCLUSIONS GENERALES.

Les résultats obtenus par l'étude microscopique des lames minces taillées dans les loess de Mont-Saint-Guibert montrent qu'une fine zonation comparable aux "doublets" est une structure post-sédimentaire due à l'engel progressif du sous-sol, avec la formation de glace de ségrégation. Ce rôle de la glace de ségrégation est démontré par l'apparition d'un phénomène de "frost heaving" d'échelle millimétrique, affectant les grains de sable isolés dans la masse de loess.

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier le Professeur G. SERET pour l'aide et les conseils qu'il nous a prodigués.

Nous tenons également à remercier M. G. VAN DER CUYLEN qui nous a aidé à réaliser les photographies ainsi que M. G. HERMANS qui nous a aidé à confectionner les lames minces.

Nous remercions enfin tous les membres du personnel du laboratoire de Géographie Physique et de Géologie du Quaternaire pour leur aide et leur collaboration.

(*) Communication lors de la session de Belqua organisée à l'Université de Liège, septembre 1978.

BIBLIOGRAPHIE.

- BASTIN, B. (1971) - Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation du Würm. - *Acta Geographica Lovaniensia*, vol. 9, 136 p.
- BERTOUILLE, H. (1978) - Théorie nouvelle de la formation des doublets des limons. - *Biuletyn Peryglacjalny*, 27, pp. 11-22.
- GRAINDOR, M. J. (1948) - Les limons quaternaires aux environs de Rouen. - *Ann. Agron.*, n°6, pp. 659-686.
- GULLENTOPS, F. (1954) - Contribution à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique. - *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 18, pp. 125-252.
- HAESAERTS, P. (1973) - Contribution à la stratigraphie des dépôts du Pléistocène supérieur du Bassin de la Haine. - *Thèse de doctorat, V. U. B.*, 335 p.
- HAESAERTS, P. & VAN VLIET, B. (1973) - Evolution d'un permafrost fossile dans les limons du dernier glaciaire à Harmignies (Belgique). - *Bull. Ass. Franç. pour l'étude du Quaternaire*. - 1973, 3, p. 151.
- LAUTRIDOU, J. P. (1968) - Les loess de Saint-Romain et de Messnil-Esnard (Pays de Caux). - *Bull. Centre Géomorph.*, n°2, 55 p., Caen.
- LLIBOUTRY, L. (1965) - Traité de glaciologie. - *Masson*, 120, bld St-Germain, 75006 Paris, 1040 p.
- PISSART, A. (1970) - Les phénomènes physiques essentiels liés au gel, les structures périglaciaires qui en résultent et leur signification climatique. - *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. 93, fasc. 1, 7-49.
- PISSART, A. - Glace de ségrégation, soulèvement du sol et phénomènes thermokarstiques dans les régions à pergélisol. - *Bull. Soc. Géogr. de Liège*, n°11, 11^e année, juin 1975, pp. 89-96.
- VAN VLIET-LANOE, B. (1976) - Traces de ségrégation de glace en lentilles associées aux sols et phénomènes périglaciaires fossiles. - *Biuletyn Peryglacjalny*, n°28, pp. 41-55.

Note présentée à la
Séance du 3 avril 1979.